РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
ОТДЕЛЕНИЕ НАУК О ЗЕМЛЕ
ЮЖНЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
ИНСТИТУТ АРИДНЫХ ЗОН
РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИМОРСКИХ РЕГИОНОВ (порты, берегозащита, рекреация, марикультура)

Материалы
Международной научной конференции,
посвященной 150-летию Н.М. Книповича

(Ростов-на-Дону, 5–8 июня 2012 г.)

Ростов-на-Дону
Издательство ЮНЦ РАН
2012

УДК 504.7+504.05+504.06
Э40

Редакционная коллегия:
акад. Г.Г. Матишов (гл. редактор)
к.г.н. Н.И. Голубева
к.б.н. Г.В. Ковалева
Н.А. Яицкая

Экологическая безопасность приморских регионов (порты, берегозащита, рекреация, мари-
Э40 **культура)*:*** материалы Международной научной конференции, посвященной 150-летию Н.М. Книповича (Ростов-на-Дону, 5–8 июня 2012 г.). Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2012. 322 с.
ISBN 978-5-4358-0032-6

В сборнике представлены материалы Международной конференции «Экологическая безопасность приморских регионов (порты, берегозащита, рекреация, марикультура)», проведенной Южным научным центром РАН и Институтом аридных зон ЮНЦ РАН в июне 2012 г. Сборник материалов конференции содержит доклады ведущих специалистов из России, Украины, Армении, Болгарии, Швеции и др.

В материалах конференции освещены вопросы, касающиеся закономерностей функционирования прибрежных экосистем в условиях повышенного антропогенного воздействия, перспективных направлений экологического мониторинга приморских районов, проблем сохранения биоразнообразия морских и наземных экосистем, инновационных технологий сохранения биоресурсов, опыта и перспектив использования геоинформационных технологий в изучении приморских регионов, а так же комплексного управления прибрежными территориями.

Конференция проведена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, а также Программы фундаментальных исследований ОНЗ РАН «Географические основы устойчивого развития Российской Федерации и ее регионов» по направлению «Стратегические ресурсы моря как основа устойчивого развития прибрежных регионов. Устойчивое использование биоресурсов моря, их охрана и восстановление».

Сборник представляет интерес для широкого круга специалистов: экологов, биологов, географов, океанологов, специалистов по мониторингу окружающей среды, представителей природоохранных организаций, а также для студентов и преподавателей высшей школы.

УДК 504.7+504.05+504.06

Издание осуществлено при финансовой поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований
(грант № 12-05-06037-г)

Редколлегия не несет ответственности за недостоверность
приводимой авторами информации

ISBN 978-5-4358-0032-6

© ЮНЦ РАН, 2012
© ИАЗ ЮНЦ РАН, 2012

RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
DEPARTMENT OF EARTH SCIENCES
SOUTHERN SCIENTIFIC CENTRE
INSTITUTE OF ARID ZONES
RUSSIAN FOUNDATION FOR BASIC RESEARCH

ECOLOGICAL SAFETY OF THE COASTAL REGIONS (seaports, coastal protection, recreation, mariculture)

Proceedings of the International Scientific Conference, Dedicated to 150-years anniversary of N.M. Knipovich

(Rostov-on-Don, 5-8 June 2012)

Rostov-on-Don
SSC RAS Publishers
2012

UDK 504.7+504.05+504.06
E20

Editorial Board:
Academician RAS Matishov G.G. (Editor-in-Chief)
PhD Golubeva N.I.
PhD Kovaleva G.V.
Yaitskaya N.A.

Matishov, G.G. (Editor-in-Chief) (2012). Ecological safety of the coastal regions (seaports, coastal
E20 **protection, recreation, mariculture):** proceeding of the International Scientific Conference Dedicated to 150-years anniversary of N.M. Knipovich (Rostov-on-Don, Russia, 5-8 June 2012). Rostov-on-Don, SSC RAS Publishers. 322 p.
ISBN 978-5-4358-0032-6

The publication introduces to the proceedings of the International Conference « Ecological safety of the coastal regions (seaports, coastal protection, recreation, mariculture)», held by the Southern Scientific Centre RAS and the Institute of Arid Zones SSC RAS in June 2012. The conference proceedings contain the talks given by the leading experts from Russian, Ukraine, Armenia, Bulgaria, Sweden, and other countries on conference-related issues.

The proceedings cover the issues, focusing on the peculiarities features of coastal ecosystems' functioning under the conditions of increased anthropogenic impact, priorities directions of ecological monitoring of coastal areas, problems of conservation of marine and terrestrial ecosystems' biodiversity, innovative technologies of bioresources' conservation, practice and prospects of geo-informational technologies' application when studying coastal regions and integrated management of coastal territories.

The conference is financially supported by the Russian Foundation for Basic Research and the Program of the Basic Research of the RAS Department of Earth Sciences.

The publication is of interest for a wide range of specialists: ecologists, biologists, geographers, oceanographers, experts in environmental monitoring, representatives of nature conservation organizations, as well as university students and teachers.

This publication is financially supported by the
Russian Foundation for Basic Research (Grant № 12-05-06037-г)

The Editorial Board is not responsible for the non-authenticity of data and information provided by authors

ISBN 978-5-4358-0032-6

© Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, 2012
© Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Center, Russian Academy of Sciences, 2012

НИКОЛАЙ МИХАЙЛОВИЧ КНИПОВИЧ: БИОГРАФИЯ И НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ

Матишов Г.Г.[1,2], Ковалева Г.В.[3]

[1] Южный научный центр Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия
[2] Мурманский морской биологический институт Кольского научного центра Российской академии наук, Мурманск, Россия
[3] Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

NIKOLAJ MIKHAILOVICH KNIPOVICH: BIOGRAPHY AND SCIENTIFIC HERITAGE

Matishov G.G.[1,2], Kovaleva G.V.[3]

[1] Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia
[2]Murmansk Marine Biological Institute, Kola Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Murmansk, Russia
[3] Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia, kovaleva@ssc-ras.ru

Знаменитый исследователь морей Николай Михайлович Книпович (рис. 1) родился 25 марта (6 апреля) 1862 года в крепости Свеаборг (современное название Суоменлинна) на юге Финляндии, которая в то время была частью Российской империи. Николай Михайлович был четвертым ребенком в семье (всего в семье было три сына и две дочери). Отец Н.М. Книповича родом из литовских крестьян, а мать – из дворян (Пашкова, 2006). Отец – Михаил Михайлович Книпович служил в крепости Свеаборг военным врачом. Когда Николаю исполнилось 10 лет, отца перевели служить в Гельсингфорс (шведское название столицы Финляндии – Хельсинки) с присвоением чина действительного статского советника.

Чин действительного статского советника обеспечивал семье высокое положение в обществе, различные блага и материальный достаток, что позволяет предполагать, что детство и юность Николая Михайловича не омрачались нуждой и лишениями (Пашкова, 2006). Мать Николая Михайловича Анна Федоровна уделяла огромное значение образованию детей, в особенности изучению иностранных языков. По мнению А.В. Световидова (ученика Н.М. Книповича), знание скандинавских языков сделало доступным для Н.М. Книповича огромный пласт научной литературы, что «для него как исследователя северных вод в будущем имело весьма важное значение» (цит. по: Пашкова, 2006).

Окончив в 1880 г. Александровскую русскую гимназию в Гельсингфорсе, Книпович поступает в 1881 г. в Петербургский университет на отделение естественных наук физико-математического факультета (Берг, 1950; Пашкова, 2006). Его учителями были такие выдающиеся ученые, как И.М. Сеченов, В.В. Докучаев, А.Н. Бекетов, Н.П. Вагнер и др. Н.М. Книпович учился с большим энтузиазмом, отдавая особое предпочтение зоологии беспозвоночных. Его университетская

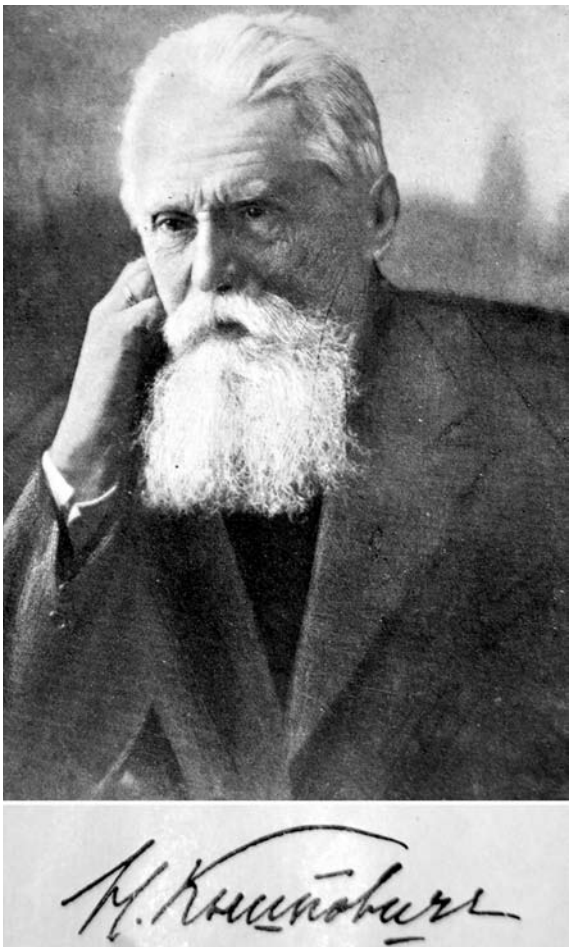


Рис. 1. Николай Михайлович Книпо́вич (25 марта (6 апреля) 1862 – 23 февраля 1939 года)

кандидатская работа касалась вопросов анатомии и эмбриологии колониальной коловратки *Canochilus volvox* (Берг, 1950). Еще на студенческой скамье молодого зоолога приметил известный исследователь фауны Каспийского моря О.А. Гримм и в 1885 году пригласил Н.М. Книповича участвовать в изучении сельдей и их промысла в дельте Волги. По словам Л.С. Берга, «с этого времени и определилась судьба Н.М. Книповича – он посвятил свою жизнь морским научно-промысловым исследованиям».

Окончив в 1886 году университет, Н.М. Книпович остался при кафедре зоологии для подготовки к получению профессорского звания. Первой ступенью должна была стать защита диссертации на степень магистра зоологии. Для сбора научного материала для диссертации молодой ученый решает ехать на Соловецкую биологическую станцию. Экспедиция была запланирована на начало марта 1887 г., но отъезд Книповича едва не сорвался. После покушения народовольцев на жизнь императора Александра III, в Петербурге начались повальные аресты, и Н.М. Книповича как участника социал-демократического кружка Д. Благоева арестовали. К счастью, заключение продлилось всего три недели, после чего Николай Михайлович все же уехал в экспедицию на Белое море (Пашкова, 2006).

Об участии Н.М. Книповича в революционном движении существуют противоречивые мнения. В литературе, опубликованной до 80-х годов XX века, в характеристиках непременно подчеркивалось, что он был активным участником революционного движения. Так, в предисловии сборника, посвященного научной деятельности Н.М. Книповича (Полвека … 1939), указано, что «начальный период деятельности Н.М. Книповича проходил в тяжелых условиях царского самовластия… Вместе с лучшими, передовыми представителями русской интеллигенции он принимал участие в революционном движении». В какой форме выражалось его участи – нигде не уточняется. Хорошо известна революционная деятельность старшей сестры Николая Михайловича – Лидии Михайловны Книпович (1856–1920). Известно, что после переезда Лидии Михайловны к брату в Петербург их общая квартира периодически служила для конспиративных целей (Пашкова, 2006). Кроме этого, известно, что уже на последнем курсе университета (в 1885 г.) Н.М. Книпович был участником социал-демократического кружка, который возглавлял его однокурсник Дмитирий Благоев. По воспоминаниям современников, об участии в социал-демократическом кружке Николай Михайлович вспоминать не любил и разговоры на эту тему не поддерживал. Но факты свидетельствуют о том, что связь с кружком Благоева несколько раз грозила обернуться трагедией для научной карьеры Николая Михайловича.

Вернувшись из своей первой экспедиции на Белое море, Н.М. Книпович вновь был арестован на 3 месяца (за связь с лицами, арестованными по обвинению в государственном преступлении), а затем на пять лет был выслан из Петербурга в Финляндию. Несмотря на ходатайства Совета университета, Николая Михайловича исключили из числа кандидатов на профессорское звание и запретили заниматься педагогической деятельностью (Пашкова, 2006). Но и в этих условиях Н.М. Книпович не прерывает научной работы и совершает еще несколько экспедиций на Соловецкую биостанцию. Там он впервые начинает параллельно с гидробиологическим наблюдениями вести измерения температуры морской воды, поскольку «все эти работы имели задачей не констатирование фаунистических факторов, а выяснение причинности этих явлений» (цит. по: Берг, 1950).

Отбыв пятилетнюю ссылку, Николай Михайлович в 1892 году сдает магистерские экзамены и защищает диссертацию на тему «Материалы к познанию группы Ascothoracida». В 1893 году Николай Михайлович получил место хранителя Зоологического музея Петербургского университета и был утвержден в звании приват-доцента (внештатного преподавателя), но через некоторое время его снова уволили из Университета за связи с революционерами. В 1894 году Н.М. Книпович поступает на службу в Зоологический музей (ныне институт) Академии наук (Берг, 1950).

В 1893 г. Николай Михайлович совершает свою первую экспедицию на Баренцево море, где в качестве эксперта Общества естествоиспытателей участвует в рейсе на крейсере «Наездник» (рис. 2). В 1894 г., уже будучи сотрудником Зоологического музея Академии наук, Н.М. Книпович снова получил возможность выйти в Баренцево море на пароходе «Мурман» для изучения рыбных и звериных промыслов. Результатом этих исследований стала научная работа «Положение морских и звериных промыслов Архангельской губернии» (1895).

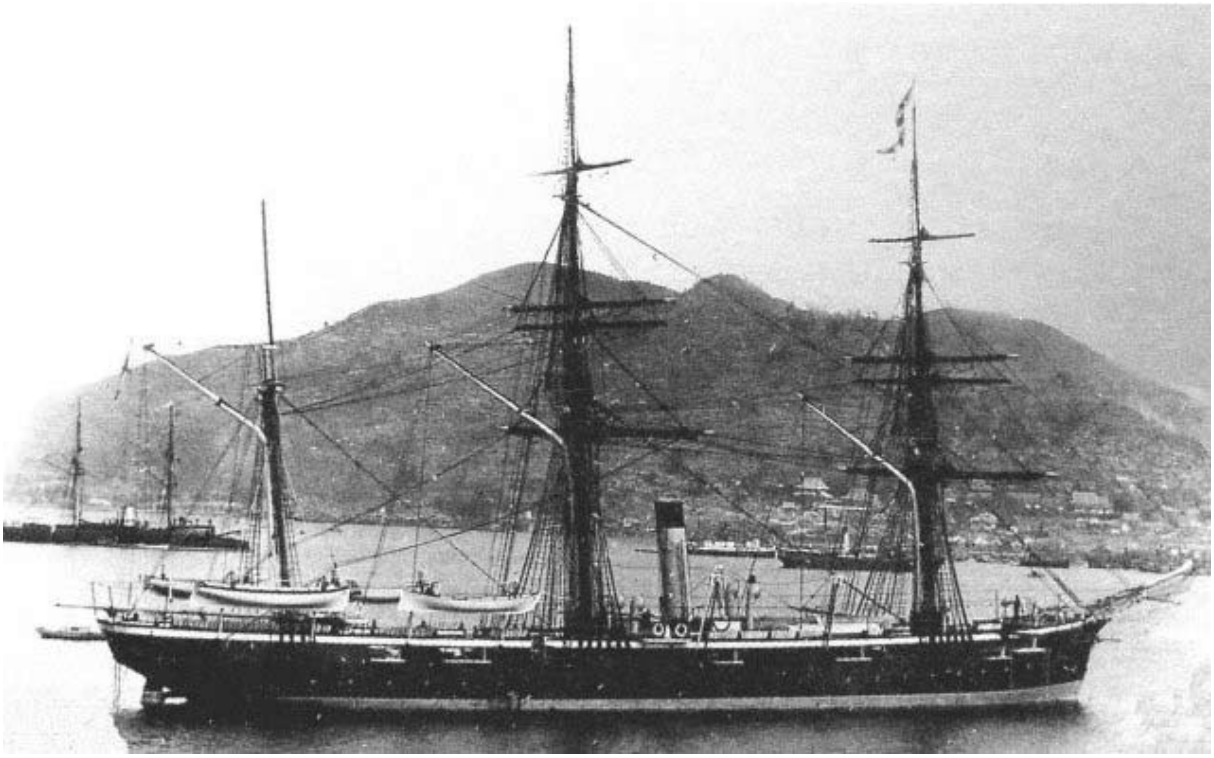


Рис. 2. Винтовой клипер «Наездник»
(источник фото: http://polarpost.ru/forum/viewtopic.php?f=4&t=908)

В 1894 году по инициативе Комитета помощи поморам русского Севера была организована экспедиция для научно-промысловых исследований у берегов Мурмана. Экспедиция, которая вошла в мировую историю под названием Мурманской научно-промысловой экспедиции, готовилась очень тщательно. Для подготовки экспедиции и ознакомления с организацией морских промыслов и научно-промысловых исследований весной 1897 г. Н.М. Книповича командировали на три месяца в Западную Европу. В ходе поездки Николай Михайлович посетил Норвегию, Швецию, Данию, Шотландию и Германию, общался с зарубежными учеными и заказывал научное оборудование. В 1897 г. Северная комиссия заказала в Германии специально спроектированное для экспедиции судно, получившее название «Андрей Первозванный» (рис. 3), приступившее к работам 14(26) мая 1899 года.

«Андрей Первозванный» стал первым в мире научно-промысловым судном и первым специально построенным научно-исследовательским судном Российской империи (впоследствии был переименован в «Мурман»). Только позднее стали сооружать особые суда для научно-промысловых исследований государства Западной Европы – Норвегия, Германия, Дания и другие. Н.М. Книпович рассказывал по этому поводу следующее: «В то время, когда был построен наш пароход, в норвежском стуртинге (парламенте) работала специальная комиссия по отпуску средств на постройку парохода для научно-промысловых исследований. Один из моих норвежских приятелей, выдающийся специалист по рыбному делу, который в это время начинал свою блестящую научную и научно-промысловую деятельность, Иоган-Йорт, очень просил меня зайти по пути на Мурман на нашем пароходе в Христианию (теперь Осло), что я и сделал. Потом наш пароход посетило множество лиц, в том числе и вся комиссия стуртинга с ее председателем. Скоро после того был построен и норвежский “Микаель Саре”» (цит. по: Берг, 1950).

«Андрей Первозванный» был оснащен тралом и траловой лебедкой, что было новаторским орудием для российского рыболовства. В свой первый научный рейс «Андрей Первозванный» вышел 14(26) мая 1899 года (Берг, 1950), а уже на следующий день была выполнена первая гидрологическая станция, взяты пробы грунта и спущен первый промысловый трал на глубину около 300 м (Пашкова, 2006).

Экспедиция состояла из двух этапов: на первом с 1899 по 1901 г. ей руководил Н.М. Книпович, а на втором с 1902 по 1908 г. – Л.Л. Брейтфус (1864–1950). За годы работы Мурманской научно-промысловой экспедиции в Баренцевом море был собран огромный океанографический и биоло-

гический материал, открыты промысловые банки и доказана эффективность тралового промысла (Пашкова, 2006). Н.М. Книпович составил первую схему постоянных течений Баренцева моря, описал видовой состав рыб и некоторых групп беспозвоночных, но самое главное – создал новое направление в науке – промысловую океанологию. Результаты экспедиции стали фундаментом для развития научно-промысловых морских исследований в России. В 1902 году Книпович получил от Географического общества золотую медаль имени Литке за свои исследования в северных морях (Берг, 1950).

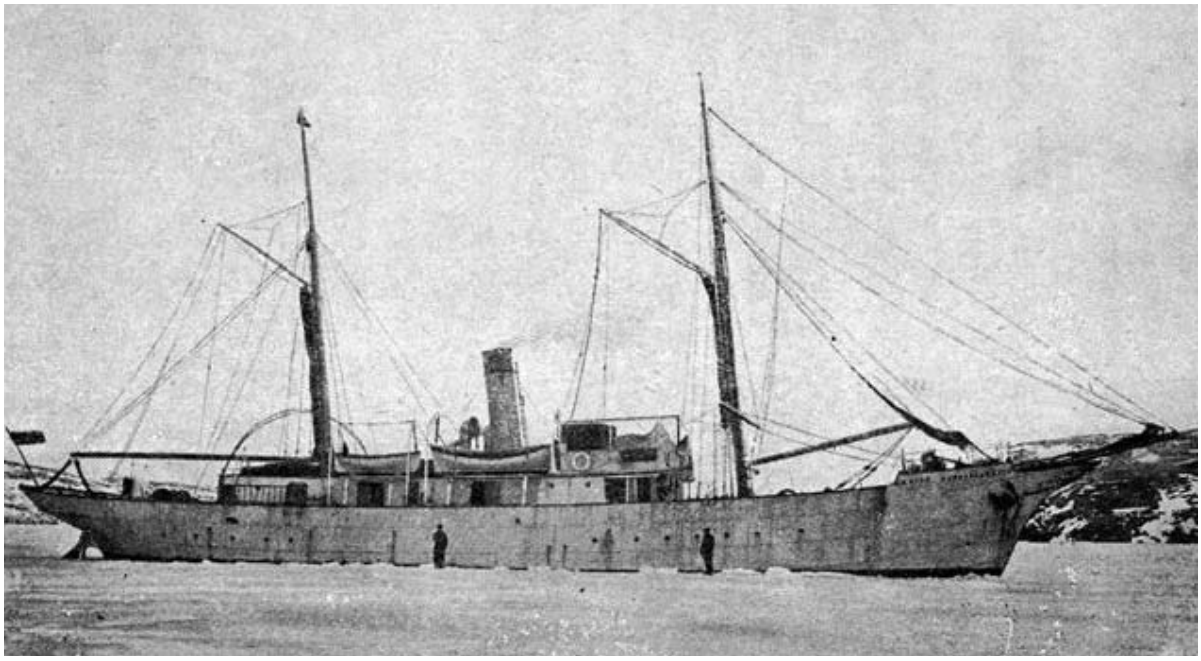


Рис. 3. Пароход «Андрей Первозванный», декабрь 1901 г.
(источник фото: http://polarpost.ru/f/uploads/4_166a.jpg)

Экспедиция для научно-промысловых исследований имела огромное практическое значение. Результаты своих изысканий на Баренцовом море Н.М. Книпович изложил в обширной (свыше 1500 страниц) монографии «Основы гидрологии Европейского Ледовитого океана», напечатанной в «Записках Географического общества» в 1906 году (рис. 4). Здесь впервые были описаны разветвления Гольфстрима на пространстве между Мурманом и Новой Землей и установлена связь обитания многих промысловых рыб с теплыми струями этого течения. Было обнаружено, что ранней весной, когда у берегов Мурмана трески нет, значительные количества этой рыбы встречаются в открытом океане. Треска приходит в Баренцово море с запада и держится сначала в области теплого течения и у его окраины, а затем приближается к берегам, когда и начинается массовый промысел. По мнению Л.С. Берга (1950), «если мы имеем сейчас на Баренцевом море обширный траловый лов, то не следует забывать, что этим мы обязаны в чрезвычайно большой степени исследованиям Книповича».

О прекрасной организации и подготовке Мурманской научно-промысловой экспедиции говорит и то, что она имела свой причал, лабораторную базу и склады в г. Александровске (ныне – г. Полярный, расположенный на берегу Кольского залива Баренцева моря, в 33 км от Мурманска). И когда в 1899 г. было решено переместить Соловецкую биологическую станцию с Белого моря в Александровск, Н.М. Книпович принял активное участие в размещении и обустройстве сотрудников на новом месте (Пашкова, 2006). Станция получила название Мурманской биологической станции и позже трансформировалась в Мурманский морской биологический институт.

На рубеже XIX–XX вв. в мировом сообществе усилились идеи развития международного сотрудничества в целях рационального использования биологических ресурсов Европейских морей. В связи с этим в 1902 г. был создан Международный совет по исследованию моря (ИКЕС). Благодаря признанию за рубежом научных достижений Н.М. Книповича его наряду с другими видными учеными, такими как Ф. Нансен, Й. Йорт, О. Свердруп, О. Петерсен и др., пригласили войти в состав ИКЕС в качестве официального представителя России. В этой организации Н.М. Книпович состоял

до 1914 года, т.е. до тех пор, пока когда деятельность совета в связи с войной временно не прекратилась. Несмотря на усилия Николая Михайловича, возобновление членства СССР в ИКЕС состоялось только в 1955 г. (т.е. уже после его ухода из жизни) (Пашкова, 2006).

В 1901 году Н.М. Книпович оставил руководство Мурманской научно-промысловой экспедиции в связи с принципиальными разногласиями, возникшими у него с Комитетом помощи поморам Севера, упрекавшем его в «излишнем академизме». С этого периода Н.М. Книпович переносит свою деятельность на юг, на Каспийское море.

Рис. 4. Титульные листы из некоторых публикаций Н.М. Книповича

В 1904 году Департамент земледелия и Общество рыболовства инициировали организацию экспедиции на Каспийское море, которую возглавил Н.М. Книпович, имевший богатый организаторский опыт, приобретенный им на Севере. Николай Михайлович блестяще организовал эту экспедицию, в ходе которой был собран обширный материал по гидрологии и гидробиологии моря.

Следует добавить, что в промежутках между Каспийскими экспедициями Н.М. Книпович успел провести гидробиологические исследования на Балтийском море 1908 году.

В 1912–1913 годах М.Н. Книпович продолжил работы на Каспийском море и наконец в 1914–1915 годах он снова становится во главе большой Каспийской экспедиции, плавания которой совершались на специально приспособленном для научно-промысловых исследований судне «Або» и продолжались более года (Берг, 1950). Две первые экспедиции (1904 и 1912–1913 гг.) были посвящены решению ряда прикладных вопросов сельдяного промысла, а гидробиологические и гидрологические исследования были оттеснены на второй план. Наиболее полно гидробиологические исследования Каспийского моря проводились в третью экспедицию (1914–1915 гг.).

Революция 1917 г. застала Н.М. Книповича за обработкой многочисленных материалов третьей каспийской экспедиции. Остается только удивляться самоотверженности и энтузиазму Николая Михайловича, который несмотря на все перипетии мировой истории обобщил и проанализировал обширные экспедиционные материалы.

Результаты всех своих работ на Каспийском море Н.М. Книпович изложил в фундаментальной монографии (около 1000 страниц, с многочисленными картами) «Гидрологические исследования в Каспийском море в 1914–1915 гг.», изданной Отделом прикладной ихтиологии Государственного института опытной агрономии в 1921 году. Этот труд, названный автором «первой попыткой дать общую картину физической географии величайшего из озер земного шара», представляет собой классическую монографию, плод многолетних полевых, лабораторных и кабинетных трудов, в котором объединено и освещено все, что было известно до 1921 года по гидрологии и гидробиологии этого водоема (Берг, 1950). Как и для Баренцева моря, Н.М. Книпович впервые представил точную картину течений в Каспийском море, что в дальнейшем позволило организовать на научной основе лов сельди в открытом море. Им впервые было установлено, что с глубин в 700 м вода Каспийского моря заражена сероводородом.

По мнению Л.С. Берга (1950), «если бы Книпович не опубликовал ничего другого, кроме этой классической книги, то и в таком случае он был бы причислен к разряду крупнейших ученых», но кроме этого им написаны другие, не менее капитальные труды по Баренцову, Азовскому и Черному морям (рис. 4). По образному выражению академика Берга (1950), «историю исследований Каспийского моря (не касаясь гидрографических работ) можно разделить на два периода: до Книповича и после Книповича».

Н.М. Книпович принимал участие еще в нескольких рыбохозяйственных экспедициях на Каспий в 1930–1932 годах, а в 1933 году вошел в состав созданной при Академии наук СССР Каспийской комиссии. По инициативе и под его общим руководством Каспийская комиссия снарядила в 1933–1934 годах экспедиции в среднюю и южную части этого моря, в 1934–1935 годах – в заливы Мертвый Култук и Кайдак, в зиму 1937–1938 годов – ледовую экспедицию на Северный Каспий (Берг, 1950).

Но научные интересы Николая Михайловича не ограничивались Каспием. Как только на юге России закончилась гражданская война, Н.М. Книпович поднимает вопрос об организации крупной научно-хозяйственной экспедиции для изучения Черного и Азовского морей. Эта инициатива нашла поддержку у руководства страны, поскольку страна нуждалась в восстановлении рыбных промыслов, пришедших в упадок еще в довоенные годы. При личном содействии В.И. Ленина были отпущены средства на снаряжение Азово-Черноморской научно-промысловой экспедиции (1922–1927 гг.).

О сложностях организации работы экспедиции написано в воспоминаниях Льва Яруцкого (Яруцкий, 2011 [сайт]): «Благодаря вмешательству Владимира Ильича (Ленина. – *Прим. авт.*) летом 1922 года первая научно-промысловая экспедиция Азовского моря начала свою работу. Деньги были отпущены, но, разумеется, весьма скромные. Хуже всего было то, что экспедиция не располагала судном и не могла, следовательно, выйти в море. Николая Михайловича (Книповича. – *Прим. авт.*) свели с мариупольским нэпманом, владельцем парусно-моторной шхуны. Торговались долго и отчаянно, причем во время этих темпераментных переговоров Книпович настаивал, в частности, на

том, чтобы хозяин сменил старомодное название своей шхуны – «Три Святителя» – на другое, более созвучное новой эпохе, но упрямый нэпман об этом и слышать не хотел. В конце концов, Книпович зафрахтовал «Трех Святителей» для работы и жилья. 27 июля 1922 года экспедиция вышла в море и начала свои исследования у мариупольских берегов».

Вероятно, шхуна «Три Святителя» (получившая в 1924 г. имя «Марианна», а в 1926 г. – «Н. Данилевский») не позволяла в полной мере решить задачи Азово-Черноморской научно-промысловой экспедиции, поскольку в том же 1922 г. во время личной встречи с В.И. Лениным Н.М. Книпович затронул вопрос необходимости приобретения собственного судна для продолжения исследований. В качестве такого судна Н.М. Книпович рассматривал пароход «Бесстрашный» Севастопольского торгового порта. По ходатайству В.И. Ленина, 15 декабря 1922 года Малый Совнарком признал принципиально необходимым бесплатно предоставить пароход «Бесстрашный» (бывший землеснаряд «Александр Барминский», 1923–1924) (рис. 5) для научно-промысловой экспедиции Азовского моря, а также поручить бюджетной комиссии Наркомфина вторично рассмотреть вопрос об отпуске средств для этой экспедиции, в частности для оборудования и содержания «Бесстрашного» (Яруцкий, 2011 [сайт]).

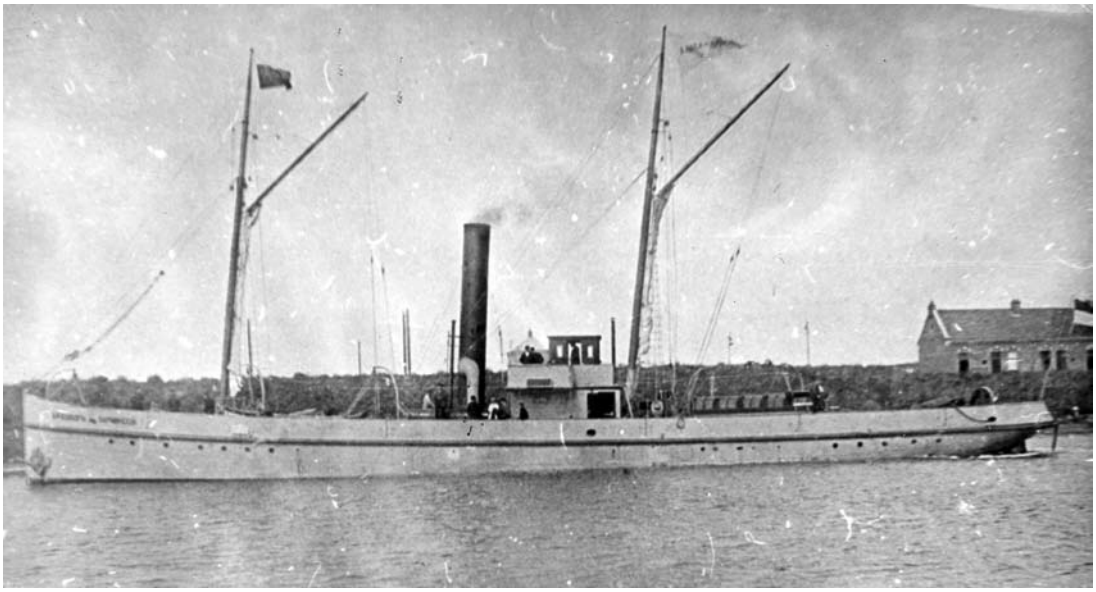


Рис. 5. Пароход «Бесстрашный» (бывший землеснаряд «Александр Барминский»)
(источник фото: http://www.tsushima.su/forums/viewtopic.php?id=5911&p=22)

Из воспоминаний Л. Яруцкого мы знаем следующее: «Пароход был в очень запущенном состоянии, с сильно изношенным котлом, часто требовавшим ремонта. К тому же по своей конструкции “Бесстрашный” был неудобен, мало пригоден для исследований в бурном Черном море и совсем непригоден для зимних работ вдали от берегов. Но выбирать было не из чего и, несмотря на все недостатки парохода, на нем можно было выполнить много работ, которые иначе были бы совершенно невозможны. Семнадцать месяцев, с 10 июля 1923 года по 10 декабря 1924 года, “Бесстрашный” служил экспедиции, после чего окончательно вышел из строя вследствие полной непригодности котла» (Яруцкий, 2011 [сайт]).

В состав Азово-Черноморской экспедиции входили такие ученые, как В.А. Арнольди, Б.Л. Исаченко, Н.Л. Чугунов, Б.С. Ильин, Г.Ф. Дуккер, П.И. Усачев, Л.И. Волков. По воспоминаниям В.М. Арнольди, он принял участие в экспедиции на пароходе «Бесстрашный», который был специально приспособлен для гидробиологических исследований. 3 сентября 1922 г. он писал жене: «Материал набирается чрезвычайно интересный, и мы не справляемся от рейса до рейса с его обработкой» (Алексеев и др., 2001).

Редкие архивные фотографии (Флот научный и экспедиционный [сайт]; Азово-Черноморская экспедиция (1922–1927 гг.) [сайт]) могут иллюстрировать будни Азово-Черноморской научно-промысловой экспедиции 1922–1927 гг. (рис. 6, 7, 8).

Рис. 6. Участники Азово-Черноморской экспедиции.
Керченская ихтиологическая лаборатория: С.С. Елизаров, Н.М. Книпович,
Н.Л. Чугунов, Н.И. Чугунова, Г.Ф. Друккер, П.И. Усачев, Б.С. Ильин и др.
(источник фото: http://www.vniro.ru/gal/azovchern1922/gallery/kerchenskaja_laboratorija)

Рис. 7. Экспедиционная группа Азово-Черноморской научно-промысловой экспедиции
(источник фото: http://www.tsushima.su/forums/viewtopic.php?id=5911&p=23)

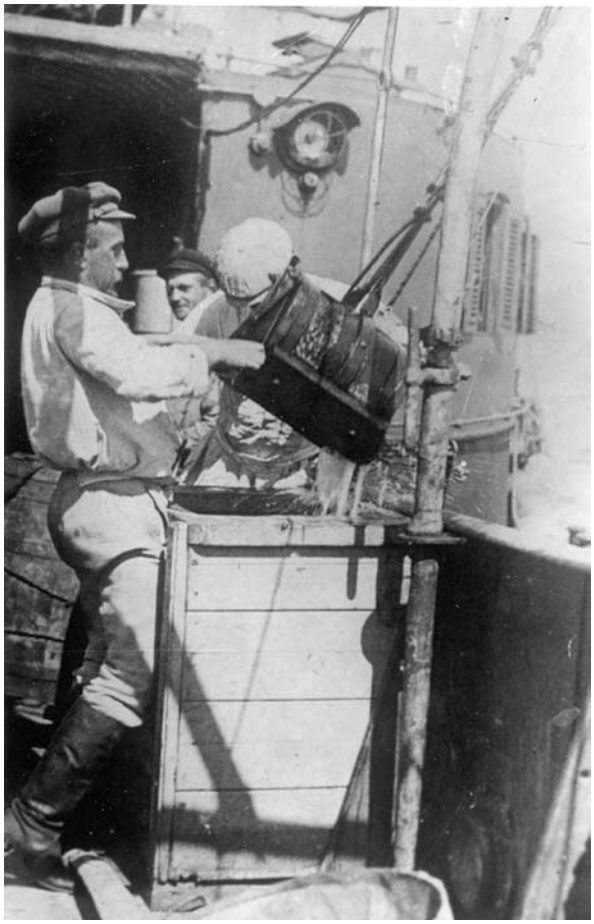


Рис. 8. Палубные работы в ходе Азово-Черноморской научно-промысловой экспедиции: на фото слева: И.И. Месяцев и Н.Л. Чугунов, на фото справа – П.И. Усачев.
(источник фото: http://www.tsushima.su/forums/viewtopic.php?id=5911&p=25)

Результаты этой экспедиции опубликованы в виде 10 выпусков «Трудов», два из них заключают фундаментальные работы самого Н.М. Книповича – монографии по гидрологии и гидробиологии Азовского (1932) и Черного (1933) морей, каждая из которых не уступает упомянутой выше монографии по Каспийскому морю.

Экспедицией Н.М. Книповича была дана обобщающая картина гидрологии и биологии Азовского и Черного морей с учетом сезонных и годовых изменений. Помимо того, что экспедицией была установлена высокая биологическая продуктивность Азовского моря, были намечены пути восстановления рыбного промысла в этом водоеме. Наблюдения Н.М. Книповича на Азовском море впервые показали, что в летние месяцы количество кислорода на дне нередко настолько понижено, что в результате иногда происходит массовая гибель («замор») моллюсков и рыб (например, бычков).

Исследования экспедиции в Черном море также добавили много информации о гидрологическом режиме водоема, в частности, обнаружив сложную схему круговых течений (названных позднее «очками Книповича»). Кроме того, впервые было детально изучено горизонтальное и вертикальное распределение морских организмов. Наряду с этим Николай Михайлович производит ревизию ихтиофауны и издает в 1923 г. первый полный определитель морских и пресноводных рыб азово-черноморского бассейна. В 1926 г. он издает подробный определитель рыб, обитающих в Баренцевом, Белом и Карском морях, где обобщены результаты многолетних исследований ученого.

Н.М. Книпович не оставил своих исследований на Севере, и в 1921 г. он снова принял активное участие в подготовке Северной научно-промысловой экспедиции (Севэкспедиция), в задачу которой входили исследования как на суше, так и на море. Работы планировалось выполнять посредством формирования различных отрядов: геолого-минералогического, археологического, биолого-почвенного, сельскохозяйственного и др. К сожалению, запланированные масштабные изыска-

ния реализовать не удалось. Из-за разногласий с Главным управлением рыбной промышленности («Главрыба»), обвинявшей участников экспедиции в некомпетентности, работа экспедиции была сорвана. Со срывом научных работ Николай Михайлович не смирился и даже пытался отказаться от руководства Азово-Черноморской экспедицией, куда был приглашен руководителем «Главрыбы» В.И. Мейснером. Поскольку для проведения таких масштабных исследовательских работ, какие были запланированы в Азовском и Черном морях, других профессионалов уровня Н.М. Книповича не было – конфликту постарались придать характер «недоразумения» (Пашкова, 2006).

В 1935 году, когда торжественно отмечалось пятидесятилетие трудовой и научно-исследовательской деятельности Н.М. Книповича, он был избран почетным членом Академии наук СССР и был назначен заведующим Северной базой Академии наук. Кроме того, Николаю Михайловичу присвоили звание Заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, он был избран почетным членом Географического общества, а Полярному научно-исследовательскому институту (ПИНРО) было дано имя профессора Книповича (Пашкова, 2006). Всесоюзным институтом морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) был подготовлен юбилейный «Сборник, посвященный научной деятельности почётного члена Академии наук СССР, заслуженного деятеля науки и техники Николая Михайловича Книповича (1885–1939)», который вышел в свет уже после смерти Николая Михайловича.

Осенью 1938 года был издан последний обширный труд Н.М. Книповича «Гидрология морей и солоноватых вод (в применении к промысловому делу)». Как особо подчеркивал Л.С. Берг (1950), «в этой книге, содержащей свыше 500 страниц, кроме разделов, обычных в курсах океанографии (соленость, газы, температура, ледяной покров, течения и пр.), имеются главы: “Гидрология и биология водоемов”, “Гидрология и промысловое дело” и “Роль человека в изменениях гидрологических и биологических условий и промысловой продуктивности водоемов” – главы, занимающие более половины руководства. Здесь Книпович с тем полным знанием дела, которое было так свойственно ему, излагает, как воздействуют гидрологические условия среды на распределение водных организмов и как человек, опираясь на данные гидрологии и гидробиологии, может рационально организовать водные промыслы».

Н.М. Книпович на протяжении всей своей жизни отличался завидным здоровьем, но время неумолимо и 23 февраля 1939 г., на исходе 77-го года жизни, он скончался. Был похоронен 26 февраля на Смоленском кладбище Ленинграда.

Вклад Николая Михайловича в океанографию громаден: его трудами исследованы Белое, Баренцево, Балтийское, Каспийское, Азовское и Черное моря. Это был человек несравненной работоспособности и всеобъемлющих знаний. В науке он один сделал столько, что этого хватило бы на много жизней других ученых (Пашкова, 2006).

Николай Михайлович Книпович был «общепризнанным патриархом и учителем русских гидрологов, ихтиологов и научно-промысловых исследователей, красой и гордостью российской науки» (Берг, 1950). Это был крупнейший исследователь моря, ученый мирового масштаба, и имя его навсегда останется записанным в историю изучения морей России.

Как дань уважения к заслугам Н.М. Книповича, его имя увековечено на географической карте в Арктике и Антарктиде: в его честь назван залив на полуострове Таймыр, бухта на Новой Земле, мыс на острове Рудольфа на Земле Франца Иосифа, гора в Антарктиде, подводный хребет в Гренландском море. В Мурманске в честь Книповича названа одна из улиц города, его имя носит Полярный научно-исследовательский институт (ПИНРО).

Имя Н.К. Книповича носили 6 научно-исследовательских судов, работавших в разные периоды в различных районах Мирового океана (Флот научный и экспедиционный [сайт]):

1. «Николай Книпович» – моторно-парусный бот, Мурманская биологическая станция, ПИНРО (1928–1959);
2. «Академик Книпович» – КФК, АзЧерНИРО (промразведка) (1950–1952?)
3. «Профессор Книпович» – СО-300, КаспНИРХ (1951–1965?)
4. «Академик Книпович» – СРТ-400 (стр № 645, ГДР, Росток) – поисковое судно Камчатрыбфлот – УТРФ (Камчатка) (1952–1965?)
5. «Академик Книпович» – СРТР типа «Океан», ПИНРО (1960–1980) (рис. 9)
6. «Академик Книпович» – БМРТ (пр.399), ВНИРО (1964–1994).

Символично, что на одном из судов, носивших имя Николая Михайловича («Академик Книпович», ПИНРО) (рис. 9), в 1966 г. началась научно-экспедиционная деятельность Г.Г. Матишова, который в свое время тоже стал академиков и посвятил много сил изучению северных и южных морей (Гренландского, Баренцева, Белого, Карского, Каспийского, Азовского, Черного и др.).

Рис. 9. НИС «Академик Книпович», ПИНРО (1960–1980)
(источник фото: http://www.tsushima.su/forums/viewtopic.php?pid=514163

Список литературы

1. *Берг Л.С.* Почетный академик Николай Михайлович Книпович // Вестник АН СССР. 1950. Вып. 8. – С. 76–83.
2. Полвека научной и общественной деятельности Н.М. Книповича // Сборник, посвященный научной деятельности почётного члена Академии наук СССР, заслуженного деятеля науки и техники Николая Михайловича Книповича (1885–1939). М.; Л., 1939. – С. 5–12.
3. Флот научный и экспедиционный // Tsushima.su – интернет-сообщество любителей военно-морской истории: сайт [Электронный ресурс]. URL: http://www.tsushima.su/forums/viewtopic.php?id=5911&p=22 (дата обращения 30.04.2012).
4. *Алексеев Л.В., Белякова Г.А., Поддубная-Арнольди В.А.* Владимир Митрофанович Арнольди (1871–1924). М.: Наука, 2001. – С. 132–133.
5. *Яруцкий Л.* Азовская экспедиция // Старый Мариуполь. 2011. 7 дек. [Электронный ресурс]. URL: http://old-mariupol.com.ua/azovskaya-ekspediciya/ (дата обращения 30.04.2012).
6. Азово-Черноморская экспедиция (1922–1927 гг.) // Сайт ВНИРО [Электронный ресурс]. URL: http://www.vniro.ru/gal/azovchern1922/gallery/na_palube

ДИНАМИКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ *BALANUS IMPROVISUS* DARVIN В ДАГЕСТАНСКОМ ПРИБРЕЖНОМ РАЙОНЕ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Алигаджиев М.М., Амаева Ф.Ш., Османов М.М., Абдурахманова А.А.
Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН, Махачкала, Россия

DISTRIBUTION DYNAMICS OF BALANUS IMPROVISUS DARVIN IN THE DAGESTAN COASTAL AREA OF THE CASPIAN SEA

Aligadzhiev M.M., Amaeva F.Sh., Osmanov M.M., Abdurakhmanova A.A.
Caspian Institute of Biological Resources, Dagestan Science Center, Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia

Как известно, западное прибрежье Среднего Каспия является основным районом нагула и воспроизводства ценных промысловых рыб Каспия, что делает актуальным планомерное наблюдение за состоянием гидрофауны региона и динамикой морских сообществ в меняющихся экологических условиях.

Одним из доминирующих видов, формирующих донные сообщества в дагестанском прибрежье Каспийского моря, является усоногий рак *Balanus improvisus* Darvin. В последнее время исследований, посвященных экологии и количественному распределению *B. improvisus* в Каспийском море не проводилось. Поэтому целью настоящей работы явилось изучение его многолетней динамики и количественного распределения.

В данной работе использован гидробиологический материал, собранный в дагестанском районе Среднего Каспия в 2007–2011 г. с использованием малого дночерпателя Петерсена с площадью захвата 0,025 м^2. Также отбирали обрастания с прибрежных каменных гряд при помощи скребков и рамок. Районами сбора проб были выбраны 6 участков дагестанского прибрежья – пос. Караман, г. Махачкала (акватория пляжа и торгового порта), пос. Манас, г. Избербаш и г. Дербент. Пробы промывали в сите из газа № 28. Организмы фиксировали 4 % формалином и взвешивали с точностью до 0,01 мг.

Анализ собранного материала показал, что в общей биомассе бентоса дагестанского района Среднего Каспия в исследуемый период биомасса *B. improvisus* составила 2,1 г/м^2, тогда как по литературным данным в 1956 году она равнялась – 4,4 г/м^2 (Державин, 1956), в 1973 – 4 г/м^2, в 1974 – 0,6 г/м^2, в 1978 – 8,19 г/м^2, в 1984 – 4,55 г/м^2 (Алигаджиев, 1989). Так как картина многолетней динамики развития *B. improvisus* имеет неравномерный характер, причины таких колебаний его численности определить достаточно сложно. Скорее всего, это является суммарным выражением биотических и абиотических факторов среды, проследить за которыми довольно трудно. Происходящие за последние десятилетия экологические изменения на Каспии в связи с поднятием уровня моря и антропогенным воздействием с одной стороны и влиянием вселенца гребневика – с другой, повлекла за собой резкое снижение кормовой базы моря, что, возможно, повлияло и на продуктивность балянуса.

В ранее проведенных исследованиях в дагестанском прибрежном районе (Гусейнов, Кургенян, 1985) при рассмотрении распределения общей биомассы бентоса от уреза до 10 м глубины отмечено ее постепенное уменьшение к глубине 2 м и дальнейшее увеличение к глубине 10 м. Были отмечены 2 продуктивные зоны: урез – 1 м и 5–10 м. В первой зоне определяющую роль играют ракообразные, во второй – моллюски. На 2 м изобате, где преобладают песчано-илистые грунты, донная фауна в основном состоит из мелких видов: кумовые рачки, остракоды и мелкие полихеты. Поэтому здесь биомасса бентоса не превышала 0,5–0,8 г/м^2. Это, видимо, и объясняет низкие показатели численности и биомассы *B. improvisus* на этих глубинах и в период наших исследований.

Как показывают наши исследования, распределение *B. improvisus* по глубинам по сравнению с прошлыми годами практически не изменилось, хотя и наблюдается общая тенденция к уменьшению средней биомассы.

По данным Г.А. Алигаджиева (1989), исследуемый вид в Каспии получил наибольшее развитие на глубине 20–30 м, где его биомасса составляла 26,34 г/м^2. На этих глубинах превалируют ракушечные грунты, на которых он себя хорошо чувствует. Однако по сравнению с 1989 годом средняя биомас-

са *B. improvisus* на 20-метровой глубине стала меньше на порядок (табл. 1). По нашим материалам плотность балянуса в бентосе по всему прибрежью значительно уменьшился и на самых богатых ракушечниках его биомасса не превышала 16 г/м^2, а в районе Избербаша и Дербента, где наиболее благоприятные для жизни жесткие грунты, его средняя биомасса не превышала 8 и 6 г/м^2 соответственно.

Таблица 1

Распределение биомассы (г/м^2) *B. improvisus* в дагестанском прибрежье Среднего Каспия в 2007–2011 гг.

Глубина, м	2007 г.	2011 г.
0–1	15,4	16,7
1–5	2,6	1,5
5–10	0,8	0,3
10–20	5,8	4,3

Из таблицы 1 видно, что наибольшие скопления *B. improvisus* находятся до метровых глубин. Более высокие показатели биомассы *B. improvisus* на глубинах 0–1 м обусловлены тем, что в отличие от предыдущих лет мы учитывали прибрежные обрастания, где он является одним из доминирующих компонентов сообщества.

Как показали наши исследования, усоногий рачок *B. improvisus* являлся руководящей формой в большинстве исследованных сообществ обрастаний дагестанского прибрежья. Балянусы появляются в обрастании раньше и уступают, но не всегда, первенствующее положение моллюскам *Mytilaster lineatus* Gmelin. Быстрота роста и начала размножения, огромное количество отрождаемых личинок и стайность их оседания возле взрослых особей балянусов позволяла им создавать обширные поселения и играть руководящую роль в сообществе обрастания на первом этапе сукцессии.

Наши наблюдения показали, что особенно большое значение балянусы имели в обрастании судов и гидротехнических сооружений Махачкалинского морского торгового порта, где они составляли почти половину сообщества в численном отношении. Важным свойством *B. improvisus* является возможность длительное время переносить загрязнение, опреснение и другие неблагоприятные факторы. По сравнению с другими организмами балянусы меньше страдают от плотного поселения, поскольку наличие у них перекрестного оплодотворения предполагает компактное поселение как одно из условий, необходимых для сохранения вида (Брайко, 1974). Средняя плотность поселения усоногих раков в обрастаниях каменных гряд дагестанского прибрежья Каспия колебалась в пределах 540–3973,3 экз./м^2.

С конца 70-х годов с поднятием уровня моря началось падение биомассы балянуса от 8,19 г/м^2 в 1976 г. до 2 г/м^2 в 2011 г. Особенно это заметно в северной части дагестанского прибрежья Каспия, где подъем уровня сопровождался изменением рельефа дна за счет размыва берега. Наиболее высокие концентрации *B. improvisus*, как и в первые годы его заселения в Каспийское море, сохранились в районе Избербаш – Килязы, где имеются жесткие грунты и каменистое дно.

Картина распространения *N. Balanus* и его взрослой формы совпадает, только следует отметить, что за счет юго-восточных ветров и течений ареал личиночной формы далеко заходит на север. Кроме того, в районе Аграханской косы и Лопатина, где имеются обширные заросли камыша, традиционно отмечается высокая численность и биомасса личинок балянуса

Хотя взрослые формы *B. improvisus* практически не входят в рацион бентосоядных рыб, молодь сельдей почти полностью потребляет личинки балянуса, а в пище кильки они составляют 44 %. По данным И.В. Ходкиной (1971), в южной части дагестанского побережья до глубины 20 метров личинки *B. improvisus* составляли 60 % планктона (10 000 экз./м^2), а в районе Избербаша их численность достигала до 100 000 экз./м^2. На высокую биомассу личинок усоногих раков (130–140 мг/м^3) на западных прибрежных мелководьях Среднего Каспия в районе Сулакского маяка на глубинах 1–5 м в августе 1977 г. указывал и М.М. Мамаев (1982). Наши многолетние данные показывают, что личинки балянуса в Среднем Каспии широко распространены и наиболее массовые скопления их приурочены к прибрежьям (Османов, Алигаджиев, 2001).

Таким образом, исследование динамики распределения *B. improvisus* показало, что он формирует устойчивые биоценозы на ракушечных грунтах и является доминирующей формой в обрастаниях исследуемого района. При этом отмечена наметившаяся тенденция к снижению общей численности и биомассы *B. improvisus* в дагестанском прибрежном районе Каспийского моря. Это является следствием меняющегося уровенного режима моря и, соответственно, рельефа дна, а также хищнического истребления личинок балянуса гребневиком *Mnemiopsis leidyi*.

Список литературы

1. *Алигаджиев Г.А*. Биологические ресурсы дагестанского рыбохозяйств. района Каспия. Махачкала: Даг. кн. изд-во, 1989. С. 128.
2. *Брайко В.Д.* Некоторые сукцессивные закономерности в сообществе макрообрастаний // Океанология. 1974. Т. 14. Вып. 2. С. 345–348.
3. *Гусейнов М.К.*, *Кургенян В.Р.* Донная фауна дагестанского прибрежья. Среднего Каспия // Гидроб. журн. 1985. Т. 21 № 2. С. 42–46.
4. *Державин А.Н.* Новый вселенец в Каспийском море – морской желудь // Доклады АН Азер. ССР., 1956. Т. 12. № 1. С. 43–46.
5. *Мамаев М.М* Распределение зоопланктона в прибрежной части Среднего Каспия // Биологические ресурсы Дагестанского прибрежья Каспийского моря. Махачкала: Изд-во ДагФАН СССР, 1982. С. 42–50.
6. *Османов М.М., Алигаджиев М.М.* К распределению науплий *Balanus improvisus* в западных прибрежьях Среднего Каспия // Мат-лы науч.-тех. конф.: Проблемы сохранения, рационального использования и воспроизводства природноресурсного потенциала РД. Махачкала, 2001. С. 141–143.
7. *Ходкина И.В.* Сезонная динамика численности личинок некоторых новых донных форм для Каспийского моря в районе Изберга (Средний Каспий) в 1966 г. // Зоол. журн. 1969. Т. 48. Вып. 3. С. 81–88.

МОРФОПАТОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРИБРЕЖНЫХ РЫБ КРАСНОГО МОРЯ

Аль-Бурай А., Крючков В.Н.
Астраханский государственный технический университет, Астрахань, Россия

MORPHOPATHOLOGICAL ANALYSIS OF RED SEA COASTAL FISH

Al-Burai A., Krjuchkov V.N.
Astrakhan Technical State University, Astrakhan, Russia
kvn394@rambler.ru

Жизнь в водоемах в отличие от наземных условий существования характеризуется тесной зависимостью обитателей от факторов среды в силу большой роли в водных экосистемах процессов экологического метаболизма. В воде растворены многие сотни химических веществ различного типа действия, в том числе и те, которые могут быть отнесены к ксенобиотикам. Влияние этих веществ вкупе с комплексом других абиотических и биотических факторов среды вызывает у рыб неспецифические реакции, которые трудно связать с действием определенных токсикантов (либо других влияний). Реализация адаптаций видов к условиям существования реализуется не только на уровне целых организмов, но и на уровне тканевых и клеточных структур. В этой связи эколого-морфологическое исследование определенных органов способствует более глубокому пониманию, насколько состояние органа определено условиями существования.

Основу работы составили материалы по мониторингу некоторых рыб Красного моря, имеющие местное промысловое значение и являющиеся важным источником белкового питания для населения Йемена.

Для анализа отбирались рыбы, относящиеся к разным систематическим группам и отличающиеся друг от друга по биологии и образу жизни. Отлов осуществлялся в прибрежной зоне Йемена. Нами были исследованы крупночешуйные кефали *Liza macrolepis* (сем. Кефалевые *Mugilidae*). Кефаль – одна из самых распространенных на рынке рыб в Йемене по причине доступной цены и качества мяса, из которого местные жители готовят разнообразные блюда. Кефали составляют до 20 % от общего объема производства рыбы в Йемене.

Другим объектом были ариевые сомы *Arius gogora* (сем. Ариевые *Ariidae*). Это типичные морские сомы, в отличие от более распространенных пресноводных. *Arius gogora* – это некрупные рыбы, обитающие в прибрежных водах, объекты небольшого промысла.

Представители семейства Мохарровых (Gerridae) живут на прибрежных мелководьях у песчаных берегов. Нами исследовался типичный представитель семейства – мохарра *Gerres oyena*.

Морфопатологические исследования проводились непосредственно после отлова рыбы. При исследовании применялся метод визуальной оценки изменений морфологических показателей рыб, применяемый при обычных ихтиологических работах (Решетников и др., 1999). Прежде всего, исследовали внешний вид рыбы, отмечая поражение или изменение кожных покровов, различные уродства костного скелета (черепа, плавников) отклонения от нормы в счетных признаках (число лучей в плавниках, жаберных тычинок и т. д.). При осмотре жаберной полости фиксировали отечность слизистой, цвет жаберных лепестков и степень выраженности на них анемичного кольца синего цвета, нарушение формы жаберных тычинок. Отмечали тургор мышц и искривления и укорочение тела.

После вскрытия рыбы последовательно просматривали все внутренние органы: кишечник с желудком, печень и желчный пузырь, почки и мочевой пузырь, селезенку, сердце и гонады. При этом обращали внимание на цвет, размеры, форму, консистенцию (гомогенная или зернистая) всех органов, кровенаполнение снабжающих их сосудов. Одновременно определяли состояние мышечной ткани, а также зараженность паразитами отдельных органов и тканей.

Так как бальная система аномалий при проведении исследований на Красном море прежде не проводилась, мы взяли за основу работу Ю.С. Решетникова по сигам (1999), и по аналогии была разработана система визуальной оценки органов тропических рыб. Рассчитывали индекс неблагополучного состояния (ИНС), который выражает состояние особи в виде одного числа. В нашем случае он определялся как сумма балов по анализируемым органам (покровы, включая состояние плавников, жабры, печень, почки, кишечник, мышцы). Степень поражения каждого органа оценивалась в баллах от 1 до 4, отсутствие патологий оценивалось как 0 баллов.

Наружные покровы исследованных рыб были в норме. Эктопаразиты отсутствовали. Окраска была характерной. Аномалий в строении плавников, ротового аппарата, а также искривления позвоночника отмечено не было.

Несмотря на видовые особенности в строении жабр, общий характер выявляемых изменений был сходным. Приблизительно у 50 % рыб жабры внешне были в норме, имели интенсивную равномерную окраску, целостность жаберных лепестков не была нарушена. У остальных рыб в состоянии жабр были выявлены те или иные нарушения, степень патологии изменялась от 1 до 4. Наиболее распространенными были изменения, оцененные в 1 балл. Жабры при этом были бледнее обычного, отмечалось большее количество слизи. Также встречались рыбы с явно выраженными анемичными жабрами. У других рыб в жабрах наблюдались кровоизлияния, была нарушена целостность эпителия, края жабр были неровными, между лепестками местами были промежутки.

Из морфопатологических отклонений в печени можно было встретить изменение окраски печени (от песочной до темно-зеленой и оранжевой) и консистенции (уплотнения печени и «мажущаяся печень»). Нарушения печени оценивались в 0–3 балла. Большинство рыб имели нарушения 1 степени. При этом печень имела размеры и консистенцию, свойственную этому органу у рыб, но окраска была бледная. Треть рыб имели печень со степенью патологии 2 балла. Такая печень была очень бледная, неравномерно окрашенная, имела меньшую массу. Вообще, мозаичность окраски печени – распространенная патология.

В состоянии кишечника визуальных патологических изменений либо не выявлено, либо они незначительны. Мышцы у всех исследованных рыб были в норме.

В целом можно отметить, что аномалии встречались, но не у всех рыб и не во всех органах. Наиболее выраженные изменения присутствовали в жабрах и в печени. Кроме того, изменения регистрировались и со стороны почек. Этому есть простое объяснение. Основными «воротами» попадания в организм рыб и местами накопления в нем загрязняющих веществ являются дыхательная (жабры), пищеварительная (желудочно-кишечный тракт, печень и желчный пузырь) и выделительная (почки) системы. Кроме того, происходит накопление их в кожных покровах, мышцах, скелете и в селезенке (но эти органы были нормальными).

Степень выраженности патологии органов не зависела от пола и стадии зрелости гонад. Что касается межвидовых различий, то наибольшее значение индексов ИНС наблюдалось у кефалей (таблица 1).

Таблица 1

Межвидовые различия индекса неблагополучного состояния (ИНС) у рыб Красного моря

Вид	ИНС	min-max	К-во рыб, экз.
Liza macrolepis	3,25±0,43	0–11	40
Arius gogora	2,06±0,54	0–8	35
Gerres oyena	2,76±0,50	0–8	38

Анализ сезонной динамики состояния органов на примере показал минимальные значения индекса ИНС. Самый высокий уровень поражения органов (особенно жабр) был отмечен летом (в июле-августе), когда температура воды в море прогревается до 29,0 °С и даже выше. Вполне очевидно, что наряду с другими неблагоприятными факторами (например, загрязнением) температура оказывает влияние на выраженность патологических процессов.

В пользу утверждения, что загрязнение оказывает влияние на степень выраженности патологии органов, свидетельствует тот факт, что у рыб (это касается главным образом *Arius gogora* и *Gerres oyena*), пойманных в районе порта, индекс ИНС превышал аналогичные показатели у рыб, отловленных в отдаленных от порта районах.

Что касается возрастных закономерностей, то с возрастом наблюдается тенденция увеличения выраженности патологических изменений, что находит свое проявление в повышении значений ИНС.

Список литературы

1. *Решетников Ю.С., Попова О.А., Кашулин Н.А., Лукин А.А., Амундсен П.-А., Сталдвик Ф. Оценка* благополучия рыбной части водного сообщества по результатам морфопатологического анализа рыб // Успехи современной биол. 1999. 119, № 2. С. 165–177.

НАБЛЮДЕНИЕ ОБШИРНЫХ СУДОВЫХ РАЗЛИВОВ В ЧЕРНОМ МОРЕ ПО СПУТНИКОВЫМ ДАННЫМ

Антонюк А.Ю.[1,3], Иванов А.Ю.[2], Филимонова Н.А.[3]

[1] Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия
[2] Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия
[3] Инженерно-технологический центр «СКАНЭКС», Москва, Россия

MONITORING OF EXTENSIVE OIL SPILLS IN THE BLACK SEA ON THE BASES OF SATELLITE DATA

Antonyuk A.Yu.[1,3], Ivanov A.Yu.[2], Filimonova N.A.[3]

[1]Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia
[2]Shirshov Institute of Oceanology, Moscow, Russia
[3]ScanEx Research and Development Center, Moscow, Russia
a.antoniuk@scanex.ru

При проведении плановых спутниковых съемок акватории Черного моря 23–25 июня и 5 августа 2011 года специалисты ИТЦ «СКАНЭКС» обнаружили беспрецедентно крупные пленочные загрязнения судового происхождения. Пятна, имевшие сложную, большей частью вытянутую форму, находились в российском секторе моря. Совокупная площадь пятен составила 423 и 185 км^2. Оптические съемки спутников Terra и Aqua подтвердили наличие обширных пленочных образований в данных районах. С помощью данных автоматизированной системы идентификации судов (АИС) были идентифицированы суда, причастные к загрязнению. Данные спутникового мониторинга выявили и другие аналогичные судовые разливы площадью десятки и сотни квадратных километров, которые были зафиксированы на ряде других радиолокационных изображений (РЛИ) Envisat-1 и Radarsat-1.

Наиболее вероятным источником этих крупных разливов является мойка танкеров в открытом море после перевозки растительных масел, других жидких веществ, а, возможно, и нефтепродуктов. Мойку танкеров производят, пренебрегая требованиями конвенции МАРПОЛ, то есть не всегда легально и большей частью в российском секторе моря или на его границах, зачастую вне зоны действия береговых АИС. На основе комплексного анализа РЛИ Envisat-1, Radarsat-1 и Radarsat-2 и данных АИС показано, что суда, ответственные за разливы, не всегда действуют в легальных рамках. Этот и другие подобные случаи, зарегистрированные во время мониторинга Черного моря, требуют более пристального внимания российских природоохранных организаций к этой вновь обозначившейся проблеме. В докладе проведен анализ двух крупных разливов и обсуждаются вопросы легальности подобной деятельности в российском секторе моря.

ТЕХНОЛОГИИ ОПЕРАТИВНОГО ОБНАРУЖЕНИЯ НЕФТЯНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА МОРСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

Антонюк А.Ю.[1,2], Филимонова Н.А.[2], Станичный С.В.[3], Кубряков А.А.[3]

[1] Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

[2] Инженерно-технологический центр «СКАНЭКС», Москва, Россия

[3] Морской гидрофизический институт НАН Украины, Севастополь, Украина

TECHNOLOGIES OF OPERATIVE OIL POLLUTION DETECTION ON THE SEA SURFACE ON THE BASES OF SATELLITE MONITORING

Antonyuk A.Yu., Filimonova N.A., Stanichny S.V., Kubryakov A.A.

[1]Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

[2]ScanEx Research and Development Center, Moscow, Russia

[3]Marine Hydrophysical Institute National Academy Sciences of Ukraine, Sevastopol, Ukraine

a.antoniuk@scanex.ru, anataly@scanex.ru, sstanichny@mail.ru

Инженерно-технологическим центром «СКАНЭКС» разработана и внедрена технология оперативного спутникового мониторинга с целью наблюдения за экологическим состоянием морских акваторий.

Сейчас оперативная спутниковая съемка становится обязательным компонентом информационного обеспечения таких систем мониторинга. Радиолокационные спутниковые изображения, которые не зависят от облачности и освещенности, используются в качестве основного источника информации о нефтяных загрязнениях, а комплексное применение радиолокационных и оптических данных позволяет установить природу их происхождения и определить различные процессы и явления на морских акваториях. Также благодаря такой технологии многоспутникового мониторинга, достигается высокая частота съемок (средний период съемки составляет 1–2 суток).

Для достижения высокой оперативность предоставления информации разработана и внедрена автоматическая цепочка обработки данных в сочетании с экспертной оценкой. Эксперт, применяя геоинформационный подход, предложенный специалистами ИО РАН им. П.П. Ширшова как наиболее эффективный метод для идентификации нефтяных пятен с учетом широкого набора дополнительной информации, дает окончательную интерпретацию выделенных сликов.

Для оперативного представления и полноценного анализа данных применяется картографический веб-сервис. Он базируется на комбинации дистанционных данных, ГИС-технологий, системе моделирования нефтяных загрязнений, данных АИС и сопутствующей информации в единой геопространственной среде и позволяет осуществлять визуализацию оперативной и объективной информации о текущем состоянии исследуемой акватории в зоне контроля. После предварительной обработки все необходимые данные автоматически подгружаются на веб-сервис.

Веб-интерфейс разработан на базе геопортальных технологий компании ИТЦ «СКАНЭКС» Web GeoMixer и позволяет организовать открытый или закрытый (в зависимости от поставленных задач

и конечного потребителя) многопользовательский доступ к пространственным данным с помощью обычного браузера и не требует установки специализированного ПО ГИС и навыков работы с ней. Способ предварительной подготовки больших объемов данных обеспечивает их быстрый просмотр через Интернет и высокую производительность системы. Пользователь может принимать оперативные решения для планирования операций по ликвидации загрязнений акватории.

Внедрение данного подхода осуществляется с 2007 года. Результаты работ показывают, что космическая радиолокация является ценным источником информации для экологического мониторинга приморских районов. Высокая частота съемок обеспечивает надежный контроль лицензионных участков, с гарантированной возможностью обнаружения загрязнений и слежения за динамикой распространения пятен. А веб-геоинформационный подход позволяет различать загрязнения, связанные с разведкой и добычей нефти, и пленочные загрязнения иной природы.

КРИЗИС ПАРАДИГМЫ «ПОРТОВ – БЕРЕГОВЫХ УБЕЖИЩ» В АЗОВСКОМ И ЧЕРНОМ МОРЯХ

Артюхин Ю.В.
ООО НПЦ «Берегозащита», Краснодар, Россия

CRISIS OF THE PARADIGM "PORTS – COASTAL REFUGES" IN AZOV AND BLACK SEAS

Artyukhin Yu.V.
OOO NPC "Beregozaschita" Krasnodar, Russia
arty-yeisk@mail.ru

Начиная с XVIII–XIX вв. морская деятельность европейских стран опиралась на парадигму «береговых убежищ» для флота, основанную на использовании защищенных от волнения акваторий бухт, устьев рек, эстуариев (Моран, 1980). Кажущаяся простота укрытия судов в бухтах и лиманах, прикрытых косами, объясняла стремление ведомств Министерства торговли Российской империи и Гидрографической службы Черноморского флота не рассматривать возможность устройства причалов и гаваней на открытых побережьях Азовского и Черного морей. Поэтому большинство причалов в XIX в. располагали в естественных убежищах – Ейском, Ахтарском и Курчанском лиманах, Бердянском заливе, Тонком проливе, устьях рек Кальмиус, Дон, Кубань. В Черном море, согласно этой же парадигме, устраивался военный порт в устье р. Цемес, порт Туапсе в бухте, прикрытой мысом Кодош, база рейдовых лодок флотилии Азовского казачьего войска – в устье р. Шапсухо. Переход на суда с паровыми машинами и стальными корпусами потребовал защиты причалов от волнений и льдов ограждающими молами, а для уменьшения количества перевалки грузов – устройства к ним подходных каналов. К этому подталкивали и низкие экономические показатели работы практически всех Азовских портов (табл. 1).

Высокие накладные расходы в Ейском, Таганрогском и Ростовском портах объяснялись большой удаленностью от Беглицкого рейда, где обычно останавливались пароходы. К тому же в Ейском порту требовалось самое большое число операций по перевалке грузов.

Издержки на содержание портовой инфраструктуры возрастали, но существенного повышения экономических показателей не произошло. Зато стал ощущаться серьезный ущерб экосистеме Азовского моря, что выявило сопоставление гидробиологических съемок, выполненных в XIX и XX вв. Если в первой половине XX в. объемы дноуглубительных работ были сравнительно невелики, учитывая малые габариты судов, обеспечивающих каботажное плавание, то после войны масштабы сброса продуктов черпания на подводные свалки существенно увеличились. Анализ схем пространственного распределения донных отложений, составленных на основе обработки литологической нагрузки карт ГУНИО МО СССР за 1950, 1960 и 1970-е годы, наглядно показал, что развитие экосистемы в пределах зон влияния портов происходило в условиях взаимного наложения естественных

изменений типов донных осадков и процесса гидродинамической переработки осадочных масс, сбрасываемых портами на подводные свалки.

Таблица 1

Накладные расходы в Азовских и иных портах а начале XX в. (Кварновский, 1904)

Название портов	Расстояние до рейдов в милях	Накладные расходы в копейках на четверть (208 кг)
Керчь	3 ½–6	33½ к.
Геническ	2–4	31½–39½ к.
Бердянск	6–7	34–39 к.
Мариуполь	7	34–39 ½ к.
Таганрог	25	46 ½–48½ к.
Ростов-на-Дону	51–63	40½ к.
Ейск	23	49½–68½ к.
Темрюк	4–5	45½–56½ к.
Феодосия	–	25 к.
Новороссийск	–	24 к.
Нью-Йорк	–	12 к.

К началу XXI в. развитие портов РФ фактически продолжается в рамках парадигмы, сформулированной в XVIII–XIX вв., хотя технические возможности флота несоизмеримо возросли. Но появляются новые факторы, обостряющие проблему взаимоотношения техногенных объектов и природы моря. В первую очередь к ним следует отнести эвстатический подъем уровня морей, изменение гидролого-гидрохимического режима Азовского моря, активизацию геодинамических процессов. Рассмотрим на конкретных примерах негативное сочетание новых и уже проявившихся ранее факторов, усложняющих работу портов и влияющих на экосистему моря.

Таганрогский порт. Как показывает анализ морских карт XVIII–XIX вв., возникновение Таганрогского военного порта было обусловлено фазой непродолжительного подъема уровня Азовского моря (Артюхин, 2010). Если бы Петр I решал задачу освоения побережья вершины залива в условиях низкого стояния уровня, которое наблюдалось в десятилетия, предшествовавшие взятию крепости Азов, то порт никогда бы не возник на мысе Таган-Рог. Устройство подходного канала к мысу не обеспечило благоприятные условия для прохода судов в гавань. Порт и подходной канал существуют в условиях высокой заносимости илами только благодаря тому, что выдвижению дельты Дона на запад препятствуют восходящие тектонические движения коренных пород этой части залива. Однако могут проявляться фазы нисходящих тектонических движений (Благоволин, Победоносцев, 1973). На их фоне выдвижение дельты Дона в море и, соответственно, заносимость канала резко возрастут. В этих условиях эксплуатация порта станет невозможной даже при условии еще более значительного углубления подходного канала.

Ейский порт. Сопоставление разновременных батиметрических съемок на подходном канале и в аванпорте показало, что по мере эвстатического подъема уровня Азовского моря интенсивность заиления канала и собственно гавани еще более возросли, чем это фиксировалось в середине XX в. С 1961 по 1962 гг. на всем пространстве акватории севернее ковша отложился полуметровый слой песчано-раковинных наносов. После дноуглубления (1975 г.) хватило 4–5 лет, чтобы отметки дна не только вернулись к уровню предшествующих двух-трех лет, но и превысили их. Суммарно за период 1975–1980 гг. во внешней части аванпорта в среднем отложилось от 0,5 до 1 м наносов, в средней от 0,6 до 1 м. Только на входе в ковш отложилось не более 0,2–0,3 м, но уже у восточного мола слой наносов достигал 1 м.

Длинная ось Ейского порта, огражденного бетонными молами, ориентирована примерно с северо-запада на юго-восток, причем ширина акватории значительно меньше, чем ее длина. Наиболее часто повторяющиеся штормы от СВ и ВСВ, а также З и ЮЗ подходят к оси под углом, близким 80–90°. Можно было бы ожидать небольшую роль этих штормов в перестройках рельефа из-за малых длин

разгона волн в огражденной акватории. Но максимальные значения перестроек донного рельефа наблюдаются в непосредственной близости от ограждающих молов. Скорее всего, это результат действия квазисейшевых колебаний уровня.

Если действительно сейши играют важную роль в динамике донного рельефа, то это обстоятельство следует учитывать при оценке эффективности реализуемых мероприятий по объединению с основной акваторией порта восточного ковша (рыбпорт). После перекрытия входа в рыбпорт и разборки части восточного мола длинная ось объединенной гавани теперь окажется развернутой вдоль оси основных ветровых потоков. Слабая проточность восточного ковша создаст предпосылки для возникновения полноценных сейш. В этом случае аномальные мощности накопления осадков при любом режиме ветров и течений, все равно проникающих в аванпорт, создадут предпосылки для необходимости гораздо более частых и масштабных дноуглублений у причальных линий «Висты» и судоремонтного завода, чем это было до настоящего времени. Кроме того, в центре аванпорта, то есть в пределах судового хода и причала элеватора могут проявиться сложные лито-морфодинамические эффекты интерференции и дифракции волновых полей.

Береговые сооружения Ейского порта способствуют масштабному размыву Ейской косы. Предпринимавшиеся попытки пополнения пляжей в объеме 20 тыс. м^3 в 1989 и 43 тыс. м^3 в 1990 гг. не способствовали улучшению рекреационных условий пляжей функционирующего на косе курорта краевого значения. Начатая в 2011 г. перевалка нефтепродуктов на одном из причалов порта сопровождается частыми утечками углеводородов, что не может не повлиять как на состояние донных биоценозов в пределах Песчаных островов, так и на качество воды в зоне рекреации.

Универсальный перегрузочный комплекс на косе Камышеватской. В 2005 г. власти края дали предварительное согласование на возведение терминала в средней части косы Камышеватской. Предполагалось построить на коренном берегу, южнее станицы, нефтеперерабатывающий завод. Нефтепродукты должны были загружаться в танкеры по подводному трубопроводу длиной около 5 км. Однако помимо морского заправочного узла, на берегу косы намечалось возведение гавани ковшового типа с подходным каналом. Если учесть, что вертикальные отметки косы редко превышают 1,5 м и почти вся ее поверхность при сильных штормах затапливается, то для образования незатопляемой портовой территории нужно отсыпать поверх тела косы грунтовую подушку мощностью не менее 3–4 м. Но в этом случае будет уничтожен обширный по площади биотоп сублиторальных сообществ, обеспечивающих самоочистку вод на участке берега протяженностью не менее 20–30 км. Подходной канал гавани будет интенсивно заиливаться, так как вдоль берега здесь развивается поток илистых частиц годовой мощностью не менее 30–40 тыс. м^3. Перехват этого потока приведет к деградации зоны нереста и нагула шемаи и рыбца, единственной в пределах восточного побережья моря. Практически неразрешимой окажется проблема складирования продуктов черпания подходного канала новой гавани.

Темрюкский ВТУ. Проект водно-транспортного узла разрабатывался в 1990-е годы без серьезного научного обоснования. В частности, не учтено влияние на портовые сооружения нисходящих тектонических движений в зоне так называемого Индоло-Кубанского прогиба, не оценена роль эвстатического подъема уровня в перестройке продольного профиля нижней части р. Кубань. Подходной канал, ведущий к ковшу, расположенному среди плавневой зоны нижней части р. Кубань, подвержен заносимости.

Новый порт в Керченском проливе. В 2012 г. администрация Краснодарского края обнародовала планы возведения нового «Таманского» порта в южном секторе российской части Керченского пролива (урочище «Холодная долина»). Судя по предварительному перечню инвесторов и номенклатуре грузов, порт может стать крупнейшим в Азовском и, возможно, Черном морях. Для защиты от штормов ураганной силы, примерно соответствующих тем, которые фиксировались в 2003 и 2007 гг. (волны от ЮЗ высотой 1 % обеспеченностью до 10–12 м), новый порт должен прикрываться системой ограждающих молов. Подходной канал, по сообщению специалистов Морниипроекта, предполагается выдвинуть на ЮЗ почти на 20 км. Следует учитывать, что водный поток из Азовского в Черное море, формирующийся в условиях жестких и продолжительных восточных ветров, оценивается значением 77 км^3/г или 3920 м^3/с (Альтман, 1976). Появление крупного промышленного объекта, выдвинутого вкрест оси пролива, неизбежно вызовет сокращение «живого» сечения пролива и существенные деформации береговой зоны. В первую очередь будет уничтожен выступ мыса Панагия

и прилегающие к нему участки высокого берега, сложенного рыхлыми отложениям. Портовая инфраструктура перехватит поток песка, идущий от м. Панагия к корню косы Тузла, что автоматически приведет к прорыву искусственной дамбы стоимостью не менее 500–600 млн руб. Значительный ущерб будет нанесен устойчивости украинских берегов, между Тобичикским озером и м. Такиль. Одновременно окажутся размытыми и погребенными под слоем наносов строения и артефакты городов античной эпохи в пределах этой части Керченского пролива. Изменятся и условия миграции рыб между Азовским и Черным морями. К тому же, в 2–3 км северо-западнее порта располагается очаг землетрясений, неоднократно вызывавший в I–III вв. и, возможно, в XVI в. толчки силой до 8–11 баллов и цунами (Соловьева и др., 2002).

Порт Сочи возводился в 1930-е годы для обеспечения нужд развивающегося курорта союзного значения. Основание ограждающего мола расположили практически вплотную к устью р. Сочи. Во второй половине 1930-х годов начался крупномасштабный размыв городской территории к востоку от порта. Долгое время утверждалось, что он был спровоцирован только перехватом вдольбереговых наносов портом (Зенкович, 1958). Анализ обнаруженных документов крайкома КПСС, содержащих переписку с Советом народных комиссаров, ранее секретную, свидетельствует, что активный сход оползней, вызвавший железнодорожные аварии и разрушение ряда объектов курортной сферы, был результатом наложения ряда негативных природных процессов – интенсивных ливней на фоне геодинамических подвижек. Неудачно «посаженный» порт только усугубил ситуацию.

Предполагалось, что в 2011–2012 гг. будет построен новый ограждающий мол, призванный увеличить емкость аванпорта. Однако знакомство с некоторыми инженерными предложениями показывает, что новые конструкции порта способны вызвать гидравлический подпор стока р. Сочи, вот уже не одно десятилетие протекающее по бетонному коробу. Если паводок на реке совпадет с сильным, а тем более ураганным штормом от юго-запада и юга, гидравлический подпор реки на фоне стесняющего действия нового мола вызовет затопление значительного пространства центральной части города. В условиях новой компоновки мола будет практически полностью исключена подача речного аллювия на пляжи восточнее порта.

Порт между устьем р. Мзымта и Новоконстантиновским мысом. Согласно предварительным проработкам, в составе олимпийского комплекса в междуречье Мзымты и Псоу предполагалось возвести две гавани. Одна из них для приемки строительных материалов в Имеретинской бухте, другая – неподалеку о устья р. Мзымта. Как известно, первая гавань была ограждена шпунтовым рядом, который разрушен 14 декабря 2009 г. скоротечным штормом силой 4, максимум 5 баллов (порывы ветра достигали 18–20 м/с). Такое разрушение в общем монолитной конструкции обусловлено интерференцией двух систем волн, проникающих во внутреннюю глубоководную акваторию. При очень крутом подводном склоне и слабой несущей способности грунтов, формирующих морской склон псевдодельты, в полной мере проявилось разрушительное действие длиннопериодной составляющей ветровых волн. Возник эффект резонанса, в результате которого даже крупные элементы мола из шпунта Ларсена оказались сброшенными по крутому откосу на большие глубины.

Сопоставление разновременных батиметрических материалов свидетельствует, что при штормах происходят гравитационные перестройки подводного склона дельты, в результате которых откос теряет от первых сотен до нескольких тысяч кубометров наносов с каждого участка берега протяженностью 70–100 м. Отрыв стенки прослеживается до глубины 12–15 м. В этих условиях вряд ли можно рассчитывать на длительный срок существования проектируемой гавани вблизи устья р. Мзымта.

Из краткой характеристики азовских портов, включая порт Кавказ, а также Новороссийского и Туапсинского портов видно, что все они реализованы и продолжают развиваться в рамках парадигмы «береговых убежищ». Преобладающие глубины в Таганрогском заливе и вдоль восточного побережья открытого моря в зоне активной навигации редко превышают 7–8 м. На таких глубинах в мире давно осуществляется строительство ограждающих сооружений любых типов без существенного удорожания грузоперевозок. Если принимать во внимание всю совокупность издержек, включая экологический ущерб от дампинга, аварийных разливов балластных вод и нефтепродуктов, размывающего действия корабельных волн и вихревых течений, экономические последствия ухуд-

шения среды обитания морских организмов, то станет очевидной целесообразность возведения новых портов на мелководных участках открытых морских акваторий. Доставка грузов на берег может осуществляться по коммуникациям, проложенным по дамбам или эстакадам. Например, в Азовском море может быть возведен крупный порт, соединенный с берегом посредством длинной дамбы у с. Шиловка. Его создание на этом участке не вызовет негативных перестроек дна и берега, структуры донных биоценозов.

Примером отказа от парадигмы «береговых убежищ» является создание терминалов ООО «Тольяттиазот» и «Таманьнефтегаз» в бухте Панагия-Кишла (Черное море, Таманский полуостров). Оголовки эстакад выдвинуты на глубины 12–13 м. Проницаемое для волн и наносов свайное поле эстакад не мешает естественному развитию береговой зоны и донных комплексов. Единственная проблема – защита курорта Анапа от возможного негативного воздействия разливов нефти и аммиака. Ее можно было бы решить с помощью ограждающих конструкций, прикрывающих не все пространство терминала, а только причальную линию. Но при этом следует учитывать геодинамические деформации антиклинали «Железный Рог».

Применительно к условиям Черного моря отход от парадигмы XVIII–XIX вв. возможен в случае размещения портов ковшового типа во внешних частях подводных абразионных террас (бенчей), непрерывной полосой простирающихся от м. Дооб до Туапсе. Существуют участки бенча, на которых возможно устройство ограждающего мола в искусственных выемках дна, а прокладка дамбы для соединения его с берегом не вызовет периферийных размывов рельефа, изменения биоценозов (например, у м. Дооб).

Список литературы

1. *Альтман Э.Н.* К вопросу об изменчивости расходов воды в Керченском проливе (по натуральным наблюдениям) // Тр. ГОИН. 1976. Вып. 132. С. 17–29.
2. *Благоволин Н.С., Победоносцев С.В.* Современные вертикальные движения берегов Черного и Азовского морей // Геоморфология. 1973. № 3. С. 46–49.
3. *Артюхин Ю.В.* Океанологический фон противоборства России и Турции за обладание устьевой частью р. Дон // Большой Ромбит. Ейск, 2010. С. 19–25.
4. *Зенкович В.П.* Берега Черного и Азовского морей. М., 1958, 373 с.
5. *Кварновский А.В.* Азовское море. Технико-экономический обзор // Труды отдела торговых портов. СПб., 1904. Вып. XII. С. 7–6.
6. *Соловьева О.Н., Доценко С.Ф., Кузин И.П., Левин Б.В.* Цунами в Черном море: исторические события, сейсмические источники и закономерности распространения // Океанология. 2002. Т. 44. № 5. С. 679–685.
7. *Moran A.D.* The potential influence of industrialization on sediment distribution in western Swansea Bay // Embayment and their environmental problems. 1980. P. 587–612.

ПРОБЛЕМА РЕАЛИЗУЕМОСТИ ПЛАНОВ ОРГАНИЗАЦИИ ДОБЫЧИ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПЕСКОВ НА ШЕЛЬФЕ ЧЕРНОГО МОРЯ В ПРЕДЕЛАХ АНАПСКОЙ ПЕРЕСЫПИ

Артюхин Ю.В.
ООО НПЦ «Берегозащита», Краснодар, Россия

THE PROBLEM OF REALIZATION PLAN TO ORGANIZATION OF THE MINING BUILDING SANDS ON SHELF OF THE BLACK SEA WITHIN ANAPA BARRIER

Artyukhin Yu.V.
OOO NPC "Beregozaschita", Krasnodar, Russia
arty-yeisk@mail.ru

Широкий общественный резонанс вызвало распоряжение председателя Правительства РФ № 229-р от 22.02.2012 г. о предоставлении ООО «НПП "Кротон"» права пользования участком шельфа Черного моря между г. Анапой и мысом Железный Рог «…для геологического изучения, разведки и добычи строительных песков». Судя по материалам заключений ряда научных организаций, речь идет о добыче 20 млн м^3 (вероятно, 20 млн т) песка на участке дна площадью 450 км^2. Но если ориентироваться на крайние точки, оговоренные в постановлении, то площадь составит около 700 км^2. Предполагаемая карьерная зона может быть размещена в интервале глубин 23–49 м, которые отстоят от линии уреза Анапской пересыпи на 3,3–7,3 км. В постановлении идет речь о проведении геологоразведочных работ. Согласно нормативным документам СССР, при проведении поисково-оценочных работ скважины должны располагаться через 0,8–1,6 км, а при разведочно-технологических – 0,2–0,4 км (Смолдырев, 1978). Это означает, что на выделенной акватории должно быть пробурено не менее 600 скважин, дополненных геофизическими профилями. Сама по себе эта работа уже может создать проблемы для Анапского сектора экосистемы Черного моря.

Изъятие со дна строительных материалов широко практикуется с послевоенного периода многими странами. Минимальные негативные воздействия на берега достигаются в окраинных морях Мирового океана. В случае Анапской береговой зоны и верхней части шельфа Черного моря добыть столь значительный объем песка без ущерба для крупнейшего в стране рекреационного приморского комплекса и экосистемы вряд ли можно, так как строение донных отложений весьма неоднородное. На это указывает анализ их грансостава.

На рисунке 1А показан характер соотношения разных литологических комплексов в береговой зоне и на шельфе Анапского залива (Невесский, 1967). Из него следует, что пески тянутся вдоль берега Анапской пересыпи, слагая сравнительно узкую (обычно менее 1 км) полосу дна до глубин 10–15 м. Напротив Благовещенского останца пески смещаются в море, на юго-запад. Мористее, вероятно, до глубины 25–30 м, залегают крупные и мелкоалевритовые илы, а в более глубоководной части – глинистые илы. Литологическая пестрота отложений отражена на двух поперечных геологических разрезах, характеризующих западную и восточную части береговой зоны и шельфа (рис. 1В). На разрезе I–I' осадки с разной степенью насыщения илами и ракушечными частицами простираются от уреза и до глубины 45–47 м. Верхнюю часть донной толщи формируют песчано-ракушечные заиленные отложения. На разрезе II–II' с глубины 21–22 м располагаются морские илы мощностью до 7–15 м. Е.Н. Невесским на некоторых профилях подсечены выступы коренных глин, перекрытых лишь небольшим слоем рыхлых осадков. Скорее всего, таких глинистых останцов в пределах выделенной площади много.

Автором представлена условная схема строения коренных пород в пределах береговой зоны и верхней части шельфа (см. рис. 1А). Коренные глинистые породы препарировались речным потоком Палеокубани, причем западная долина, видимо, была выработана в предбугазское время, тогда как юго-восточная долина прорезана Кубанью на этапе фанагорийской регрессии. Значит, максимальная мощность рыхлой толщи, а, возможно, и песков, приурочена к тальвегам двух долин. На водораздельном же пространстве она будет минимальной.

Существуют эмпирические зависимости, позволяющие рассчитать безопасное приближение карьера к берегу ($L_{без.}$) и оптимальную глубину его расположения ($H_{без.}$) (Германов, 1976). $L_{без.}$ и $H_{без.}$

зависят от параметров волн, уклона рельефа береговой зоны, гидравлических характеристик донных отложений и размеров карьера. На данном этапе невозможно составить даже приблизительное представление о технологии разработки донных песков Анапского шельфа. Если пески предназначаются для олимпийского строительства, то разработка должна вестись быстро. Следовательно, карьер будет не один. Многое будет зависеть от того, намечено ли использование подводных бульдозеров или ограничатся некоторым количеством плавкранов с грейферами. В силу отмеченной неопределенности на данном этапе просчитать безопасное удаление карьеров от Анапской пересыпи затруднительно. В сходных условиях организации карьеров в северо-западной части Черного моря добыча донных песков на удалении 2–3 км от берега не оказывала на него дестабилизирующего воздействия. Можно полагать, что и в случае с Анапской пересыпью $L_{без.}$ применительно к единичному карьеру глубиной 5–7 м и объемом выработки 10 тыс. м^3 составит 2–2,5 км.

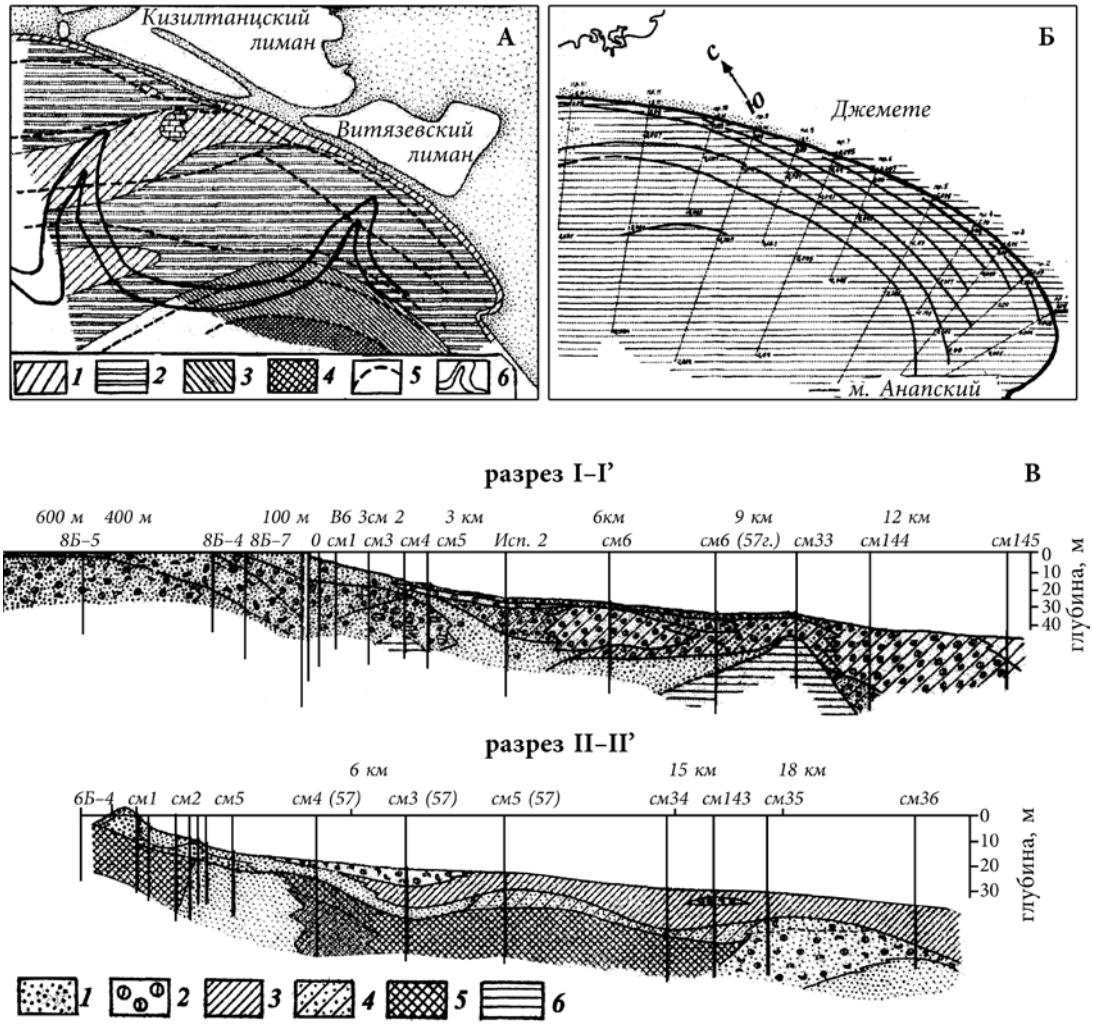


Рис. 1. Некоторые геолого-геоморфологические особенности строения береговой зоны и шельфа в пределах Анапской пересыпи

А – аспределение медианных диаметров (Md) донных осадков Анапского залива и схематичное местоположение подводных долин Палеокубани (Невесский, 1967)

1 – Md > 0,1 мм; 2 – Md = 0,1–0,05 мм; 3 – Md = 0,05–0,01 мм; 4 – Md < 0,01 мм; 5 – приблизительные границы зон распространения осадков разных типов, с двух-трехвершинными гистрограммами;

6 – контуры подводных долин Палеокубани.

Б – Пространственное расположение подводных валов в береговой зоне восточной части Анапского залива (составлено автором по данным съемок 1990–2000 гг.). Горизонтальная штриховка дна – крупноалевритовые илы. Локальные пятна дна с мелкозернистыми песками показаны точками.

В – геологические разрезы в западной (I–I') и восточной (II–II') частях береговой зоны залива.

1 – песок; 2 – ракуша; 3 – илы морские; 4 – илы морские песчанистые; 5 – илы лагунные и лиманные;

6 – коренные глины

Следует учитывать наличие во внешней части береговой зоны пересыпи разветвленной системы подводных валов (рис. 1Б). Они контролируют не только лито-морфодинамический режим, но и процессы развития сублиторальных и литоральных бентосных сообществ. Поэтому применять расчетные характеристики оптимального расположения карьеров нужно не по отношению к современной береговой линии, а беря за основу отсчета условную линию, проведенную по внешним оконечностям подводных валов. В этом случае окажется, что карьеры нельзя приближать к берегу более чем на 4–5 км. Последняя цифра требует детального обоснования, поскольку кроме валов существуют еще и осадочные мегаволны. Они являются индикаторами медленного смещения вдоль линии уреза и изобат 1–12 м гораздо больших масс частиц крупностью 0,1 мм, чем это характерно для валов. Мегаформы постепенно смещаются вдоль общего простирания береговой линии с запада на восток или с востока на запад в зависимости от направления не только штормов редкой обеспеченности, но и длиннопериодной составляющей ветрового волнения. Перемещение мегаволн песка прослеживается на балансовых кривых, что обусловливает необходимость осуществления мониторинга перестроек берега и подводного склона пересыпи.

Эмпирические построения позволили доказать, что изымать с отмели можно лишь такой объем наносов, который равнялся бы естественному выносу из береговой зоны во взвешенном и растворенном состоянии (Попов, 1972). Натурные исследования в 1990–2000-е годы показали, что выявленная кулисообразная система подводных валов обеспечивает сброс песчано-алевритового материала от участка зоны насыщения в пределах пос. Витязево на юго-запад, но в большей мере на юго-восток, в обход м. Анапский (Артюхин, Федорова, 2010) (рис. 1Б). По расчетам уход наносов за пределы Анапской пересыпи изменяется от 40 до 15 тыс. $м^3$/г. Если существует лито-динамическая связь между береговой зоной и участком шельфа, выделенного ООО «Кротон», то объемы изъятия песка в теории не должны превышать максимально 150–200 тыс. т/г. Но в этом случае добыча запланированного правительством объема песка 20 млн т. растянется на 100 лет. Добычу увеличить можно только в том случае, если на основе достоверных натурных данных будет доказано отсутствие прямой лито-динамической связи системы подводных валов Анапской пересыпи с нижней частью береговой зоны и верхней частью шельфа Черного моря.

В заключениях ряда научных организаций, направленных в ЗС Краснодарского края, обращено внимание на негативные последствия взмучивания, вызываемого вскрышными и добычными работами. Специалисты обоснованно считают, что переход во взвешенное состояние огромной массы тонкодисперсных терригенно-биогенных осадков приведет к заиливанию и уничтожению донных биоценозов, вторичному загрязнению водной толщи. Глубокая деформация трофической структуры экосистемы в первую очередь вызовет ухудшение качества среды морского курорта Анапа, поскольку выпадут организмы-фильтраторы, обеспечивающие удаление органических и неорганических загрязнителей из взвеси и растворенной фазы.

Существует и другой аспект проблемы. Насыщение водной толщи алевро-пилитовыми частицами, органическим детритом в результате разработки донных карьеров будет неизбежно сопровождаться возрастанием подачи на подводный склон пересыпи и на ее пляжи больших масс частиц, способных формировать в приземном слое атмосферы аэрозоли высокой концентрации. Не последнюю роль в перемещении взвесей в область мелководья могут оказывать вихри, отрывающиеся от основной струи постоянного Черноморского течения. Уже сейчас эоловые потоки порождают серьезные проблемы функционирования оздоровительных комплексов. Песчаные бугры, еще в начале 1980-х годов не проявлявшие активности, в конце этого периода стали превращаться в дюны, постепенно увеличивающиеся в объемах и интенсивно мигрирующие вдоль берега и в глубину прибрежной зоны. В результате песком и пылью засыпаются инфраструктура и даже здания курортных объектов. В случае возникновения настоящих пыльных бурь курортный комплекс, Анапа и прилегающие к нему сельские местности, ценные сельхозугодья окажутся в крайне жестких природно-климатических условиях. Подобное явление уже фиксировалось в Анапском районе в 1920-е годы (Флеров, 1939).

Причин активизации эоловых процессов и форм рельефа несколько – уничтожение ксерофитной растительности, прежде всего солодки, перемещение огромных масс дюнных песков в процессе строительства пансионатов, увеличение повторяемости сильных ветров западной четверти, тогда как в первой половине XX в. преобладали восточные ветры. Последний фактор сказался на фоне резкой активизации волновой переработки пластов мелкозернистого песка и алеврита, вскрывающихся

в береговых обрывах между пос. Волна и Соленым озером (рис. 2А). Не меньшее значение имело и сокращение поставки створок моллюсков кардиум, венус, модиолы на подводный склон и пляжи. Они создавали в прибрежной зоне волно-ветроустойчивую поверхность, уменьшая эрозию располагающихся ниже по разрезу мелкозернистых песков.

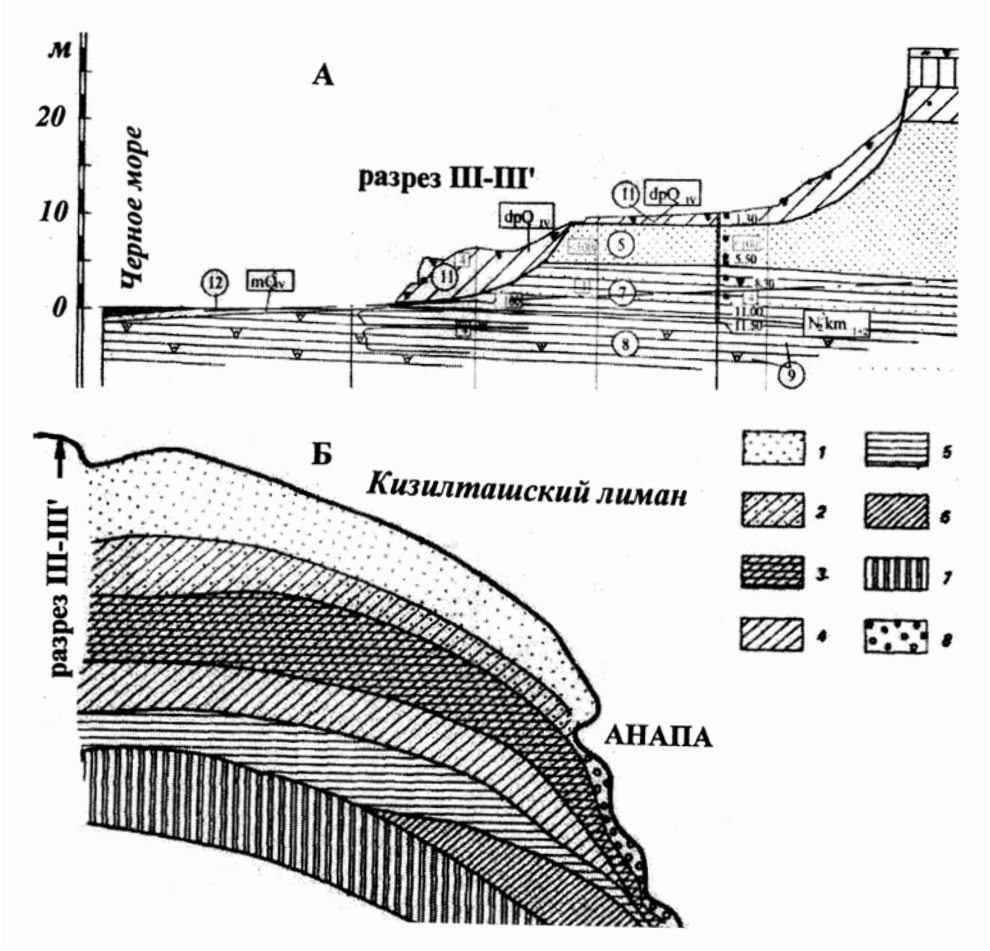


Рис. 2. Терригенно-биогенные факторы развития Анапской пересыпи

А – Характерное строение побережья между балкой Куцей (пос. Волна) и м. Железный Рог, пораженного оползнями, развивающимися вследствие увлажнения и волнового размыва песчаного горизонта большой мощности (данные из фондов ГСНПО «Краснодарберегозащита»).

Литологические разности:

5 – пески; 7 – глины с примесью песка; 8 – шамозитовые глины; 11 – оползневые тела; 12 – пляжевые накопления. Местоположение разреза III–III' показано на рис. 2Б.

Б – Распределение комплексов двустворчатых моллюсков в поверхностном слое осадков Анапского залива в 1960–1970-е гг. (Айбулатов и др., 1981)

1 – *Divaricella divaricata – Chione gallina*; 2 – *Spisula subtruncata – Divaricella divaricata – Cafrarium minimum – Pitar rudis – Chione gallina*; 3 – *Cafrarium minimum – Pitar rudis – Spisula subtruncata*; 4 – *Cafrarium minimum – Papilicardium papillosum simile*; 5 – *Papilicardium papillosum simile*; 6 – *Modiolus phaseolinus – Papilicardium papillosum simile – Abra alba*; 7 – *Modiolus phaseolinus*; 8 – раковинный детрит

На рис. 2Б показана пространственная структура донных биоценозов на подводном склоне Анапской пересыпи в 1960–1970-е годы. Они обеспечивали перехват, агрегирование и перевод в осадок органических и неорганических взвешенных и растворенных загрязнителей. Такое бентосное обрамление способствовало поставке на берега прочных раковин двустворок. Во второй половине XX в. структура биоценозов была деформирована как нерациональной хозяйственной деятельностью, так и разрушительным воздействием хищного брюхоногого моллюска *Rapana thomasian*a. Гидробиологическими съемками АзНИИРХ 1990-х годов доказано, что численность и биомасса большинства двустворчатых моллюсков сократилась до минимальных значений (Фроленко и др.

2000). В этих условиях дополнительное негативное воздействие в форме заиления биоценозов приведет к полному исчезновению раковинных отложений на подводном склоне и пляже Анапской пересыпи. Эоловые процессы будут прогрессировать, как и волновой размыв ценнейшего аккумулятивного тела.

В настоящем сообщении невозможно охарактеризовать и другие негативные факторы, в частности роль землетрясений, вертикальных тектонических движений, сейсмических волн и поверхностных волн редкой обеспеченности в условиях развития в акватории ураганных штормов. Но нельзя обойти молчанием возможность уничтожения при промышленных разработках дна артефактов и даже строений античной эпохи. Если исходить из того, что в Феодосийском заливе и Керченском проливе на глубинах 3–6 м обнаружены сооружения, возведенные в раннеантичную эпоху, резонно предположить, что и на дне Анапского залива, под толщей рыхлых отложений могут находиться ценнейшие памятники древней цивилизации. Причем в отличие от других регионов Азово-Черноморского побережья их следует искать не только в зоне глубин 3–7 м, но и глубже, поскольку они могли возникать в пределах дельтового комплекса Палеокубани, выдвинутого далеко на юг.

Если бы в постановлении правительства содержалось внятное объяснение мотивов и целей изъятия столь огромного объема песка, можно было бы предложить иные способы решения вероятно важной народнохозяйственной задачи. Например, между пос. Волна и оз. Соленым располагаются высокие береговые обрывы, пораженные глубокими оползнями. В результате их схода кромка берегового обрыва постоянно отступает в среднем на 1–2, в отдельные периоды до 10–15 м/г. Этот процесс провоцируется увлажнением и перемывом подстилающих песчаных горизонтов, местами мощностью до 10–12 м (рис. 2А). Утилизация береговых песков позволила бы прекратить разрушение побережья, пригодного для развития рекреации, и изъять на нужды народного хозяйства не менее 50–75 млн м^3 строительного сырья. Разумеется, по мере изъятия горизонта песка выработанные пространства побережья Черного моря должны рекультивироваться местным материалом и планироваться. Через 5–7 лет естественного уплотнения на сформированных прибрежных площадках может развивать полноценный курорт суммарной площадью 12–14 км^2.

Можно развернуть добычу песка на подводном склоне бухты Панагия – Кишла, где в зоне глубин 5–12 м располагаются обширные аккумулятивные шлейфы. На некоторых участках мощность донной песчаной толщи превышает 3–5 м, а их линейная протяженность – несколько километров. Этот материал необходимо изъять во избежание негативного влияния мигрирующих подводных банок на навигацию у терминалов АО Тольяттиазот, Таманьнефтегаз.

Значительные запасы средне-крупнозернистых песков и ракуши располагаются в подножье подводной абразионной террасы, в зоне глубин 15–20 м, обрамляющей более мелководный абразионный бенч, непрерывно простирающийся между Цемесской бухтой и г. Туапсе. Наличие значительных объемов песка в этой зоне отмечал еще В.П. Зенкович (1958), также это подтверждено в последние годы наблюдениями аквалангистов. Залежи песка и гравия можно ожидать в пределах шельфовой полки подводного каньона реки Шахе. Здесь в течение длительного времени выносимый речной аллювий не задерживался в зоне трансформации волн и сбрасывался через корытообразный каньон на глубины 30–50 м.

Список литературы

1. *Артюхин Ю.В., Федорова С.И.* Морфо-литодинамические процессы в береговой зоне Анапской пересыпи // Океанология. 2010. Т. 50. № 4. С. 627–635.
2. *Германов Ю.А.* Исследование влияния морских подводных карьеров на берега. Автореф. дис. … канд. геогр. наук. Одесса, 1976. 23 с.
3. *Зенкович В.П.* Берега Черного и Азовского морей. М., 1958. 373. С.
4. *Невесский Е.Н.* Процессы осадкообразования в прибрежной зоне моря. М.: Наука, 1967. 255 с.
5. *Попов Б.А.* Расчет коэффициента аккумуляции морских прибрежных наносов // Процессы развития и методы исследования прибрежной зоны морей. М.: Наука, 1972. С. 129–139.
6. *Смолдырев А.Е.* Методика и техника морских геолого-разведочных работ. М.: Недра, 1978. 304 с.
7. *Флеров А.Ф.* Песчаные ландшафты Черноморско-Азовского побережья Кавказа, их происхождение и развитие // Известия географ. общества. 1939. Т. LXIII. Вып. 1. С. 22–41.
8. *Фроленко Л.Н., Воловик С.П., Студеникина Е.И.* Характеристика зообентоса северо-восточной части Черного моря // Изв. ВУЗов. Сев.-Кавк. региона. Естественные науки. 2000. № 2. С. 69–71.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ТЕЧЕНИЙ И ПОЛЯ СОЛЕНОСТИ В СЕВЕРНОМ КАСПИИ

Архипкин В.С.[1], Тужилкин В.С.[1], Яицкая Н.А.[2]

[1] Географический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

[2] Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

FEATURES OF THE FORMATION OF FLOWS AND SALINITY FIELDS IN THE NORTHERN CASPIAN

Arkhipkin V.S.[1], Tuzhilkin V.S.[1], Yaitskaya N.A.[2]

[1] Moscow State University, Faculty of Geography, Moscow, Russia

[2] Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia

Главной приходной частью водного баланса Каспийского моря является сток р. Волги, межгодовые изменения которого оказывают значительное влияние на гидрологический режим водоема. Наибольшее влияние стока проявляется в Северном Каспии, где происходит смешение морских вод из Среднего Каспия и пресных волжских. Практически вся западная часть Северного Каспия занята фронтальной зоной. Но вследствие мелководности и географического расположения при различных внешних воздействиях фронтальная зона смещается относительно своей оси к северу или югу.

Целью настоящего исследования стало выявление особенностей конфигурации соленостной фронтальной зоны и формирования полей течений в Северном Каспии при различных внешних воздействиях с помощью численного моделирования на основе восстановленных TS-полей.

Материалы и методы. Практически все экспедиционные исследования в Каспийском море выполнялись по сети стандартных или т.н. вековых разрезов. В Северном Каспии таких разрезов четыре (три субмеридиональных и один субширотный), что, несомненно, удобно для расчетов фронтальных зон. Но из-за того, что большие пространства между разрезами не содержат регулярных измерений, остается открытым вопрос – как корректно отобразить фронтальную зону на такой акватории. Для этого была применена процедура восстановления данных в узлах регулярной сетки с использованием Бергенской океанографической модели.

Применение для восстановления океанографических полей математических океанических моделей позволяет учитывать конфигурацию бассейна, рельеф дна, особенности циркуляции вод и пространственную неоднородность термохалинных полей.

Суть данного подхода заключается в том, что температура и соленость воды на отдельных океанографических станциях остаются постоянными в течение всего времени моделирования. Температура и соленость в узлах регулярной сетки, не совпадающих с положением станций, начинают изменяться с учетом заданных значений на этих станциях, циркуляции вод, рельефа дна и конфигурации бассейна. Расчет прекращается при выходе уровня моря и течений на стационарный режим во всех узлах регулярной сетки (Пищальник и др., 2010). Подробно модель рассмотрена в (Пищальник и др., 2010).

Исходными данными для расчетов стали архивные данные морских экспедиционных исследований в Северном Каспии в 1973 г. (рис. 1) на станциях вековых океанографических разрезов (Тужилкин, 2008). Для эксперимента был выбран 1973 г. по нескольким причинам: в этом году отмечался минимальный объем стока р. Волги; в апреле были зафиксированы высокие скорости ветра юго-восточного направления; уровень моря был практически у минимальных отметок. Таким образом, можно проследить формирование поля солености и направления течений при экстремальных внешних воздействиях.

Океанографические характеристики рассчитывались для апреля, июня, августа и октября. Данные наблюдений (TS- и метеорологические характеристики) были приведены на среднюю дату рейса. Температура (°C) и соленость (‰) вод были заданы по сетке станции на стандартных горизонтах.

Для расчетов был выполнен переход от географической системы координат к проекционной с пересчетом на локальную сетку (в рамках заданного квадрата моря). Т.о. координата станции задавалась в километрах от юго-западного угла в направлении на восток и север. За начало координат (соответственно юго-западный угол квадрата) была принята точка 46.761772°с.ш. 43.530639°в.д.

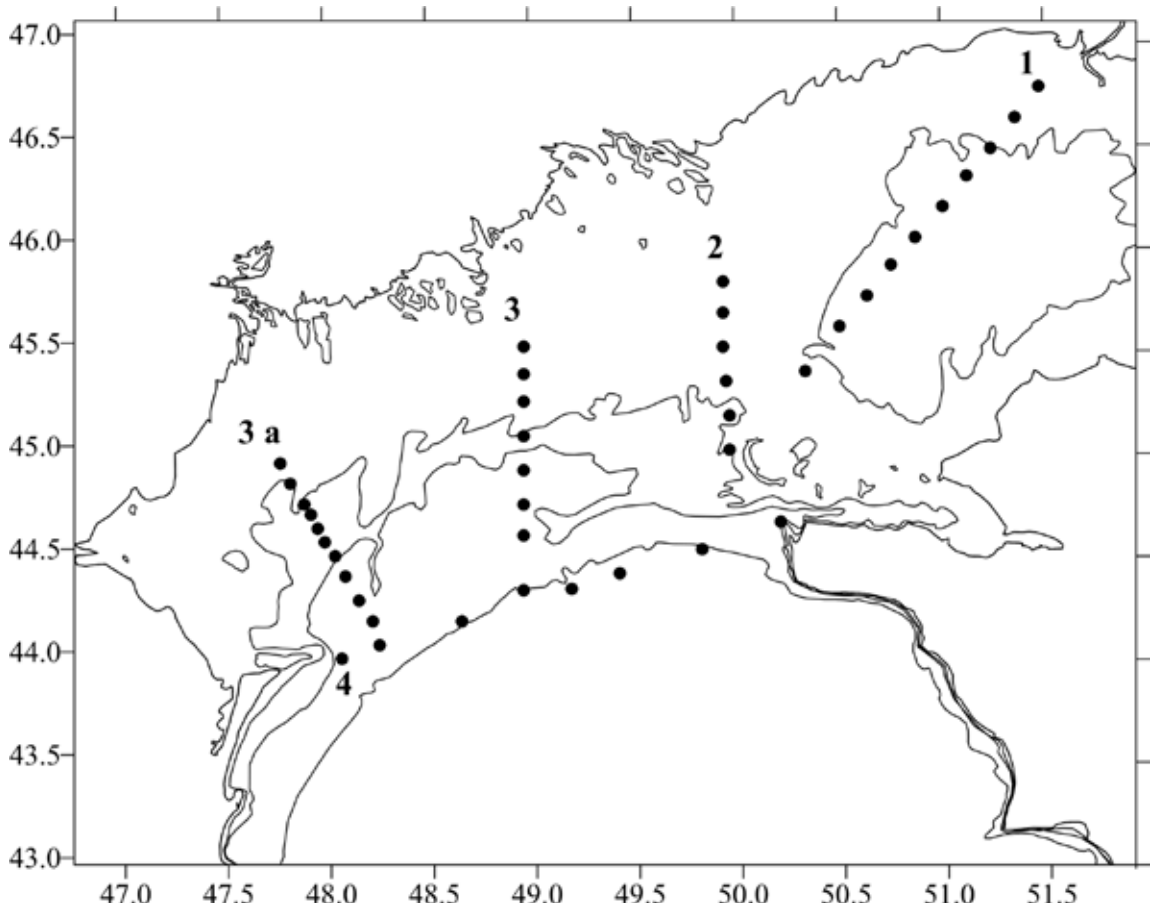


Рис. 1. Схема вековых океанографических разрезов и расположение основных изобат в Северном Каспии. Точками обозначены станции разрезов

В работе использована цифровая модель рельефа дна, созданная сотрудниками кафедры океанологии географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, с пространственным разрешением 5×5 км и размером сеточной области 129×168 ячеек (меридиональное и широтное направление соответственно). Минимальная учитываемая глубина составила 0,1 м.

Скорость и направление ветра были приняты из ре-анализа NCEP/NCAR (Kalnay et al., 1996) с пространственным разрешением 2,5×2,5° и приведены на среднюю дату рейса.

Объем стока рек Волги и Урала, соленость (принята 0 ‰) и температура речных вод были заданы в соответствующие области. При этом, как показали предварительные эксперименты, сток Волги, распределенный «классическим образом» на левый и правый рукав дают при моделировании заниженные значения солености в зонах непосредственного влияния (в сеточной области это соседние ячейки) и неправдоподобно высокие скорости стоковых течений. Для исключения ошибок такого рода было выделено пять рукавов, из которых и направлялся сток Волги: Бахтемир (28 % от общего объема стока), Бузан (35 %), Старая Волга (11 %), Камызяк (16 %), Большая Болда (6 %), Рычан (4 %).

Для заданных условий 1973 г. проведена серия расчетов. Были рассчитаны поля пространственного распределения солености и температуры воды, циркуляция вод, параметры фронтальной зоны солености при различных гидрометеорологических условиях.

Помимо того, что для каждого месяца в качестве входных данных задавалась «реальная» гидрометеорологическая обстановка, было принято решение провести ряд дополнительных вычислительных экспериментов (ВЭ):

ВЭ 1: «Фиксированные» TS-поля, конфигурация которых изменяется только за счет действия силы ветра.

ВЭ 2: Отсутствие действия ветра, т.е. штилевая обстановка, при которой формировались плотностные течения.

ВЭ 3: «Реальное» действие ветра в течение всего периода расчета. Конфигурация TS-полей изменяется под действием силы ветра и разности плотностей.

ВЭ 4: «Затухание» ветра после заданного периода расчетов, т.о. после прекращения действия силы ветра океанографические характеристики и течения распределялись по акватории по инерции.

В ходе расчетов варьировался и сам период расчетов от трех до пяти дней. В случае ВЭ 4 действие силы ветра прекращалось после двух дней.

Результаты и обсуждение

На рисунке 2 представлены результаты ВЭ 4 как наиболее соответствующего реальной ситуации. Остальные эксперименты воспроизводят экстремальные теоретически возможные гидрометеорологические ситуации. Результаты этих расчетов использовались для верификации модели. При однонаправленном длительном действии ветра, как ожидалось, создается либо подпор в дельте р. Волги – нагон (при юго-восточном ветре), либо размытие пресной области в центральной части Северного Каспия и однонаправленные стоковые течения на границе со Средним Каспием – сгон (при северном ветре). Наибольшее развитие скорости течений (до 26 м/с) получили при условиях ВЭ 1 под воздействием исключительно ветрового перемешивания с заданным ветром юго-восточного направления более 5 м/с. При этом заток среднекаспийских вод происходит практически до 45°с.ш. в западном районе. Максимальной ширины соленостная фронтальная зона достигает при действии ветра северного направления и условиях ВЭ 3. В районе западной части Северного Каспия под воздействием стокового течения и силы ветра фронтальная зона размыта до границы со Средним Каспием.

Сезонная динамика солености. В апреле увеличение солености происходит по мере удаления от источника опреснения. Изогалины расположены параллельно северо-западному побережью. В восточной части отмечаются циклонические течения. В западной – в районе фронтальной зоны течения параллельны изогалинам, далее у Аграханского п-ова происходит разворот на южной направление.

Максимальное распреснение вод отмечается в июне после прохождения волны половодья. В восточной части Северного Каспия влияние речного стока практически не заметно. Поступление среднекаспийских вод в восточную часть осуществляется через пролив между п-ом Тюб-Караган и о. Кулалы, образуя циклонический круговорот, далее – в западную часть по всей ширине Кулалинского порога.

В августе опресненная зона над Кулалинским порогом продолжает сохраняться. На остальной акватории наблюдается осолонение. Южная граница фронтальной зоны смещается к северу. Интересен факт, что на акватории образуются два циклонических круговорота в обеих частях Северного Каспия и один общий (со скоростями течений не более 3 м/с) (см. рис. 2).

Максимальных величин градиенты солености достигают (при любых заданных внешних условиях) в северо-западном районе восточной части Северного Каспия. Ядро фронтальной зоны свое положение изменяет, незначительно отклоняясь от оси (до 5 км). В большинстве случаев это обеспечивается течениями, проходящими вдоль изогалин на юго-запад (параллельно северной береговой линии) и концентрирующими пресные воды у побережья. Но даже при северо-восточном ветре (ВЭ 2, 3, 4. Июнь) фронтальная зона расширяется только в районе Кулалинского порога.

Выводы

В результате серии вычислительных экспериментов для акватории Северного Каспия были восстановлены значения температуры и солености воды на стандартных горизонтах в узлах регулярной сетки для апреля, июня, августа и октября 1973 г., по которым с помощью бергенской океанической модели были вычислены циркуляция вод и параметры фронтальных зон.

Сопоставляя результаты моделирования с данными измерений солености вод моря, можно сказать, что на данном этапе модель удовлетворительно воспроизводит конфигурацию полей солености вод Северного Каспия.

Следует ожидать улучшения качества моделирования при использовании метеорологической информации в качестве вынуждающих сил с более высоким пространственным разрешением. Кроме того, более корректное описание водообмена со Средним Каспием также, возможно улучшит качество моделирования.

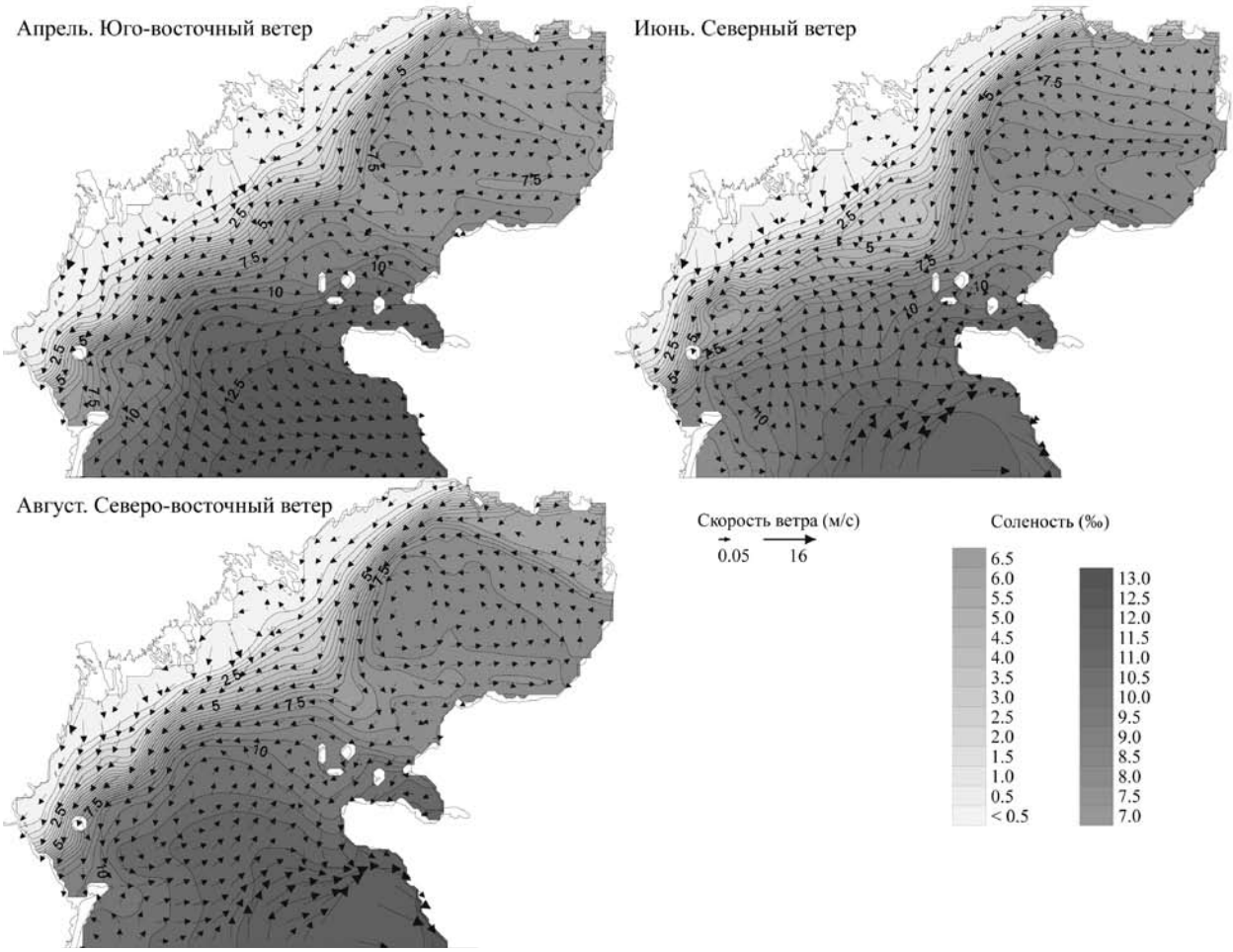


Рис. 2. Пространственное распределение солености (‰) на поверхности в Северном Каспии в 1973 г. по данным численного моделирования (ВЭ 4)

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ №11–05-90755-моб_ст.

Список литературы

1. *Пищальник В.М., Архипкин В.С., Леонов А.В.* Восстановление среднемесячных термохалинных полей в Татарском проливе // Водные ресурсы, 2010. Т. 36, № 6. С. 657–670.
2. *Тужилкин В.С.* Сезонная и многолетняя изменчивость термохалинной структуры вод Черного и Каспийского морей и процессы ее формирования // Дис. … докт. геогр. наук (25.00.28 – океанология). Москва, 2008. 313 с.
3. *Kalnay et al.* The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project, Bull. Amer. Meteor. Soc., 77, 437–470, 1996.

ОЦЕНКА РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ТАГАНРОГСКОГО ЗАЛИВА

Архипова О.Е.[1], Ивлиева О.В.[2]
[1]Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия
[2]Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

ASSESSMENT OF RECREATIONAL POTENTIAL OF TAGANROG BAY

Arkhipova O.E.[1], Ivlieva O.V.[2]
[1]Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia
[2]Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia
arkhipova@ssc-ras.ru

В настоящее время изучение берегов Таганрогского залива имеет особую актуальность в связи с повышением рекреационного значения прибрежной зоны и возрастанием антропогенной нагрузки на них в приморских городах, которые традиционно используют прибрежные участки в рекреационных целях. Однако необходимо сочетать развитие рекреационного потенциала с необходимостью поддержания устойчивого развития прибрежных зон при повышении антропогенной нагрузки на них.

Цель работы заключается в определении геоморфологической составляющей в оценке рекреационного потенциала берегов Таганрогского залива для повышения эффективности их ресурсного использования.

В условиях современной социально-экономической и экологической ситуации все более актуальное значение приобретает развитие сферы отдыха и туризма, ориентированной на внутренние рекреационные ресурсы. Рекреационные системы формируются для удовлетворения потребностей населения в отдыхе вблизи мест постоянного проживания на базе водоемов, благоприятных для организации массовых видов кратковременного отдыха, а также продолжительного отдыха в летний период.

В этой связи задача изучения рекреационно-туристского потенциала территории, оценка уже существующего туристского природопользования и разработка рекомендаций по оптимизации форм рекреационного природопользования приобретают особую актуальность.

Наибольшей привлекательностью обладают территории с максимально широкими возможностями развития рекреационных услуг, которые оставляют право выбора вида отдыха за человеком. Рекреационная ценность территории снижается по мере уменьшения разнообразия компонентов ландшафта и имеет наименьшую значимость при монотонном рельефе, суровом климате, длительно ограничивающем пребывание на открытом воздухе, при дефиците воды, скудно представленных флоре, фауне и отсутствии объектов историко-культурного наследия. Суммарная качественная оценка (в баллах) изменяется в пяти диапазонах: до 50, 51–150, 151–300, 301–600 и более 600, что соответствует вариациям коэффициента привлекательности от очень низкого (0,2) до очень высокого (1,0) и отражает степень существующих различий типичности ландшафта, биоразнообразия, памятников природы и историко-культурного наследия, благоприятности климата и вод для отдыха человека.

Сохранение имеющегося рекреационного потенциала, выявление еще не использованных рекреационных возможностей берегов, учет современной динамики и процессов формирования берегов при современном развитии рекреационной деятельности имеют особую актуальность. На стадии информационного обеспечения исследования могут быть использованы различные инструменты и методы. Они включают базы данных, геоинформационные системы (ГИС), оценки экологического воздействия, различные сценарии развития и изменения окружающей среды.

Первый шаг – разработка методов оценки рекреационного потенциала берегов, предусматривающих все геоморфологические составляющие в комплексе с накоплением данных в форматах современных геоинформационных систем (ГИС). ГИС является не только источником данных, но и реализует важное звено в разработке математических моделей и алгоритмов как источников данных для систем поддержки принятия решений в области управления рекреационным потенциалом прибрежных зон.

Процесс построения ГИС включает в себя следующие этапы: анализ существующего рекреационного потенциала Приазовской рекреационной зоны (экологические исследования), разработку архитектуры ГИС и структуры базы данных, построение цифровой модели предметной области, разработку метода оценки рекреационного потенциала исследуемого района.

Экологическое обследование территории. Экологическое обследование территории является одним из видов комплексных исследований, который включает сбор, обработку и анализ всей имеющейся информации, необходимые дополнительные полевые исследования, оценки состояния природной среды, разработку рекомендаций по предотвращению негативных последствий и улучшению состояния окружающей среды, оптимальному использованию природных ресурсов. В ходе исследования были проведены комплексные экспедиции по побережью Азовского моря с целью изучения существующей инфраструктуры зон отдыха Азовского побережья, рекреационной нагрузки на основные природные комплексы.

В настоящее время рекреационное хозяйство побережья представлено мелкими, стихийно сформировавшимися рекреационными предприятиями, то есть освоение носит очаговый характер. На северном побережье залива находятся 7 объектов санаторно-курортного комплекса и баз отдыха, а в городе Таганроге имеются 5 аналогичных объектов, 15 детских оздоровительных центров, 4 из которых санаторного типа: «Спутник», «Салют», «Красный Десант», «Чайка». Перспективными в рекреационном отношении являются косы Петрушино и Беглица. На южном побережье зонами отдыха являются косы: Очаковская (39 тыс. мест), Чумбурская (16 тыс. мест), коса Долгенькая, (пос. Новомаргаритовка) (4 тыс. мест). Размещение объектов представлено на рис. 1 (Архипова и др., 2010)

Развитию рекреации способствует богатый культурно-исторический потенциал, самобытное историко-культурное наследие, наличие уникальных музейных комплексов, имеющих международное значение. Рядом с побережьем Азовского моря расположен природный парк «Дельта Дона» (44,1 тыс. га) – ключевая орнитологическая территория России, всемирно известный историко-археологический музей-заповедник «Танаис», историко-культурные достопримечательности Ростова, Таганрога, Азова, Новочеркасска и Старочеркасска.

Азовское море – самое доступное по стоимости отдыха морское побережье России. Анализ климатической комфортности побережья Азовского моря, проведенный по двум биоклиматическим показателям (индексам) – эквивалентно-эффективной температуре (ЕТ) и индексу патогенности метеорологической ситуации, показал, что самые комфортные условия для отдыха на территории наблюдаются в теплый период в течение трех месяцев (июнь, июль, август). В мае и сентябре прохладно, а в остальные месяцы осени и весны года умеренно прохладно, в зимнее время – умеренно холодно и холодно. Благоприятным фактором для развития пляжного отдыха на побережье Таганрогского залива является быстрое прогревание водной массы у берегов: число дней с волнением моря менее 3 баллов и температурой воды выше +17 °С составляет 121 день, неблагоприятных для купания – 32 дня. Наиболее благоприятны для купания месяцы – июль и август. Морское побережье и благоприятный климат территории способствуют привлечению туристов для длительного или краткосрочного отдыха на базы отдыха и в детские оздоровительные лагеря. В 2009 году 58,5 % туристов прибыли сюда из других регионов РФ (Центр, Северо-Запад, Урал, Дальний Восток и т.п.), более 7 % – из стран ближнего и дальнего зарубежья. В Приазовье можно сочетать все виды отдыха и туризма, что обеспечивает интерес различных групп населения и повышает конкурентоспособность территории.

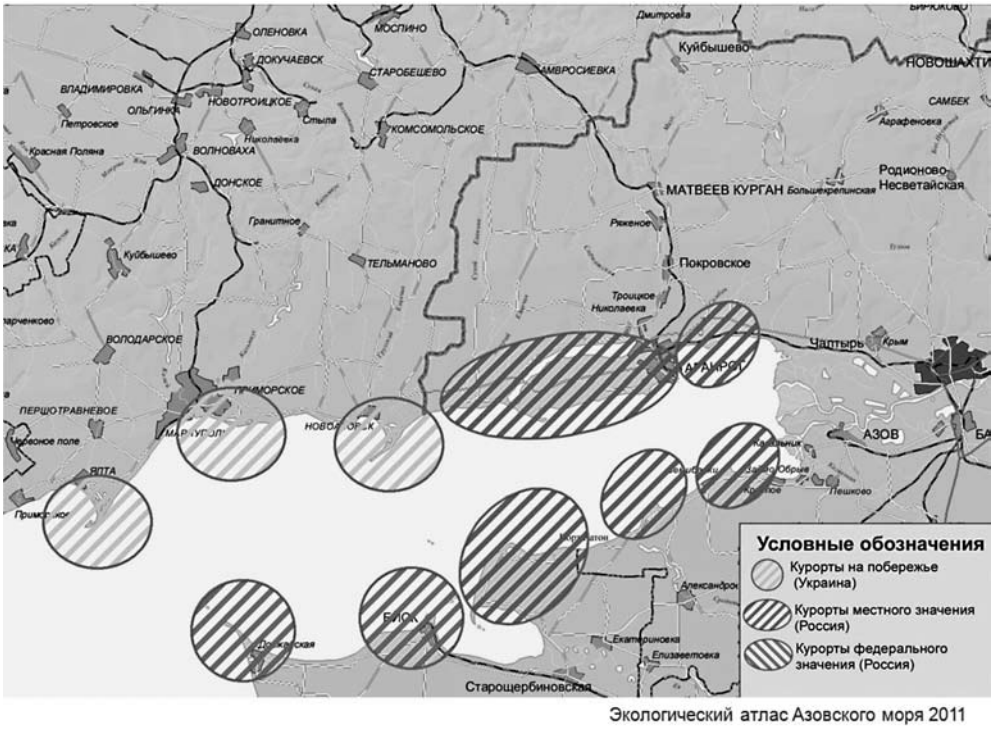
Влияние геоморфологических характеристик на рекреационную значимость берегов.

Для оценки рекреационной привлекательности береговой зоны Таганрогского залива участки берега выделены по генетическим типам и литодинамическим системам (см. рис. 2).

Для расчета рекреационной привлекательности была выбрана следующая схема. В качестве основных индикаторов рекреационной привлекательности рассматривались рекреационная емкость пляжей, геоморфологические особенности пляжей (состав наносов. ширина пляжа. высота клифа), а также антропогенное загрязнение пляжей (Орлова, 2010).

Морфологические особенности пляжей оценивались, исходя из общепринятой градации, представленной в таблице 1.

Рекриационное освоение Таганрогского залива



Экологический атлас Азовского моря 2011

Рис. 1. Схема основных рекреационных объектов

Таблица 1

Характеристика расчета показателя морфологической привлекательности пляжей

Характеристика пляжа	**Привлекательный (5 баллов)**	**Относительно привлекательный (4балла)**	**Нейтральный (3 балла)**	**Мало привлекательный (2 балла)**	**Не привлекательный (1балл)**
Средняя ширина пляжа, м	более 25	10–25	5–10	3–5	0
Состав плажевых наносов	детритовые пески	средне-крупнозернистые пески	песчаные с включением гальки или гравия	галька	навалы глыб
Высота клифа, м	0	1–3	3–5	5–10	более 10
Слагающая порода клифов	прочные, коренные породы, скалы	породы средней прочности	малопрочные	не прочные	рыхлые отложения
Средний уклон берегового склона	до 10 (пологий)	15	30	70	90 (обрывистый

Согласно приведенной таблице, была сделана оценка морфологических особенностей пляжей Таганрогского залива (табл. 2).

На всей рассматриваемой территории средний уклон берегового склона не превышает 10 м и слагающая порода клифов – малопрочная.

Согласно приведенным данным, Павло-Очаковская коса, Петрушина коса и Беглицкая коса являются самыми привлекательными, на втором месте – Чумбурская и Куричья коса. Необходимо отметить как дополнительный положительный фактор, что подводные продолжения этих кос, значительно превосходят по площади и объему собственно надводные косы, образуют протяженные выступы и оконтуриваются изобатами 3,0–4,5 м. Подводный склон пологий, средние уклоны дна составляют 0,001–0,005. Большая часть сложена песками с примесью ракуши и детрита (до 30 %). В верхней прибрежной части кос наблюдается формирование серий подводных валов, песчаных банок.

Остальные пляжи принадлежат к третьей группе и характеризуются высоким клифом и низким с точки зрения рекреации качеством пляжных наносов. На дне здесь развит абразионный тип склона со средними уклонами дна 0,003–0,007. Особенностью морфологии абразионных склонов является поперечный грядовый микрорельеф, наблюдаемый на весьма обширных площадях дна. Основным типом осадков до глубины 1 м являются мелкозернистые пески и крупные алевриты, которые мористее замещаются алевритовыми илами. Отдельные участки в верхней части склонов представляют собой типичные глинистые бенчи, выработанные преимущественно в лессовидных суглинках. Подобный тип подводного склона менее пригоден для купания. Кроме того, даже при небольшой волновой активности происходит взмучивание донных осадков и загрязнение прибрежных вод.

Таблица 2

Морфологическая оценка пляжей Таганрогского залива

Название пляжа	Состав наносов	Оценка в баллах	Ширина пляжа, м	Оценка в баллах	Высота клифа, м	Оценка в баллах	Итого
Веселовознесеновский	песок	5	3	2	8	2	9
Боковский	песок	5	5	3	12	1	9
Рожковский	песок	5	8	3	6	2	10
Беглицкий	песок	5	5	3	15	1	9
Беглицкая коса	песок	5	10	4	0	5	14
Новолакедомоновский	песок	5	5	3	16	1	9
Новобессергеновский	песок	5	5	3	22	1	9
Петрушина коса	песок	5	12	4	0	5	14
Петрушенский	песок а	5	5	3	24	1	9
Таганрог	Глыбы известняка	1	5	3	22	1	5
Михайловский	Глыбы известняка	1	5	3	18	1	5
Куричий	песок	5	5	3	13	1	9
Куричья коса	песок	5	7	3	0	5	13
Приморский	песок	5	4	3	12	1	9
Мержановский	Глыбы известняка	1	7	3	14	1	5
Порт-Катоновский	песок	5	7	3	12	1	9
Новомаргаритовский	песок	5	5	3	11	1	9
Чумбурская коса	песок	5	5	3	0	5	13
Маргаритовский	песок	5	6	3	21	1	9
Семибалковский	песок	5	5	3	24	1	9
Павлово-Очаковский	песок	5	10	4	14	1	10
Павло-Очаковская коса	песок	5	12	4	0	5	14
Кругловский	песок	5	5	3	8	2	10

Проведенная оценка интегрального показателя пляжей отражает максимальную привлекательность для пляжного отдыха широких песчаных и минимальную для небольших, прислоненных к клифам пляжей.

Список литературы

1. *Архипова О.Е. Ивлиева О.В., Гафийчук А.В., Зинченко К.В., Никитина Е.Н.* Оценка рекреационного освоения побережья Таганрогского залива (Ростовская область) // Экология. Экономика. Информатика. XXXVII конференция «Математическое моделирование в проблемах рационального природопользования» (п. Дюрсо, 6–10 сентября 2010 г.). Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦ ВШ, 2010. С. 322–326.
2. *Орлова М.С.* Геоморфологическая оценка рекреационного потенциала морских берегов северо-западного Крыма // Геоморфология, вып. 2. 2010. С. 91–102.

ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ЧЕРНОМОРСКОЕ ПОБЕРЕЖЬЕ АДЛЕРСКОГО РАЙОНА

Архипова О.Е., Приваленко В.В.

Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

ASSESMENT OF TECHNOGENIC IMPACT TO THE BLACK SEA'S COAST OF THE ADLER DISTRICT

Arkhipova O.E., Privalenko V.V.

Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia
arkhipova@ssc-ras.ru

Взаимосвязи компонентов природной среды в результате расширения антропогенного воздействия на природно-территориальные комплексы определяют необходимость системного подхода к районированию и применения интегральных оценок состояния и условий функционирования экосистем.

В 2010 г. были проведены комплексные экспедиции в Адлерском районе Сочи с целью оценки техногенной нагрузки на основные природные комплексы (точки отбора проб представлены на рис. 1). Точки отбора проб практически повторяли геохимические исследования, проведенные в 90-х годах двадцатого века.

Основой эколого-геохимических исследований является картографирование распределения тяжелых металлов и некоторых других ингредиентов в почве, донных отложениях, растительности, т.е. в природных средах, концентрирующих (депонирующих) загрязнения. По состоянию депонирующих сред можно судить об уровне загрязнения наиболее динамичных природных сред – воздуха и воды, одновременно являющихся главными жизнеобеспечивающими средами (Сает, 1982).

Кроме площадной литохимической съемки на территории Адлерского района был применен метод ландшафтно-геохимического профилирования, чтобы сравнить результаты наблюдений 2010 года с геохимическими материалами, полученными в 2006 и 1992 году. На профиле, который пересекал долину реки Мзымты, закладывалось 5 площадок комплексных наблюдений.

Для сравнения данных экспедиций, проводимых в различные годы в исследуемом районе, приведем результаты атмохимических наблюдений в г. Адлере осенью 2006 и 1992 года. Средняя пылевая нагрузка для Сочи в 1992 году была равна 363 кг/км^2 в сутки (в 2 раза меньше предельно-допустимой среднесуточной концентрации пыли в воздухе). В настоящее время в районе строящего порта в устье Адлера она равна 1357 кг/км^2 в сутки, в пересчете на концентрацию пыли в воздухе – 0,2 мг/м^3, что превышает ПДК более чем в 1,5 раза (Приваленко и др., 1992). Рассматривая компонентный состав пыли можно отметить явное доминирование нерастворимой неорганической пыли над органическими соединениями и растворимыми солями. Повышенное содержание растворимых солей отмечено на морском берегу в г. Адлере. Зимой масса выпадающих из атмосферы растворимых солей сопоставима с массой нерастворимых соединений, а в отдельных случаях даже превышает суммарную массу неорганической пыли и органики.

Проведенные исследования позволили выявить в курортной зоне Б. Сочи не только районы с повышенной пылевой нагрузкой, но также поля с аномальной концентрацией элементов в пыли. В состав комплексной геохимической аномалии входят марганец, никель, кобальт, титан, ванадий, хром, молибден, медь, свинец, цинк и другие микроэлементы, которые были разделены на 3 группы.

В первую вошли цинк, медь, свинец, никель, хром, олово, концентрация этих микроэлементов в пыли практически на всей территории в 5–10 и более раз превышает их фоновые содержания, определенные ИМГРЭ. Во вторую группу отнесены стронций, барий, молибден, их концентрация в пыли превышает фоновые значения в 2–5 раз.

Для территории Большого Сочи четко прослеживалась следующая закономерность: чем больше пылевая нагрузка, тем большую роль в атмосферных пылевых выпадениях играют нерастворимые неорганические соединения – основные носители тяжелых металлов (на рисунке 2 представлено распределение Pb в основной среде депонирования – почве).

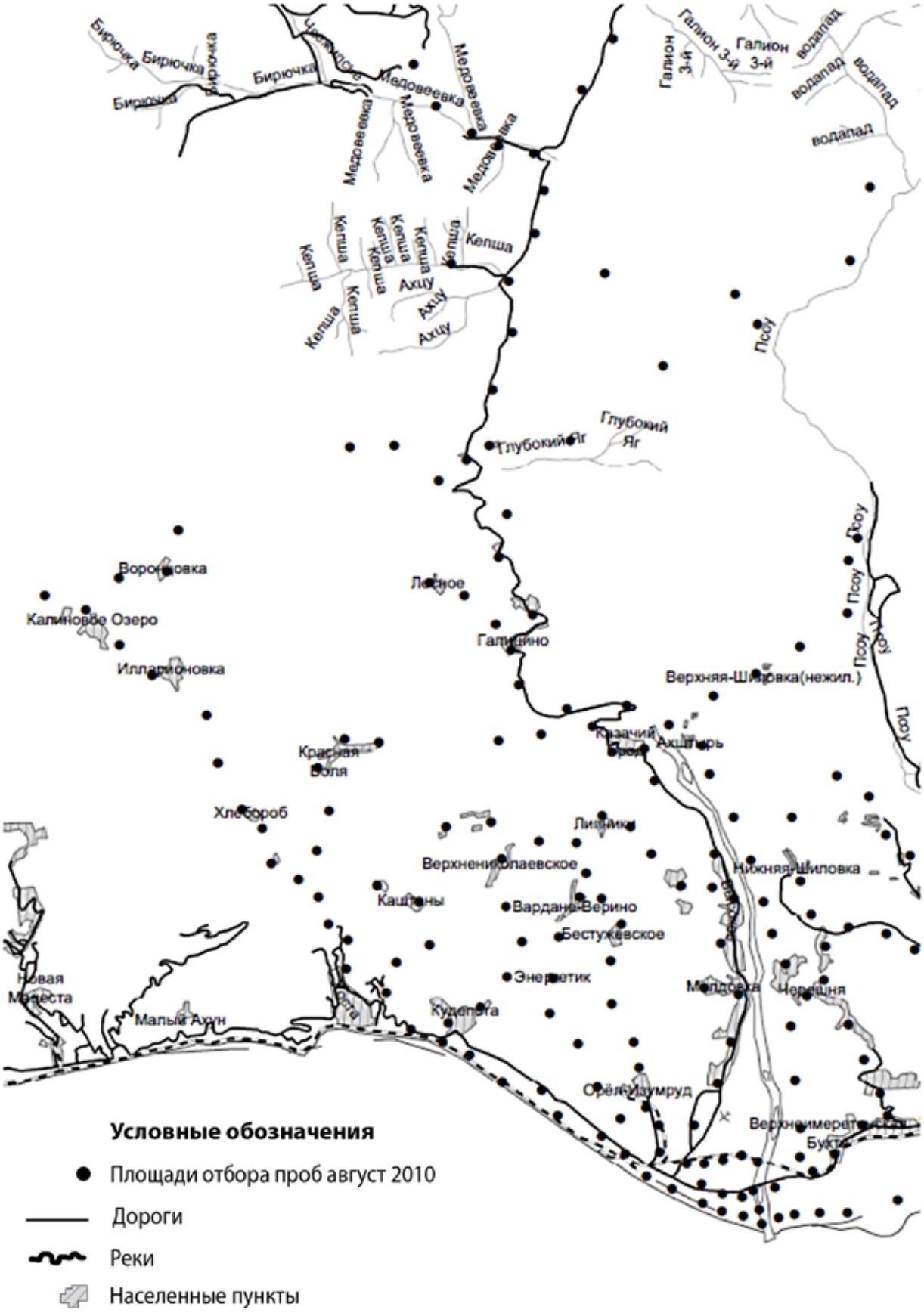


Рис. 1. Схема экспедиций ЮНЦ РАН 2010 г., Адлерский район

На территории Красной поляны, примыкающей к автодороге, концентрация тяжелых металлов в пыли значительно выше, чем в природных ландшафтах долины р. Мзымты. Еще выше их концентрация в пыли в центре Адлера, в районе рынка. Это связано с участием выбросов автотранспорта в формировании общей пылевой массы – в городской пыли концентрация металлов существенно выше, чем в пыли лесных и луговых ландшафтов. Приведенные данные подтверждают выявленные особенности накопления тяжелых металлов на урбанизированных территориях.

Анализируя химический состав, можно отметить незначительную минерализацию атмосферных осадков, особенно в районе Красной Поляны. В целом результаты определения пылевой нагрузки и спектрального анализа твердофазных выпадений из атмосферы свидетельствуют о практически фоновой чистоте атмосферы в верхнем течении р. Мзымты, о стремительно увеличивающейся техногенной аэрохимической нагрузке в пойме Мзымты от Эсто-Садка до Адлера и в пределах района интенсивного строительства в Имеретинской долине.

В августе-сентябре 2010 года было выполнено литохимическое опробование низкогорной части Адлерского района (точки отбора проб представлены на рисунке 1). Кроме того, для сравнения пробы почвы были отобраны на тех же литохимических профилях, что и в 2006 году.

Пылевая нагрузка в месте слияния рек Мзымта и Пслух по данным проведенных наблюдений и сегодня близка к фоновой. В районе интенсивных строительных работ – в пос. Эсто-Садок (устье р. Ачипсе) и в пос. Красная Поляна – пылевая нагрузка уже в 2006 году превышала фон в 30 раз. В 2010 году атмохимическая нагрузка в этом районе выросла в 2–3 раза, по сравнению с 2006 годом, здесь сказывается загрязнение атмосферы строительной пылью и выбросами автотранспорта.

Таким образом, на основе данных экспедиционных исследований дана оценка антропогенного воздействия на природно-территориальные комплексы Адлерского района. Для проведения исследований применена схема, разработанная Ю.Е. Саетом и его учениками (ИМГРЭ) с изменениями и дополнениями применительно к условиям Западного Кавказа (Сает и др., 1990). На основе проведенных наблюдений можно сделать вывод об увеличивающейся техногенной нагрузке на исследуемую территорию. Результатом является нарушение природных экосистем, их загрязнение, что, в конечном итоге, приводит к снижению ценности курортно-рекреационной системы. В этих условиях необходимо проведение широкого комплекса мероприятий, направленных на оздоровление экологической обстановки.

Список литературы

1. *Приваленко В.В. и др.* Комплексная оценка экологической ситуации на территории Большого Сочи. Калининград, 1992.
2. *Сает Ю.Е.* Геохимическая оценка техногенной нагрузки на окружающую среду // Геохимия ландшафтов и география почв. М., 1982.
3. *Сает Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П.* Геохимия окружающей среды, Москва: Недра, 1990.

МЕТОД ОЦЕНКИ ПРОДУКЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА МОРСКИХ БАКТЕРИОЦЕНОЗОВ ДЛЯ ЗИМНИХ УСЛОВИЙ МОРЕЙ ЗАПАДНОЙ АРКТИКИ

Бардан С.И.

Мурманский морской биологический институт, КНЦ РАН, Мурманск, Россия

METHOD OF THE ESTIMATION FOR PRODUCTION BACTERIAL COMMUNITY DURING THE WINTER SEASON IN THE SEAS OF WESTERN ARCTIC REGIONS

Bardan S.I.

Murmansk marine biological institute, KCC the Russian Academy of Sciences, Murmansk, Russia
bardanap@gmail.com

Современные методы прямого измерения продукции (*P*) бактериоценозов морского планктона (P_b), скляночный радиоуглеродный (с фиксацией меченного *C*орг глюкозы или ацетата), а также альгологический (по приросту их биомасс ΔB_b), предполагают производство экспериментальных работ, с экспозицией склянок *in situ* (Руководство … 1992). В реальных экспедиционных условиях субарктических морей, производство этих работ затруднено, поэтому прямые измерения бактериальной продукции P_b для морей Западной Арктики немногочисленны даже в летне-осенние сезоны (Россова, 1975; Теплинская, 1990). В зимний период на морских акваториях со сплошными льдами прямые измерения P_b практически отсутствуют, за исключением прибрежных зон (Бардан и др., 1988; 1989).

При продукционных исследованиях в гидробиологии широко практикуется косвенное определение (расчет) *P* разных ценозов, базирующееся на эмпирических связях. Наиболее распространены аллометрические формы, существующие между биосинтезом микроорганизмов и их клеточными объемами (*V*) или площадями (*S*) поверхности (Хайлов, 2001). Для основных групп планктонных фитоценозов и видов макрофитов эти связи известны и применяются на практике (Гутельмахер, 1986; Хайлов, 2001; Хайлов и др., 2005). Зависимости связывают удельную продукцию P_i различных систематических групп фитоценозов со средним объемом (биомассой) клеток V_i – микроводорослей *i*-х видов и групп или для листовой поверхности (S_i) *i*-х видов макрофитов. Модели имеют общий вид (Хайлов, 2001):

$$\sum_{i=1}^{n} P = \sum_{i=1}^{n} (a_i V_i^{b_1}) = \sum_{i=1}^{n} (a_i S_i^{b_1}) \qquad (1)$$

Здесь Σ – суммирование по *i*-м видам (1, ..., *n*); *P* – суммарная продукция видов, однородных групп (или ценозов); V_i (S_i) – средний объем (или поверхность) клеток *i*-го вида (групп) фитоценоза; a_i, b_i – специфические для данного вида (группы) эмпирические коэффициенты. Получение детальной информации о характеристиках всех *i*-х видов, по любой из специализированных групп морского планктона, функционирующей в реальных условиях, в настоящее время, не представляется возможным. Тем не менее опыт использования аллометрических связей (на примере фитопланктона и макрофитов), показывает на возможность использования осредненных характеристик по *V*ср (*S*ср) однородных групп микроорганизмов или для ценозов, в целом (Гутельмахер, 1986; Хайлов, 2001; Хайлов и др., 2005). В этом случае, уравнение 1 сильно упрощается. Для бактериоценозов такая форма аллометрических связей примет вид:

$$\sum P_b = aV\,\mathrm{cp}_i^b = cS\mathrm{cp}_i^d \qquad (2)$$

Здесь ΣP_b – суммарная продукция бактерий; $V\mathrm{cp}_i$ ($S\mathrm{cp}_i$) – средний объем (или поверхность) клеток в *i*-й однородной группе (для бактериоценоза в целом); *a, b, c* и *d* – эмпирические коэффициенты. Все переменные уравнений типа (1–2): зависимая P_b и ее аргументы V_i (B_i или S_i), необходимо выражать в соразмерных единицах (Хайлов, 2001). Продукцию бактерий P_b выражают в энергетических единицах *C*орг (Руководство … 1992), которые соответствуют скорости роста клеток – прирост Δ*C*орг за единицу времени.

По определению (Руководство … 1992), продукция P_b бактерий есть интенсивность прироста бактериальной массы ΔB_b, отнесенная к единице B_b (или объема) за время Δt (скорость роста μ, сут$^{-1}$). Отсюда следует, что интенсивность P_b бактерий, с одной стороны, соответствует величине *P/B* в единицу времени – альгологический коэффициент и соответствующий ему метод расчета *P* (см. по: Гутельмахер, 1986). С другой – содержание P_b идентично понятию «удельной продукции» в однородной группе микроорганизмов (*i*-х видов), что распространяется на морские бактериоценозы зимнего планктона. С учетом размерностей и масштаба микробиологических процессов, продукция бактерий (*i*-го вида, группы или ценоза), при среднем клеточном *V*ср, выразится в фемтограммах (10^{-15} Г) на 1 клетку (кл), за сутки, которую обозначим как фмг*C*/(кл сут). Тогда размерность для клеточного V_i будет – фмг*C*/кл, что соответствует размерностям в модели 2 для P_b. Для применения *P/B*-коэффициента и метода расчета продукции P_b, по связи между P_b/V (или P_b/B) и *V* (или *B*), преобразуем подходящие для бактерий формы моделей 1–2 к такому виду:

$$P^b / Vcp = aVcp^{b-1} \text{ (сут}^{-1}\text{)} \qquad (3)$$

Здесь *P/B* – коэффициент «продукция/биомасса» (Руководство … 1992), остальные обозначения соответствуют описанию аргументов в 1–2. Отметим, что по значению *P/B*-коэффициентов возможен расчет ряда параметров, характеризующих общую метаболическую активность бактерий: период генерации (*g* – время удвоения численности популяций, сут) и скоростей роста (μ, сут$^{-1}$). При этом для продукции или клеточных объемов можно выбрать другие масштабные единицы и соответствующие размерности, как это сделано выше для использования групповых и интегрированных по бактериоценозу характеристик. При этом содержание моделей 2–3 не изменится.

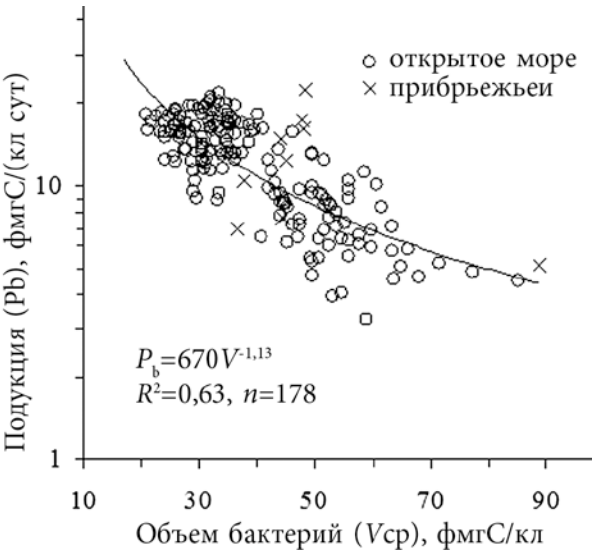


Рис. 1. Эмпирическая зависимость между P_b и *V*ср клеток бактерий в зимние сезоны (ноябрь-апрель) по данным прямых измерений на незамерзающих частях акваторий Баренцева и Печорского морей за 80-е годы XX ст. Длина ряда n = 178, шкала P_b – логарифмическая, разными символами выделены измерения для открытого моря и прибрежной зоны

По зимним сезонам для незамерзающей части акваторий Баренцева и Печорского морей, в ходе экспедиционных обследований за 80-е годы XX в., сотрудниками ММБИ КолФАН СССР накоплен обширный массив микробиологических данных. Он включает различные характеристики бактериопланктона, в т.ч. материалы прямого определения P_b – бактериальной продукции. Измерения P_b выполняли авторадиографическим (меченные изотопами субстраты) и альгологическим (прямой счет клеток при флуоресцентной микроскопии) методами (Байтаз, Байтаз, 1995). Часть материалов по P_b обсуждалась в работах (Бардан и др., 1988; 1989; Байтаз, Байтаз, 1991; Дударенко, 1982; Жизнь … 1985; 1989; Мишустина и др., 1996; 1997; Теплинская, 1988; 1989а, б; 1990). Обобщение опубликованных материалов по P_b и размерной структуре морских бактериоценозов (V_i) по зимним сезонам позволяет получить эмпирическую зависимость аллометрического типа: $P_b = a\ V\text{ср}^b$, пригодную для использования в морях Западной Арктики (Баренцевом, Печорском, Белом или Карском), в т.ч. при наличии сезонных льдов. Объемы бактерий в сырой биомассе пересчитывались в клеточный *C*орг, по модифицированным уравнениям Стратманна

(Strathmann, 1967), по уравнению связи *C*орг с *V*ср клеток, как наиболее надежного для бактерий метода. Содержание Сорг (фемтограмм на клетку), рассчитывали по: *C*орг = 120 $V^{0.72}$, где *V* – объем в мкм^3 (Ведерников и др., 2006). На рисунке приводятся сводные результаты анализа данных из процитированных работ (см. список), а также не использовавшиеся ранее материалы микробиологических исследований.

При построении функции $P_b = f(V\text{ср})$, привлекали материалы только по зимнему сезону – с ноября по середину апреля. Измерения P_b для открытого моря, проводили в незамерзающей части акваторий Баренцева и Печорского морей, при слабо положительных температурах воды (T_w). В области кромки сезонных льдов, а также для прибрежья Восточного Мурмана, определение P_b проводили при T_w близких к замерзанию, вплоть до -1,9 °С. При общей длине ряда n = 178, полученная модель имеет вид (см. выше):

$$P_b = 670\ Vcp^{-1.13} \pm 2{,}3 \quad (4а)$$

$$(P_b/Bcp) = 670\ Bcp^{-2.13} \pm 2{,}3 \quad (4б)$$

Здесь P_b – бактериальная продукция, фмг С/(кл сут); *V*ср – средневзвешенный объем клетки в бактериоценозе, в углеродных единицах *C*орг, фмг С/кл; *B*ср – средневзвешенная биомасса 1-й клетки, фмг С/кл. Учитывая период и разнообразие условий, в которых проведены измерения P_b, при длине ряда n = 178 и тесноте связи r_{xy} = 0,79, модель для расчета зимней продукции бактерий следует считать устойчивой. Согласно коэффициенту R^2 = 0,63, учитывается более 60 % общей изменчивости зависимой P_b, т.е. модель 4 достоверна для любого реального уровня значимости, что делает ее пригодной для применения (Лакин, 1989).

Опубликованных в открытых источниках материалов по подледному периоду развития микрофлоры, для анализируемых показателей, не выявлено. Ниже приводится пример расчета биопродукционного потенциала бактериоценозов зимнего планктона, под сплошным ледовым покровом, для Печорского моря. Используется массив данных по станциям, выполненным в дрейфующих ледовых полях с борта атомных ледоколов «Арктика» и «Россия», за периоды с 1 по 15 февраля ряда смежных лет (2002, 2003 и 2005 гг.). Микробиологическое обследование проводили в слое 0–100 м, на акватории Печорского и примыкающих вод Баренцева, Белого и Карского морей, удаленных от припая. Всего, на 31 станции отобрано ~60 проб, в которых определяли физико-химические и комплекс микробиологических показателей, охватывающих ~60 % площади Печорского моря. Результаты расчета P_b по модели 4, а также осредненные по слоям характеристики, сведены в таблицу.

Таблица 1

Осредненные по слоям характеристики бактериоценозов в планктоне Печорского моря и оценки P_b по модели 4 для средней фазы зимнего сезона (февраль)

Показатели / Слой	*n*	ΣN_b	ΣB_b	ΣS_b	Vср	ΣP_b (сут-1)			*P/B*	*g*
		тысяч кл/мл	мкг/л	мм^2/л	мкм^3	фмгС/ кл	мгС/ м^3	мг/м^3	1/ сут	часы
0–2 м	23	214,2	219,8	526,0	0,791	3,82	0,82	9,00	0,04	450
2–10 м	22	217,7	219,8	588,5	0,596	4,80	1,05	11,49	0,06	295
> 10 м	15	222,5	219,6	615,9	0,865	3,56	0,79	8,69	0,03	514
Хср	60	216,0	215,8	559,8	0,739	3,95	0,86	9,45	0,04	422

Прим: *n* – длина ряда; ΣN_b – общая численность бактерий, тысяч кл/мл; ΣB_b – суммарная биомасса (сырой вес), мкг/л; ΣS_b – площадь поверхности клеток в бактериоценозах, мм^2/л; *V*ср – средний клеточный объем, мкм^3; ΣP_b – суточная продукция бактерий выраженная а) в углеродных единицах на клетку среднего объема, фмгС/(кл сут), б) то же для бактериального сообщества, мгС/м^3, в) то же, в сырой массе, мг/м^3; *P/B* – отношение «продукция/биомасса», сут$^{-1}$; *g* – время удвоения (генерации), часы.

Бактерии в зимнем планктоне Печорского моря, развиваются в условиях, которые обычно представляют как экстремальные: при T_w равной замерзанию вод данной S и под сплошными льдами, изолирующими толщу воды. В этих условий поддерживаются: а) высокая численность разных групп, б) устойчивость структуры бактериоценозов, в) сохраняется высокая бактериоцидность. Осреднение по слоям показывает, что выраженных закономерностей в распределении $\Sigma(N,B,S)_b$ и Vср, в зимний период не наблюдается. Интегрированный для акватории моря Vср бактериоценозов, по разным методикам составил 0,58–0,83 мкм^3, с вариациями в разных типах вод, от 0,35 до 1,40 мкм^3. Общий размах изменчивости ΣN_b и $V_{ср}$ в целом соответствует результатам микробиологических съемок проведенных для других условий и биотопов. При этом средневзвешенные Vср для подледных условий с T_w близкими к замерзанию, превышают Vср бактерий на свободных от льда акваториях Баренцева моря, в 2 и более раз. На середину февраля, общая ΣB_b в деятельном слое 0–25 м, оценивается в 6,73 Г м^2. Суммарный запас биомассы бактерий на акватории Печорского моря в слое 0–25 м, составляет $\Sigma B_b = 187 \cdot 10^9$ Г сырой массы.

Согласно результатам модели 4, уровень P_b и общая активность (P/B) гетеротрофного бактериопланктона, находятся на очень низком уровне. С другой стороны, абсолютные значения P_b, P/B, g и скорости роста μ не выходят за пределы диапазонов изменчивости показателей активности полученных прямыми наблюдениями, при сходных условиях. Для бактериопланктона в подледных условиях, не характерно развитие каких-либо специфических групп микроорганизмов, происходит общее снижение активности всех бактерий, при полном сохранении структуры бактериоценозов. Осредненные величины биопродукционного потенциала бактерий P_b = 0,97 мгС/(м^3 сут), с диапазоном 0,7–1,9 мгС/(м^3 сут) для разных типов вод. На акватории Печорского моря величины P_b повышаются по ходу переноса и трансформации вод под ледовым покровом. В слое 0–25 м, с максимальным обилием бактериопланктона, средняя P_b = 24,3 мгС/(м^2 сут) с диапазоном изменчивости по типам вод 17,5–46,8 мгС/(м^2 сут). Суточная продукция бактериопланктона слоя 0–25 м, для середины февраля на всей акватории Печорского моря, оценивается $P_b = 0{,}68 \cdot 10^9$ ГС сут$^{-1}$ или в сырой массе $7{,}49 \cdot 10^9$ Г сут$^{-1}$.

Полученные для подледных условий характеристики метаболической активности и величина P/B, позволяют оценить среднюю скорость роста для бактерий: $\mu \approx 0{,}05$ сут$^{-1}$, при периоде генерации (удвоения) этой функциональной группы зимнего планктона: $g \approx 21$ сут. При этом скорость роста бактерий μ, соответствует теоретическому условию вертикального распределения размерных фракций зимнего планктона по глубинам Z. Для концентраций бактерий (C_z): $\mu_{\min} = f(C_z, U^*, K_z)$. Здесь μ_{min} – скорость роста μ, минимально необходимая для поддержания популяции в пределах деятельного слоя, при данных V_i; U^* – скорость гравитационного осаждения (по Стоксу и с учетом формы клеток); K_z – коэффициент вертикального обмена в подледных условиях. Полученные по модели 4 скорости $\mu > \mu_{min} \geq 0.03$ сут$^{-1}$, т.е. превышают критическую μ_{min}, обеспечивающую наблюдаемое под льдами соотношение групп и фракций в зимних бактериоценозах при средней скорости осаждения клеток бактерий: $U^* \leq 1.5$ м/сут (см. табл. 1).

Список литературы

1. *Бардан С.И., Байтаз В.А., Байтаз О.Н.* Поверхностный микрослой прибрежья Баренцева моря и особенности его экологии // Современные проблемы гидробиологии Баренцева моря. Апатиты: КНЦ АН СССР, 1988. С. 18–29.
2. *Бардан С.И., Дружков В.А., Бобров Ю.А., Байтаз В.А.* Комплексный экологический мониторинг в губе Дальнезеленецкая (Баренцево море): зимне–весенний период 1987–1988 г.: Препринт. Апатиты: КНЦ АН СССР, 1989. 42 с.
3. *Байтаз В.А., Байтаз О.Н.* Количественные и продукционные характеристики бактериального населения прибрежной зоны Баренцева моря // Продукционно-деструкционные процессы пелагиали прибрежья Баренцева моря. Апатиты: КНЦ АН СССР, 1991. С. 20–33.
4. *Байтаз В.А., Байтаз О.Н.* Методы обработки проб в водной микробиологии. Апатиты: КНЦ РАН, 1995. 42 с.
5. *Байтаз В.А., Байтаз О.Н., Мишустина И.Е.* Морфометрия клеток бактериопланктона Баренцева моря // ДАН. 1995. Т. 17. № 5. С. 841–843.

6. *Мишустина И.Е., Байтаз О.Н., Москвина М.И.* Бактериопланктон Баренцева моря. Исследования 1983–1993 гг. // Планктон морей Западной Арктики. Апатиты: КНЦ РАН, 1989. 1997. С. 7–50.
7. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под ред. В.А. Абакумова. СПб: Гидрометеоиздат, 1992. 318 с.
8. *Теплинская Н.Г.* Бактериопланктон и бактерии-деструкторы органического вещества // Жизнь и условия ее существования в пелагиали Баренцева моря. Апатиты: КолФАН СССР, 1985. С. 74–99.
9. *Теплинская Н.Г.* Исследования бактериальной продукции в пелагиали Баренцева моря // Современные проблемы гидробиологии Баренцева моря. Апатиты: КолФАН СССР. 1988. С. 34–40.
10. *Теплинская Н.Г.* Бактериопланктон. Бактериобентос // Жизнь и среда полярных морей. Л.: Наука, 1989а. С. 52–65.
11. *Теплинская Н.Г.* Бактериопланктон и бактериобентос Карского моря // Экология и биоресурсы Карского моря. Апатиты: КНЦ АН СССР, 1989б. С. 29–37.
12. *Теплинская Н.Г.* Процессы бактериальной продукции и деструкции органического вещества в северных морях. Апатиты: КНЦ АН СССР, 1990. 106 с.
13. *Хайлов К.М.* Что такое жизнь на Земле? Одесса: Друк, 2001. 238 с.
14. *Хайлов К.М., Юрченко Ю.Ю., Снегирев С.М.* От растения к ноосфере: Антиучебник. Одесса: Друк, 2005. 272 с.

ОБЛУЧЕННОСТЬ И СПЕКТРАЛЬНЫЙ СОСТАВ ПРОХОДЯЩЕЙ В ТОЛЩУ ВОД ФАР НА ШИРОТЕ ПЕЧОРСКОГО МОРЯ ДЛЯ ПОДЛЕДНОГО ПЕРИОДА

Бардан С.И.

Мурманский морской биологический институт, КНЦ РАН, г. Мурманск (Россия)

THE CHARACTERISTIC PAR OF THE STREAM OF HEADLIGHTS GETTING INTO WATER AT WIDTH OF THE PECHORA SEA IN MIDDLE OF THE WINTER.

Bardan S.I.

Murmansk marine biological institute, KCC the Russian Academy of Sciences, Murmansk (Russia), bardanap@gmail.com

Акватория Печорского моря располагается за Полярным кругом, поэтому в период полярной ночи (декабрь-январь) высота Солнца менее 0° (ниже горизонта). Опубликованных данных по инструментальным измерениям потока фотосинтетически активной радиации (ФАР), проникающей через снего-ледовый покров (СЛП) в толщу воды, для зимних сезонов не найдено. Отсутствуют и данные по составу пропущенного в воду потока ФАР для этой акватории при подледных условиях. Продолжительность полярной ночи на широтах Печорского моря нарастает от 30 суток на его южной границе до 50 для северной. Средняя продолжительность ледового периода в Печорском море 215 сут. В первой половине февраля на широте Печорского моря происходит быстрое увеличение продолжительности суточного светового периода: от 4 до 8–9 часов (Гидрометеорология … 1990; 1992). По данным инструментальных измерений, выполненных на 68° с.ш. (южная граница моря), осредненных за 2009–2011 гг., интенсивность облученности для диапазона *ФАР*↓ на уровне снега, в первой декаде февраля быстро нарастает (Бардан, 2009). В промежуток между 1 и 15 февраля, среднесуточный поток *ФАР*↓ оценивается в 32 μE/(м^2 сек) или 0,0996 кал/(см^2 мин), с вариациями 0,049–0,302 кал/(см^2 мин), при длительности светового периода 5–9 часов. Диапазон изменений суточного максимума по *ФАР*↓ 17–300 μE/(м^2 сек) или 0,065–0,934 кал/(см^2 мин). Средний суточный интеграл *ФАР*↓ в феврале оценивается ~50,0 кал/(см^2 сут), изменяясь от 20 до 150 кал/(см^2 сут) и определяется метеоусловиями (Бардан, 2009).

Для оценки поступления потоков ФАР в воду воспользуемся данными по спектрам проходящего *ФАР*↓ и светорассеивающим свойствам снега и льда, полученных для СЛП озера Имандра,

расположенного на Кольском полуострове (Бардан, 2009). Выбранный в качестве аналога водный объект располагается на широте Печорского моря и в исследуемый период (февраль) имеет сходные характеристики по метеоусловиям (по облачности и температуре) и параметрам СЛП (Гидрометеорология … 1986; 1990; 1992). Оптические свойства кристаллического пресного и морского льда имеют незначительные различия, что обсуждались в работах (Красс, Мерзликин, 1990; Оптика … 1983). Инструментальные измерения ФАР в воздухе, разных структурах СЛП и для воды выполнены автономным зондом-квантометром «Квант-А» (пр-во «Аквастандарт», г. Севастополь). Методика измерений в разных средах приведена в (Бардан, 2009; Бардан, Сербов, 2011). В подледный период измерения ФАР для толщи воды выполнены через лунку d = 20 см, которую при работе с зондом перекрывали непроницаемым экраном.

Оценку интенсивности проходящего в толщу воды потока ФАР на широтах Печорского моря в феврале, проведем для условий сплошного ледового покрова толщиной 0,7 м и снежным покровом ~0,3 м (слой свежего снега 5–8 см). Ранее, при полном отсутствии инструментальных измерений, предполагали, что такие параметры СЛП полностью блокируют прохождение ФАР в воду, в особенности, при низких углах склонения Солнца для этих широт (Гидрометерология … 1990). На рисунке 1 приведены результаты измерений потоков прямой *ФАР*↓ и обратной *ФАР*↑ (а), а также распределение энергии для этого диапазона в разных частях спектра по глубинам (б).

Измерения проведены 16.02.2009 (по декретному времени, в промежуток 14:15–14:50), на станции с координатами 68º04.299` с.ш. и 33º18.916` в.д. Вертикальное разрешение при зондировании квантометром ~5 см, глубина в точке зондирования 10.5 м. Толщина снега h = 32 см, а сплошного кристаллического льда H = 67 см (общая толщина СЛП ~ 1,0 м). В период работ, входной *ФАР*↓ на уровне снега составил 94,6 μE/(м^2 сек). Температура воздуха -14,0 ºС, воды T_w = 0.0 ºС, погода ясная, безветрие и легкая облачность (1–2 балла). Суточный интеграл *ФАР*↓ за 16.02.2009 составил 146,7 кал/(см^2 сут), максимальная суточная интенсивность – 270 μE/(м^2 сек) или 0,840 кал/(см^2 мин). Среднее *ФАР*↓ за световой период 7,5 часов – 0,300 кал/(см^2 мин). Следовательно величина *ФАР*↓ в текущие сутки и в период съемки, не выходила за пределы естественной изменчивости ФАР характерной для этих широт (Гидрометеорология … 1986; 1990; 1992).

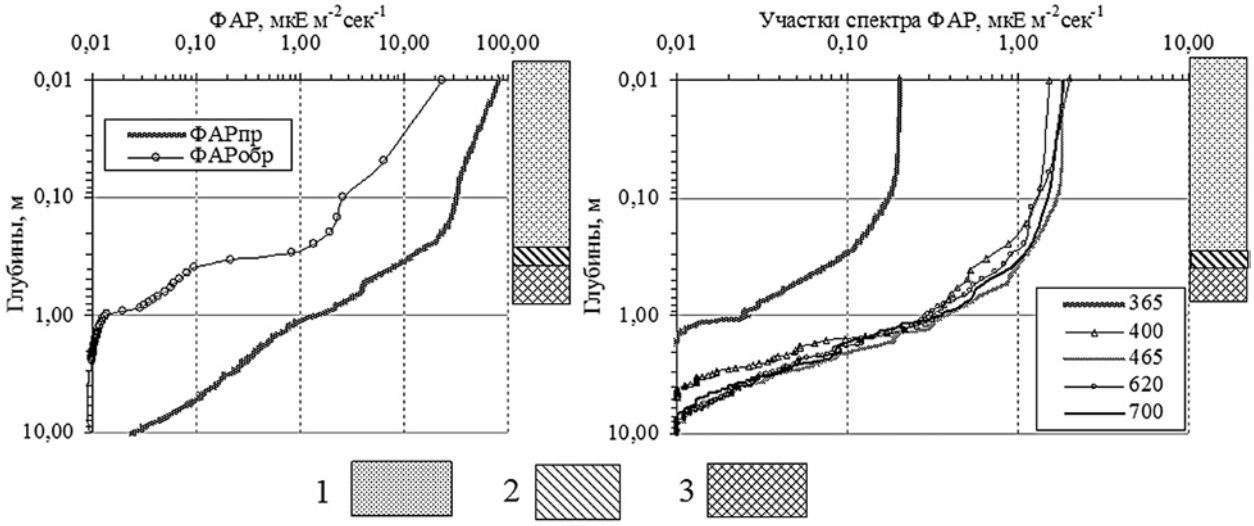


Рис. 1. Характеристики потока ФАР пропущенного через СЛП оз. Имандра за 16.02.2009, (декретное время 14:30), оси ординат – глубины, м, абсцисс – интенсивность ФАР, μE/(м^2 с), все шкалы логарифмические. Штриховкой и цифрами: 1 – сухой снег, 2 – водный «карман»: фирн, вода и слой влажного снега, 3 – кристаллический лед:

а – интенсивность прямого (*ФАР*↓) и обратного (*ФАР*↑) потоков, μE/(м^2 с);

б – спектральные характеристики пропущенной *ФАР*↓, μE/(м^2 с), в диапазоне 360–700 нм по измерениям с интерференционными фильтрами (ширина полосы пропускания 10 ± 2 нм), отдельные кривые соответствуют линиям спектра, обозначенных в легенде: 1 – λ = 360 нм, 2 – λ = 400 нм, 3 – λ = 460 нм, 4 – λ = 620 нм и 5 – λ = 700 нм

Система СЛП с приведенными параметрами пропускает на нижнюю поверхность льда 2,7 % от входного *ФАР*↓ на уровне снега. Величины ФАР с уровнем блокирования входного потока до 97 %, являются экстремальными даже для февраля, при средних для этого месяца ~85–90 % (Бардан, 2009). По величине пропускания характерных уровней получено, что 10 % входного *ФАР*↓ достигает глубин 0,35 м, т.е. > 90 % потока блокирует сухой снег, 1 % – проходит через СЛП в воду и достигает глубины 1,1 м, а ~0,1 % – проходит на глубину 3–4 м и соответствует компенсационной (H_0) на момент съемки, подтверждая исследования других авторов (Петров и др., 2005). Формирование обратного потока *ФАР*↑ (восходящее излучение) прослеживается до 2,5–3 м (рис. 1а), глубже он становится исчезающе малым. Спектральные свойства пропущенного *ФАР*↓, показаны кривыми (см. рис. 1б). Происходит общее гашение энергии в областях равноудаленных от полосы 520–530 нм, при более быстром поглощении ФАР в СЛП и верхнем слое воды для ближнего УФ и фиолетового участка (λ = 360 нм). Глубже, на глубине 3–4 м, наблюдается некоторое обогащение в красной области (λ =700 нм). По сравнению с обычными изменениями спектра пропускания пресной или морской воды, прохождение *ФАР*↓ через светорассеивающие среды природного СЛП: снег, лед, фирн, различные включения (см. рис.), к отклонению в составе ФАР по спектру не приводит. Это подтверждает другие, более специализированные исследования (Красс, Мерзликин, 1990; Оптика … 1983).

Характеристики для световых кривых фотосинтезирующих микроорганизмов зимнего планктона для февраля, оценим по материалам планктонных съемок Печорского и Баренцева морей для начала осеннего гидробиологического периода, выполненных при суточных интегралах *ФАР*↓, близких к зимним (Ведерников и др., 2001). В этой работе приводятся: а) величины полного светового насыщения фотосинтетических процессов, с максимумом скорости прироста в естественных ценозах фитопланктона, б) оптимальная интенсивность для ФАР, в) значения пороговой (компенсационной) энергообеспеченности первичной продукции фотосинтеза. Для потоков ФАР↓ в диапазоне 20–70 кал/(см^2 сут), световое насыщение и максимум скорости роста для фитопланктона, оценивается 1,5–1,7 кал/(см^2 час) или 0,025–0,028 кал/(см^2 мин), что соответствует ~8,5 μE/(м^2 с). Пороговая облученность наблюдалась на компенсационных H_0 глубинах – более 50 м, составляя ~0,01 кал/(см^2 час) или менее 0,0002 кал/(см^2 мин) (Ведерников и др., 2001). Это соответствует ~0,08 μE/(м^2 с). Такой же входной поток *ФАР*↓ в водную среду, наблюдается на широтах Печорского моря в первой половине февраля (см. выше).

Учитывая адаптационные способности фототрофных микроорганизмов, сделаем допущение, что у зимних фитоценозов они не ниже, чем у летних (Мельников, 1989). По нашим данным, в средней фазе зимы (февраль), для подледных условий с приведенными параметрами СЛП (см. выше), уровень светового насыщения с максимумом скорости роста планктонного фитоценоза, располагается на $H \approx 0{,}7$ м, что соответствует положению нижней поверхности льда. При этом световой «оптимум» ФАР, численно равный константе «полунасыщения» Михаэлиса – Ментен-Моно (граница линейной зависимости на световой кривой), располагалась на глубинах ~1,5 м. Пороговый уровень *ФАР*↓ фотосинтетических процессов и его компенсационная H_0, для февраля оцениваются в 0,1 μE/(м^2 с) и H_0 = 2,5–3,0 м. Отметим, что мы намеренно привели данные по съемке с минимальным светопропусканием (2,7 %) за весь период прямых измерений ФАР, связанных с накоплением слоя свежего снега на льду (до 5 см и более, см. выше).

Для ювенильных (молодых) форм морского льда, в разводьях или полыньях, образующихся в дрейфующих полях морского льда, как и при наличии мокрого снега при инфильтрации воды снизу, доля проникающего под лед *ФАР*↓ будет возрастать до 30–50 % и более. Поэтому, согласно приведенным потокам проникающего в воду *ФАР*↓ и его распределения по глубине, при реальных характеристиках СЛП в Печорском море для февраля (Гидрометеорология … 1990), циклическое «полунасыщение» фотосинтеза ФАР, будет достигаться на глубине 20 м и более. Следовательно, по интенсивности облучения, длине светового периода и спектральному составу, поток *ФАР*↓ на широте Печорского моря, уже в первой половине февраля, является достаточным для обеспечения фотосинтетических процессов слоя вод до 4–5 м и более. В любом случае, для этих широт в феврале, при 10 бальной сплоченности ледовых полей толщиной до 0,7 м (при 5-см слое свежего снега), *ФАР*↓ на уровне нижней поверхности льда и прилегающем слое воды до ~5 м и более, обеспечивает нормальную фотосинтетическую деятельность и развитие хлорофилл-содержащих организмов зимнего планктона (Бардан, 2009; 2010).

В связи с этим отметим, что для зимних фитоценозов морского планктона, в числе их характерных черт обычно перечисляются хемоорганогетеротрофия, замедление метаболизма (при снижении T_w) или факультативный анаэробиоз (Vetrov, Romankevich, 2004). Объяснение появления этого набора свойств у представителей зимних фитоценозов обычно сводят к недостатку ФАР. По нашим данным, на широтах Баренцева и Печорского морей, по окончанию периода полярной ночи (середина-конец января), потоки прямой и рассеянной *ФАР*↓ проникающей через поля сплоченного льда, не могут рассматриваться как изолированный фактор, прямо останавливающий фотосинтетические процессы у фототрофных организмов (Бардан, 2009; 2010). Приведенные результаты по потокам ФАР для середины зимних периодов, корректируют сложившие ранее представления в отношении источника энергии развития фотоавтотрофных организмов для водных объектов со сплошным СЛП. Так, миксотрофный тип питания фитоценозов зимнего планктона не может относиться к основным факторам поддержания их активности в льдах, что следует из настоящей работы. Более рациональным будет предположение, что хлорофиллсодержащие организмы зимнего планктона морских экосистем способны оптимально функционировать во все сезоны года, включая зиму в Арктике (Мельников, 1989). Известно, что миксотрофия в равной степени является характеристикой фототрофного планктона в летние и зимние сезоны. По критерию типов питания, реальным отличием весенне-летнего сезона от зимнего, является массовое развитие микроводорослей класса *Centrophyceae*, которых принято рассматривать как облигатных автотрофов (Баринова и др., 2006). С другой стороны, в зимний период развития, при общем снижении обилия фотосинтетических организмов в водах Печорского моря, эта же группа микроводорослей устойчиво формирует 60 % и более в общей биомассе фитоценозов (Бардан, 2010).

Подобных вопросов возникает множество и их требуется осмыслить (в современных категориях) и исследовать далее на соответствующем уровне. Метаболизм планктонных фитоценозов, формирующихся зимой, сбалансирован с внешними условиями и развитием соответствующих структур в экосистеме. Например, в Печорском море он сопряжен с уровнями ФАР, обилием гетеротрофных бактерий (в той или иной форме всегда связанных с фитокомплексами), с запасами минеральных и органических форм биогенных элементов, ростом концентрации экзоферментов в водной среде и другими экологическими факторами (Бардан, Ишкулова, 2010; Бардан, Корнеева, 2006). Но по устоявшейся традиции обычно предполагают, что в любых морских и континентальных системах, для зимних условий характерными чертами планктона являются: отсутствие автотрофных форм либо их гомогенное распределение в воде, органотрофия и пр.

Изложенное позволяет сформулировать основанные на инструментальных измерениях заключения: а) о источниках энергии при сохранении активного состояния фитоценозов в зимних условиях и б) об отсутствии полного «затухания» фотосинтетических процессов за счет недостатка ФАР, даже при сплошном ледовом покрове и в полярную ночь (Бардан, 2010; Мельников, 1989). По этим причинам характеризовать в целом период с активной вегетацией (весна-лето) как особую «автотрофную фазу» биосинтеза морского планктона, а развитие зимнего планктона – «органотрофной фазой», некорректно (как по форме, так и по смысловому содержанию).

Список литературы

1. *Бардан С.И.* Характеристика автотрофного микропланктона Печорского моря для условий сформировавшегося сезонного ледового покрова в средней фазе зимнего сезона // Природа шельфа и архипелагов Европейской Арктики: Материалы междунар. науч. конф. (г. Мурманск, 27–30 октября 2010 г.). Выпуск 10. М.: Геос, 2010. С. 11–17.
2. *Бардан С.И.* Сезонная динамика входного потока ФАР в экосистему субарктических озер в зимний период функционирования на примере озера Имандра (Кольский полуостров) и оценка его влияния на функциональную активность фитопланктона // Проблемы морской палеоэкологии и биогеографии в эпоху глобальных изменений (Мурманск, 12–14 ноября 2009 г.). М.: ГЕОС, 2009. С. 24–32.
3. *Бардан С.И., Ишкулова Т.Г.* Закономерности распределения органических форм биогенных элементов для средней фазы зимнего сезона в водах Печорского моря и анализ их стехиометрии// Природа морской Арктики: современные вызовы и роль науки. Тез.докл. Междунар. науч. конф. (г. Мурманск, 10–12 марта 2010 г.). Апатиты: КНЦ РАН, 2010. С. 27–29.

4. *Бардан С.И., Корнеева Г.А.* Внутрисезонные тенденции трансформации форм ОВ и ферментативной активности водной среды в зимний период в морях Русской Арктики // Изв. РАН. сер. биол. 2006. № 6. С. 731–745.
5. *Бардан С.И., Сербов Н.Г.* Оптические характеристики зоны смешения морских и пресных вод в Южном колене Кольского залива (Баренцево море) в летний сезон // Український гидрометеорологічний журнал, 2011. № 9. С. 210–219.
6. *Ведерников В.И., Гагарин В.И., Буренков В.И.* Особенности распределения первичной продукции и хлорофилла в Печорском море в августе–сентябре 1998 г. // Океанология. 2001. Т. 41, № 1. С. 69–79.
7. Гидрометеорологический режим озер и водохранилищ СССР. Водохранилища Кольского полуострова / Под ред. В.А. Знаменского и А.А. Дементьева. Л.: Гидрометеоиздат, 1986. 104 с.
8. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. 1, Баренцево море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия / Под ред. Ф.С. Терзиева и др. Л.: Гидрометеоиздат, 1990. 280 с.
9. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. 1, Баренцево море. Вып. 2. Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности / Под ред. Ф.С. Терзиева, Б.М. Затучной и др. Л.: Гидрометеоиздат, 1992. 182 с.
10. *Красс М.С., Мерзликин В.Г.* Радиационная физика снега и льда. Л.: Гидрометеоиздат, 1990. 264 с.
11. *Мельников И.А.* Экосистема Арктического морского льда. М.: ИО АН СССР, 1989. 191 с.
12. *Vetrov A.A., Romankevich E.A.* Carbon Cycle in the Russian Arctic Seas. Berlin: Springer, 2004. 331 p.

ФРАКЦИОНИРОВАНИЕ ПО РАЗМЕРУ КЛЕТОК ФИТОЦЕНОЗОВ ЗИМНЕГО ПЛАНКТОНА И ПОЛУЭМПИРИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ДЛЯ ПОДЛЕДНОГО ПЕРИОДА

Бардан С.И.
Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, Мурманск, Россия

SECTIONING ON SIZES FOR CAGES OF MISCELLANEOUS GROUPS OF THE PHYTOPLANKTON IN THE WINTER AND PLANKTON SEMIEMPIRICAL MODEL OF THE APPEARANCE IN SUBGLACIAL PHASE OF DEVELOPMENT

Bardan S.I.
Murmansk marine biological institute, KCC the Russian Academy of Sciences, Murmansk, Russia
bardanap@gmail.com

Для периода с подледными условиями развития морского планктона обычно предполагают, что его характерными чертами являются полное отсутствие автотрофных форм либо их гомогенное распределение на уровне достоверности метода определений. Эти мало обоснованные гипотезы пытаются распространять на любые морские или континентальные водные объекты. Для зимних сезонов в ходе экспедиционных обследований акваторий Белого, Печорского и Карского морей с борта а/л «Арктика» и «Россия» в смежные 2002–2005 гг. гидробиологами ММБИ КНЦ РАН накоплен массив информации по структуре и обилию фототрофного планктона в средней фазе подледного периода (февраль-март). Эмпирические данные позволяют сформулировать ряд заключений, уточняющих традиционные гипотезы. В т.ч. о наличии вертикального распределения для клеток хлорофиллсодержащих организмов (фототрофов) зимнего планктона, по их размерам (Бардан, 2010; Бардан, Корнеева, 2006). В этой связи и возникает длинный ряд вопросов о источниках энергии биосинтеза, типе питания фототрофов, о условиях и факторах регулирующих их фотосинтетическую активность или о взаимодействии с другими группами зимнего планктона и др. Таких «неудобных» вопросов множество и их требуется решать, но на соответствующем современности уровне знаний. В этой работе обсуждаются факторы, взаимодействие которых определяет ряд характерных закономерностей распределения разных групп фототрофов по их характерным размерам для подледного периода развития, на примере Печорского моря.

Ранее для этой акватории установлено, что фототрофные микроорганизмы зимнего планктона характеризуются общим нарастанием обилия (биомасс – *B*, численностей – *N*) для большинства групп, от нижней поверхности льда в толщу воды. Обозначим через C_z – общую концентрацию (*N* или *B*) для фитопланктона (на глубине Z_i). В таблице приводятся средние объемы (*V*ср, мкм^3) для доминирующих групп и разных размерных фракций фитоценозов по данным послойного осреднения за 2002–2005 гг.

Таблица 1

Осредненные по слоям среднегрупповые объемы клеток (*V*ср, мкм^3) фототрофного планктона в Печорском море для средней фазы зимы (февраль) за смежные 2002–2005 гг.

Параметры типы ВМ	*V*ср, мкм^3								
	n	V_{pk}	V_{nn}	V_{Pn}	V_{Cn}	ΣV_{Dt}	V_{Dn}	$V_{др}$	V_f
а) по слоям									
Слой 0–2 м	23	1,29	638,1	362,4	1738,9	744,0	9543	1158	608,3
Слой 2–10 м	15	1,37	115,9	727,5	2400,2	1003,2	1443	2411	525,5
Слой > 10 м	15	1,25	139,0	176,8	3337,3	1374,6	936,4	7363	552,7
Среднее (xi)	53	1,30	349,5	408,8	2408,6	1002.8	3974	3586	592

Прим.: *n* – длина ряда; V_{pk} – средние объемы клеток фракции пикопланктона, мкм^3; V_{nn} – для нанопланктона; V_{Pn} – класса *Pennatophyceae*; V_{Cn} – класса *Centrophyceae*; ΣV_{Dt} – средний объем всех диатомовых (отдел Bacillariophyta); V_{Dn} – объем для динофлагеллят (отдел Dinophyceae); $V_{др}$ – объемы фототрофных организмов неопределенной систематической принадлежности; V_f – средневзвешенный объем всех фототрофов, мкм^3.

Послойное осреднение по группам фитоценоза характеризует разнообразие форм вертикального распределения для характерных размеров клеток ($d_{экв}$) и дифференциацию в толще воды подо льдами. Согласно этим данным, *V*ср разных групп фототрофов характеризуется различными типами распределений по Z_i: прямой, обратной или же гомогенным. Так, для диатомовых класса Centrophyceae происходит рост V_{Cn} клеток от поверхности к дну, для нанофитопланктона V_{nn} и диатомовых класса Pennatophyceae – характерна обратная зависимость. В свою очередь для фототрофного пикопланктона выражена тенденция гомогенного распределения их размера по Z_i. Отметим, что максимальное обилие для C_z по *B* обычно наблюдали на глубине ~10–20 м (Бардан, 2010).

Подобное разнообразие форм распределения по характерному размеру групп фитоценозов, связывается нами с влиянием массопереноса в процессе турбулентного перемешивания, возникающего в примыкающем к льду слое вод, при их осолонении за счет роста льда в зимние периоды (Шулейкин, 1968). Особенности типа связей между характерными размерами разных групп фототрофов ($d_{экв}$ и *V*эф$_i$) с турбулентностью в среде, определяются отсутствием у микроводорослей физиологических механизмов обеспечения положительной плавучести (кроме синезеленых). Их плотность несколько больше чем у морской воды, поэтому клетки непрерывно погружаются под действием сил тяжести – гравитационная седиментация (U^*) по Стоксу. Средние скорости опускания клеток фитопланктона оцениваются от U^* = 2–6 м/сут (Раймонт, 1983), до 20–25 м/с (Smayda, 1970). Очевидно, что при поддержании равновесных C_z в прилегающем ко льду слое вод, в условиях непрерывного опускания с выносом клеток из области фотосинтеза, действует ряд компенсационных процессов. В зимний сезон и для подледных условий, решающее значение имеют такие, действующие в водной среде, экологические факторы:

а) скорость гравитационного осаждения клеток U^* – определяемая характерным размером (*V*эф$_i$ и $d_{экв}$) и их физиологическим состоянием (Раймонт, 1983; Smayda, 1970);

б) интенсивность конвекции (массопереноса) – возвращающая пассивно тонущие клетки в область фотосинтеза при циркуляции подледных вод (Саут, Уиттик, 1990);

в) скорость роста данной группы фототрофов (μ) – зависящая от условий в среде (потока ФАР, субстратов развития) и межбиотических взаимодействий между функционально специализированными группами зимнего планктона (Бардан, 2010).

В ряде работ приводятся системы уравнений и условия, описывающие характер изменений вертикального распределения водных взвесей (Долгоносов, 2009; Долгоносов, Губернаторова, 2011). В приложении к организмам морского и пресноводного планктона учет U^* осаждения, вклад скоростей роста клеток μ или характера турбулентности – т.е. свойств среды, ранее обсуждались в (Гранин и др., 1999; Касьянова и др., 2001 и др.).

Описание полуэмпирической модели

Общее решение уравнений разного типа, описывающих распределение для пассивной примеси, имеет стандартную экспоненциальную форму (Долгоносов, 2009). Для практических расчетов и применения в подледных условиях, нами предлагается адаптированная форма этого общего решения для задачи о примесях, в виде: $Cz = C_0 \exp\{f(U^*, d_{экв,} \mu_{min,} K_z)\}$. Эта полуэмпирическая модель связывает концентрацию фототрофов Cz в заданной точке Z^i, с критическим значением скоростей их прироста μ_{min}, характеристиками турбулентного перемешивания K_z и групповой скоростью опускания U_i^*, для клеток характерного размера $d_{экв}$ в подледный период. Базовая форма этой модели в расчетном виде:

$$Cz = C_0 \, exp(\mu_{min} - U_i^{*2}/4K_z), \qquad (1)$$

здесь: C_0 – начальная концентрация (N или B) фитопланктона на глубине $Z_{i,\,\mu min}$ – критическая или минимальная скорость роста для фитопланктона, сут$^{-1}$; U_i^* – среднегрупповая (по Стоксу) скорость, опускания клеток данной фракции с $d_{экв,}$ при отсутствии турбулентного переноса, м с$^{-1}$; K_z – $_к$оэффициент вертикального турбулентного обмена (теория Колмогорова-Обухова, Колмогоров, 1942), м^2 с$^{-1}$; t – время, сут$^{-1}$. Для Cz разных размерных групп фототрофов зимнего планктона, тип их распределения в перемешанном подледном слое воды, согласно решению по 1, определяется знаком в выражении экспоненты: $\pm(\mu_{min} - U_i^{*2}/4K_z)$. При положительном ($+\Delta C_0$) – концентрация данной размерной группы на заданном горизонте Z_i подледного слоя воды, по отношению к начальной C_0 – нарастает. При отрицательном ($-\Delta C_0$) – снижается, вплоть до полного исчезновения данной группы из поверхностного слоя или на горизонте Z_i, по истечению времени, которое обозначим ($t_{кр}$). Отметим, что по 1, определяющее значение имеют не сами абсолютные скорости того или иного процесса ($\mu_{min,}$ U_i^*, K_z), а их соотношение, совместно обеспечивающее факт присутствия – наблюдаемость, данной фракции или группы фототрофов планктона в реальных условиях.

Расчет по (1) проводили для оценки минимальных скоростей роста фототрофов μ_{min} и периода генерации (g_{min}) в разных группах фитоценозов Печорского моря. Использовались осредненные данные по характерным скоростям нарастания толщины льда (Гидрометеорология …, 1990), определяющих условия конвективного обмена под ледовым покровом. При скорости намерзания (m): m = 1 см/сут, поток плавучести (J) оценивали по уравнению: $-J = (g\beta\Delta S/\rho)m$ (Зубов, 1939; Шулейкин, 1968). В условиях изоляции поверхности воды от перемешивания и развитом процессе роста морских льдов (для воды при $T_w = const$, градиент $\Delta T_w = 0$), скорость диссипации ε турбулентной энергии (за счет осолонения ΔS) и поток генерируемой при этом энергии J, численно равны, запишем: $J \equiv \varepsilon$. Для заданной m роста льда, расчет дает: $\varepsilon \sim 5–6 \cdot 10^{-11}$ м^2/с. Характерный масштаб перемешивания – длина солевых «пальцев» (h) в подледной воде (Букреев и др., 2007), при наличии вертикальной конвекции с такой скоростью роста льда, оценивается в $h \sim 1$ м (Шулейкин, 1968). Полученные параметры позволяют рассчитать значение коэффициента турбулентного обмена (K_z) для зимнего периода в подледных условиях на основе теории «замороженной» турбулентности (Колмогоров, 1942). Согласно основным постулатам теории и ее уравнению: $K_z \approx k\,\varepsilon^{1/3}\,h^{4/3} \approx 3–4 \cdot 10^{-4}$, м^2/с. Далее, полученные в 1 результаты по C_z, использовались для вычисления методом обратного расчета, значений функции вида: $\mu_{min}(g_{min}) = f(C_z, U^*, d_{экв}, K_{z)}$. Параметры μ_{min} и g_{min} характеризуют минимальную скорость роста и период генерации клеток любой заданной группы фототрофов, которые при среднегрупповой U^* при данной $d_{экв}$ и среднем значении K_z, поддерживают устойчивость концентрации C_z. Это и есть основное условие (необходимое и достаточное) при поддержании устойчивого существования – наблюдаемости группы фитоценоза, в слое подледной воды. Получены такие оценки для параметров μ_{min} и g_{min}:

U*, м/сут	**1**	**1.2**	**1.5**	**2**	**3**	**4**	**6**	**10**
g_{min}, сут	1000	50–100	33–50	25–33	11–14	6.3–8	3.3–3.8	1
μ_{min}, сут-1	0,001	0,010	0,030	0,040	0,080	0,16	0,4	0,9
$d_{экв}$, мкм	9,2	10,1	11,4	13,3	16,5	19,2	23,9	31,3
Vэф$_i$, мкм^3	406	543	776	1230	2350	3720	7110	16100

Согласно расчету по полуэмпирической модели, при среднем $K_z \approx 3–4 \cdot 10^{-4}$ м^2/с и групповых скоростях опускания U_i^* клеток заданного размера $d_{экв}$, для диапазонов: $U_i^* = \{1.2–6.0–10\text{-}20\}$ м/сут, исходная концентрация C_0 разных фракций фототрофного планктона, в слое подледных вод *не будет снижаться* (по условию $\Delta C_0 = 0$) при характерных скоростях роста для групп, с значениями: μ_{min}, = {0.01–0.4–0.9–3.9} сут$^{-1}$, соответственно. Величины критических μ_{min} соответствуют периодам g клеток в ряду характерных размерных групп с Vэф$_i$: g_{min} = {100~3.5~1~0.25} сут. соответственно (табл. 1).

О результатах моделирования

По модели 1, описывающей связь между скоростью роста μ подледного фитоплактона и характеризующей его общую активность, со скоростями $\mu_{min} = f(U^*, K_z)$, максимальное обилие фототрофов должно наблюдаться не в примыкающем ко льду слое, а в толще вод перемешанного слоя. Причем вне зависимости от потока ФАР – т.к. управляется гидродинамическими факторами. Это и подтверждается натурными наблюдения за обилием природных популяций фототрофного планктона в Печорском море (см. выше).

1. По модели 1 для размерных фракций пикопланктона при $d_{ср} \le 2$ мкм ограничения по фактору U^* и турбулентному обмену K_z – практически отсутствуют. Клетки такого характерного размера подчиняются другим законам, характерным для ультрамикрогетерогенных частиц – коллоидов, вирусов и нанобактерий. При средней в группе Vэф ≈ 1,3 мкм^3, для нее устанавливается гомогенный тип по Z_i (см. таблицу 1 и выше). При этом действительными факторами являются как вклад $d_{экв}$ в U^*, так и общая двигательная активность, свойственная для клеток с монадной структурой.

2. Во фракции фототрофного нанопланктона, характерный размер $d_{ср}$ = 4–6 мкм при Vэф = 350 мкм^3. Практически те же характеристики имеет и группа мелких форм диатомовых, среди которых массовыми в водах Печорского моря зимой являются Pennatophyceae, со средней $d_{экв} \approx 9$ мкм и Vэф ≈ 400 мкм^3. Ограничения по соотношению между потенциалом $\mu_{min} = f(U^*, K_z)$, в этих двух группах носят сходный, близкий к промежуточному, характер. Согласно распространенности мелких форм Pennales spp. (средняя B = 0,0003 мкг/кл) и устойчивом присутствии в естественных популяциях фракций нанопланктона $d_{экв} \approx 4$ мкм, эти ограничения достаточно легко преодолеваются фототрофными микроорганизмами в зимний период их развития (Бардан, 2010).

3. Согласно закону Стокса, чем крупнее клетки, тем выше скорость их осаждения. Поэтому наибольшие ограничения по соотношению $\mu_{min} = f(U^*, K_z)$, в подледные периоды существуют для клеток динофитовых (класс Dynophyceae) и частично, для диатомовых класса Centrophyceae (отдел Bacillariophyta). Обе эти группы фототрофов представлены крупными клетками с объемами от 1000 мкм^3 и более. По (1) для этих двух групп должна устанавливаться прямая стратификация – рост показателей концентраций Cz по Z_i. Так, расчет групповых U_i^*, дает в этих группах максимальные скорости их опускания: крупные клетки *Centrophyceae* и динофлагелляты, осаждаются при средних 9–10 м/сут, что должно приводить к их частичной или полной элиминации в подледных водах. Это и подтверждают натурные наблюдения в Печорском море (см. выше). Причем наблюдается и полная потеря группы динофлагеллят в подледном слое на части акватории моря (Бардан, 2010), что противоречит традиционному представлению о характере их развития.

4. Нахождение в подледных водах средних и крупных групп клеток разных систематических отделов фототрофов при $U_i^* \ge 2–4$ м/с (Vэф ≈ 1000–3000 мкм^3) требует непрерывного и весьма активного роста (см. табл. 1). Только биологическая активность способна компенсировать устойчи-

вый вынос в зону седиментации. Средняя скорость роста зимних фитоценозов по (1): $\mu \geq (0{,}7–1{,}0)$ сут$^{-1}$ $\geq$ (15–24) часа$^{-1}$, и такая *средняя скорость* не ниже, чем в период вегетации, называемый активным, – весна-лето.

Мы считаем, что проведенное уточнение вклада гидродинамических процессов, характерных для подледного режима морских вод, представляет пример влияния слабых эффектов на функциональную активность морского планктона с общими и глобальными следствиями. Например, для функционирования разных структур морских экосистем в зимний период.

Список литературы

1. *Бардан С.И.* Характеристика автотрофного микропланктона Печорского моря для условий сформировавшегося сезонного ледового покрова в средней фазе зимнего сезона // Природа шельфа и архипелагов Европейской Арктики: Материалы междунар. науч. конф. (г. Мурманск, 27–30 октября 2010 г.). Выпуск 10. М.: Геос, 2010. С. 11–17.
2. *Бардан С.И., Корнеева Г.А.* Внутрисезонные тенденции трансформации форм ОВ и ферментативной активности водной среды в зимний период в морях Русской Арктики // Изв. РАН. сер. биол. 2006. № 6. С. 731–745.
3. *Букреев В.И.* Двойная диффузия при таянии льда в соленой воде // Изв. РАН. Сер. Физика атм. и океана, 2007. Т. 43, № 6. С. 826–830.
4. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. 1, Баренцево море. Вып. 2. Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности / Под ред. Ф.С. Терзиева, Б.М. Затучной и др. Л.: Гидрометеоиздат, 1992. 182 с.
5. *Гранин Н.Г., Джусон Д. и др.* Турбулентное перемешивание вод озера Байкал в слое, непосредственно примыкающем ко льду, и его роль в развитии диатомовых водорослей // ДАН, 1999. Т. 366. № 6. С. 835–839.
6. *Долгоносов Б.М.* Нелинейная динамика экологических и гидрологических процессов. М.: Кн. дом «ЛИБРОКОМ», 2009. 440 с.
7. *Долгоносов Б.М., Губернаторова Т.Н.* Механизмы и кинетика деструкции органического вещества в водной среде. М.: Кн. дом «КРАСАНД», 2011. 208 с.
8. *Касьянова Н.А., Лунева М.В., Семенов Е.В.* О влиянии гидрофизических процессов на динамику химико-биологических циклов Белого моря // Изв. РАН. Сер. Физика атм. и океана. 2001. Т. 37, № 6. С. 842–852.
9. *Колмогоров А.Н.* Уравнения турбулентного движения несжимаемой жидкости // Изв. АН СССР. Сер. физическая. 1942. Т. 6. № 1–2. С. 56–58.
10. *Мельников И.А.* Экосистема Арктического морского льда. М.: ИО АН СССР им. П.П. Ширшова. 1989. 191 с.
11. *Раймонт Дж.* Планктон и продуктивность Океана: Том. 1. Фитопланктон. М.: Лёгкая и пищ.промсть, 1983. 568 с.
12. *Саут Р., Уиттик А.* Основы альгологии. М.: Мир, 1990. 597 с.
13. *Шулейкин В.В.* Физика моря. М.: Наука, 1968. 1083 с.
14. *Smayda T.J.* The suspension and sinking of phytoplankton in the sea // Oceanogr. Mar. Biol. Am. Rev. 1970. V. 8. P. 353–414.

ИСТОРИЧЕСКАЯ ДИНАМИКА АНТРОПОГЕННОГО ПРИСУТСТВИЯ В ДЕЛЬТЕ ДОНА

Батиева Е.Ф.
Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

THE HISTORICAL DYNAMICS OF ANTROPOGENE PRESENCE IN THE DON RIVER DELTA

Batieva E.F.
Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia
batievaef@ssc-ras.ru

Большое и разнообразное значение водных ресурсов для человека не подлежит сомнению. Это и источник пищевых запасов разного рода, и транспортные пути, и естественные границы и проч. и проч. Соответственно объем и интенсивность человеческого присутствия в прибрежных районах во все времена носили повышенный характер, по сравнению с другими участками ландшафта. Справедливо это и для донского региона, обладающего развитой речной сетью и выходом к морю. В то же время размещение и величина поселений людей в разные периоды истории не были совершенно единообразны.

Комплексные исследования антропологических материалов из древних донских могильников показали, что и численность, и характер размещения, и морфологический состав палеопопуляций человека на Нижнем Дону в процессе исторического развития неоднократно менялись (Батиева, 2006, 2007а,б, 2011). Причин, под влиянием которых происходили изменения, безусловно, было много, и на каждом этапе истории был свой специфический набор этих причин. Но в целом, все они, без сомнения, могут быть объединены в два блока факторов: климато-географический и культурно-исторический (или природный и социальный). И в некоторых случаях большую весомость приобретает первый, а в некоторых – второй.

Если посмотреть на распределение исследованного материала из Донского региона по эпохам, то, в целом, колебания его численности (с положенными оговорками, в какой-то степени отражающее численность древнего населения) синхронизируются с фазами большей или меньшей аридизации климата (Болиховская и др., 2002; Мищенко, 2004, Матишов, Новенко, Красноруцкая, 2011). Периоды с благоприятными условиями увлажнения и температурного режима совпадают с большей частью бронзового периода и расцветом очагов оседлости и целого ряда кочевых культур сарматского времени (табл. 1, рис. 1). Особо засушливые годы сопровождались депопуляцией региона, как это наблюдается на материалах предскифского периода.

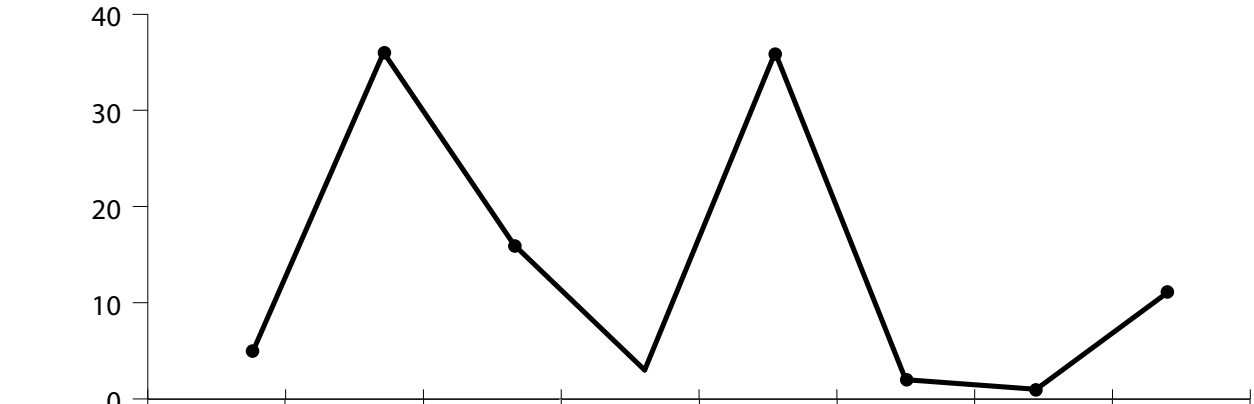
Район дельты Дона всегда был достаточно привлекателен для проживания и с точки зрения природных ресурсов, и с точки зрения коммуникации. Более половины исследованного антропологического материала происходит из исследованных здесь памятников. В то же время распределяется этот материал по эпохам очень неравномерно и его удельный вес в разные периоды сильно различается (табл. 1, рис. 2). Природный потенциал и стратегическое расположение дельты в полной мере использовались тогда, когда они были востребованы еще и историческими реалиями. Пространственная локализация и перемещение различных групп, составлявших донское население в древности, определялись, в первую очередь, характером их хозяйственной деятельности, на успешность которой влияли, с одной стороны, природные условия региона, с другой стороны, культурные и торгово-экономические связи с соседними территориями.

Сравнительный анализ морфологического состава древнего нижнедонского населения в сочетании с топографией могильников и историко-археологическими данными позволяет предположительно указать направление миграционных потоков в регионе и генетические связи с населением других территорий в разные исторические периоды. В эпоху бронзы основным направлением движения населения представляется долготное или близкое к таковому, в ранней и средней бронзе ЮВ-СЗ, в позднебронзовый период С-Ю. Район дельты Дона в эти периоды не является приоритетным для проживания (табл. 1, рис. 2).

Таблица 1

Территориальное распределение разновременного антропологического материала из могильников Подонья и Приазовья

Местонахождение / **Периоды**		**пр.б. Дона**	**пр.б. дельта**	**лев.б. дельта**	**лев.б. Дона**	**Всего**
Раняя бронза	n	164	76	9	170	429
	%	38,2	17,7	2,1	42,0	100,0
Средняя бронза	n	743	483	27	755	2008
	%	37,0	24,1	1,3	37,6	100,0
Поздняя бронза+	n	716	175	6	276	1173
	%	61,0	14,9	0,5	23,6	100,0
Скифское время	n	98	55	44	56	253
	%	38,7	21,7	17,4	22,1	100,0
Сарматское время	n	77	1787	136	727	2727
	%	2,8	65,5	5,0	26,7	100,0
Хазарский каганат	n	99	24	12	86	221
	%	44,8	10,9	5,4	38,9	100,0
Половцы и др.	n	41	7	6	35	89
	%	46,1	7,9	6,7	39,3	100,0
Золотая Орда	n	42	31	696	83	852
	%	4,9	3,6	81,7	9,7	100,0



	Р. бронза	Ср. бронза	П. бронза +	Скифсое время	Сарматское время	Хазарский каганат	Половцы и др.	Золотая Орда
% Всего	5,5	25,9	15,2	3,3	35,2	2,8	1,1	11,0

Рис.1. Процентное соотношение антропологического материала различных исторических периодов в могильниках Подонья и Приазовья

Картографирование антропологических материалов раннего и среднего периода эпохи бронзы демонстрирует их широкое распространение по всей территории Ростовской области, а в количественном соотношении они почти поровну распределяются между право- и левобережными донскими могильниками,. В позднем периоде эпохи средней бронзы территория предпочтительного проживания донского населения смещается на север региона, что совпадает с началом периода иссушения климата.

Продвижение срубных земледельческих племен в Подонье происходило из лесостепной зоны и, соответственно, осваивались преимущественно верховья Дона и его правый берег. Судя по остаткам многочисленных поселений и могильников позднебронзового периода, адаптация новых поселенцев вначале, по-видимому, проходила достаточно успешно. Но процесс аридизации климата на юге Евразии продолжался, вследствие чего доминирующим хозяйственным укладом у населения евразийских степей стало кочевое скотоводство.

Рис. 2. Процентное соотношение антропологического материала различных исторических периодов в локальных территориальных выборках из могильников Подонья и Приазовья

В донском регионе изменения природных условий на рубеже бронзовой и железной эпох повлекло за собой резкое снижение численности населения и смещение основной территории его проживания к берегам Дона. Сформировавшиеся в результате близкие к современным ландшафтно-климатические зоны на много веков вперед определили пространственное размещение и характер биологической адаптации групп местного населения, отличавшихся культурными традициями. Кочевники осваивали природные зоны, наиболее благоприятные для скотоводства (дельта Дона и левобережье), а оседлое население – наиболее удобные участки высокого правого берега Дона. Такая локализация, а также ряд специфических адаптивных особенностей, сохраняются вплоть до позднего средневековья, несмотря на неоднократные изменения в антропологическом составе и происхождение этих групп населения.

После того как обжитое пространство сдвинулось к Дону, основным вектором перемещений стало широтное, в некоторых случаях как бы стекающееся в район дельты и с востока и с запада. Среди изученных материалов из памятников дельты Дона и близких к ней территорий преобладают материалы сарматского и золотоордынского периодов, в обоих случаях из некрополей крупных очагов оседлости (Танаис и его округа) и торговых центров (Азак), связующих восток и запад. К этой же категории по всем историко-археологическим данным надо отнести и Елизаветовское городище скифского времени, антропологический материал из могильников которого по разным причинам изучен пока слабо.

В свою очередь, расположение упомянутых донских крупных торговых и административных центров разных эпох в пределах дельты зависело от природных условий и следовало за изменениями водоносности ее рукавов (рис. 3). В V–III вв. до н.э. наиболее мощным был южный рукав, впадавший в море недалеко от нынешней станицы Елизаветовской, там же исследован самый крупный памятник скифского времени. Потом более мощным рукавом стал Мертвый Донец и на его берегу в сарматскую эпоху был основан Танаис. В Средние века водоток опять усилился на юге и разделился на два равноценных мощных русла. Соответственно, уже здесь удобнее всего было разместить крупный транзитный порт, каким был город Азак времен Золотой Орды (в дальнейшем город Азов). В начале XIV века он стал важным перекрестком торговых путей между Востоком (Хорезм, Китай) и Западом (генуэзские и венецианские торговые колонии Черного моря – Каффа, Солдайя и др.). Разделение южного рукава дельты свело вероятность нового увеличения стока Мертвого Донца к ничтожно малым величинам, так что левобережье дельты остается более предпочтительным для человеческой деятельности и, следовательно, подвергается большему воздействию в результате этой деятельности.

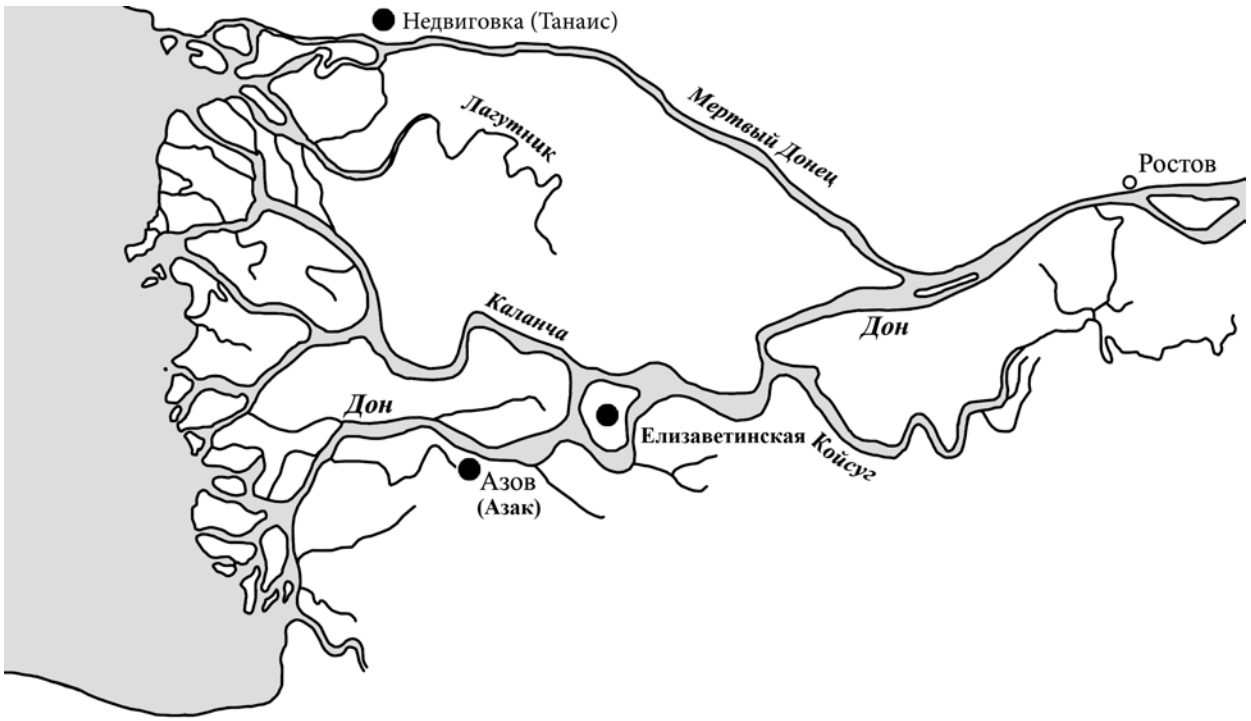


Рис. 3. Местонахождение крупных центров оседлости разных эпох в дельте Дона

Работа выполнена в рамках проекта №01-12-19 «Популяционные особенности древних групп населения Юга России в контексте климатических изменений» Программы фундаментальных исследований Отделения наук о Земле № 13 «Географические основы устойчивого развития Российской Федерации и ее регионов».

Список литературы

1. *Батиева Е.Ф.* Динамика демографических и краниологических характеристик нижнедонских популяций раннего железного века // Современное состояние и пути развития Юга России (природа, общество, человек). Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2007а. С. 123–130.
2. *Батиева Е.Ф.* Население Нижнего Дона в IX в. до н. э. – IV в. н. э. (палеоантропологическое исследование) / отв. ред. М.М. Герасимова. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2011. 160 с.
3. *Батиева Е.Ф.* Палеодемография Подонья и Приазовья (эпоха бронзы) // Вестник антропологии. № 15. М., 2007б. С. 236–245.
4. *Батиева Е.Ф.* Пространственно-временная локализация популяций человека в ландшафтах Нижнего Подонья // Позднекайнозойская геологическая история севера аридной зоны: Материалы международного симпозиума. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2006. С. 282–286.
5. *Болиховская Н.С., Горлов Ю.В., Кайтамба М.Д., Мюллер К., Поротов А.В., Парунин О.Б., Фуаш Э.* Изменение ландшафтно-климатических условий Таманского полуострова на протяжении последних 6000 лет // Проблемы истории, филологии, культуры. 2002. В. XII. С. 257–271.
6. *Матишов Г.Г., Новенко Ю.Е., Красноруцкая К.В.* Динамика ландшафтов Приазовья в позднем голоцене // Вестник Южного научного центра РАН. 2011. Т. 7. № 3. С. 35–43.
7. *Мищенко А.А.* История развития природы Восточного Приазовья в голоцене (по палинологическим данным) // Комплексный мониторинг среды и биоты Азовского бассейна. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2004. С. 10–28.

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ BACILLARIOPHYTA ЭПИФИТОНА МАКРОФИТОВ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ (ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО ЯПОНСКОГО МОРЯ)

Бегун А.А.
Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН, Владивосток, Россия

THE DEVELOPMENT PECULIARITIES OF MACROPHYTES EPIPHYTON BACILLARIOPHYTA UNDER ANTHROPOGENIC POLLUTION CONDITIONS (PETER THE GREAT BAY, JAPAN SEA)

Begun A.A.
A.V. Zhirmunsky Institute of Marine Biology of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia
andrejbegun@yandex.ru

В прибрежных морских акваториях сообщества диатомовых водорослей являются важнейшим компонентом любых водных экосистем и наиболее чувствительны к изменениям экологических факторов среды. На сегодняшний день многие вопросы экологии морских эпифитных микроводорослей изучены недостаточно полно и их роль в прибрежных экосистемах морей умеренной зоны часто недооценивается (Рябушко, 2009; Георгиев, 2010). Почти неисследованными остаются эпифитные диатомовые водоросли в российских водах Японского моря и в дальневосточных морях России, особенно ограничены данные об использовании этих микроводорослей в оценке экологического состояния морской среды (Бегун, Рябушко, 2008; Левченко, Бегун, 2008).

Залив Петра Великого, представляющий собой самую обширную шельфовую зону Японского моря с огромным количеством различных водоемов второго и третьего порядков и чрезвычайным разнообразием экологических условий (Огородникова, 2001; Belan et al., 2003), является наиболее интересной модельной акваторией для изучения влияния антропогенного загрязнения вод на развитие эпифитных диатомовых водорослей. Комплексное изучение микроводорослей в различных морских биотопах залива Петра Великого представляет несомненный научный интерес, связанный с изучением биоразнообразия, а также с возможностью проведения оценки состояния водной среды, наряду с традиционными гидрохимическими и микробиологическими методами.

Цель настоящей работы заключалась в изучении особенностей развития диатомовых водорослей эпифитона макрофитов в прибрежных акваториях зал. Петра Великого Японского моря, имеющих различный уровень антропогенного загрязнения, на основе их видового состава и количественных характеристик.

Материалом для исследования послужили количественные пробы диатомового эпифитона макрофитов, отобранные в зал. Петра Великого Японского моря в период гидрологического лета (июль-сентябрь) 2009 г. В качестве импактных были использованы акватории, подверженные непосредственному влиянию промышленных и бытовых сточных вод: ст. 1 – Тавричанский лиман; ст. 2 – выпуск очистных сооружений г. Владивостока, п-ов Де-Фриз; ст. 3–4 – зал. Угловой; ст. 5 – канализационный выпуск «Вторая Речка»; ст. 6 – бух. Кирпичного завода (Амурский залив); ст. 7 – искусственная лагуна в черте г. Владивостока; ст. 8 – бух. Золотой Рог; ст. 9 – бух. Славянка (зал. Славянка); ст. 10 – бух. Муравьиная; ст. 11 – бух. Горностай (Уссурийский залив); ст. 12 – бух. Находка (зал. Находка). Эти акватории испытывают хроническое антропогенное загрязнение вод и донных осадков, проявляемое в неконтролируемом сбросе неочищенных канализационных вод и различных загрязнителей техногенного происхождения – нефтеуглеводородов (НУ), тяжелых металлов (ТМ), поверхностно-активных веществ (ПАВ), фенолов, а также подвержены значительному термальному загрязнению (Огородникова, 2001; Belan et al., 2003).

В качестве фоновых были взяты акватории, не подверженные влиянию загрязняющих источников: ст. 13 – бух. Баклан, ст. 14 – бух. Бойсмана, ст. 15 – зал. Посьета. Эти водоемы, относящиеся

к юго-западной части зал. Петра Великого, испытывают минимальную антропогенную нагрузку, их воды по основным гидрологическим гидрохимическим показателям соответствуют открытым водам Японского моря (Огородникова, 2001). Зал. Посьета является «эталоном» фоновой акватории, так как входит в состав Дальневосточного морского биосферного государственного природного заповедника (Belan et al., 2003).

Суспензии с диатомовыми водорослями смывали с макрофитов-базифитов в специальные емкости, пробы фиксировали 4 %-ным раствором формалина и Утермёля. Полученные суспензии пропускали через капроновые фильтру «Nitex» («Sefar», Швейцария) с диаметром пор 20 и 80 мкм соответственно. Фракции смывов концентрировали методом осаждения до 4–5 мл. Подсчет выполняли в камере типа Горяева на 10 $см^2$ с дальнейшим пересчетом на 1 г сырой массы для макрофитов. Материал изучали преимущественно с помощью светового микроскопа (СМ), в некоторых случаях использовали световой микроскоп «Olympus BX41», объектив UPLanF1 100x/1/.30, масляная иммерсия.

Среди макрофитов было зарегистрировано 23 вида (9 – из отдела Rhodophyta, 7 – из Phaeophyta и 7 – из Chlorophyta) и два высших растения – *Zostera marina* Linnaeus (1) и *Phyllospadix iwatensis* Makino (1). В эпифитоне исследованных макрофитов зарегистрировано 105 видов и внутривидовых таксонов диатомовых водорослей из классов Bacillariophyceae (75 видов), Fragilariophyceae (13) и Coscinodiscophyceae (17). Наибольшее количество таксонов имели роды *Nitzschia* Hassall (11 видов), *Navicula* Bory (6) и *Amphora* Ehrenb. (5). Уровень сходства видовых списков диатомовых водорослей эпифитона фоновых и импактных акваторий оказался низким (коэффициент Серенсена-Чекановского составил 0,54, или 54 %).

Диатомовые водоросли эпифитона макрофитов в зал. Петра Великого представлены свободноживущими (62,2 %), прикрепленными (13,6 %) и свободноживуще-прикрепленными (27,2 %) формами, которые, в свою очередь, являются одиночными (63,9 %) и колониальными (36,2 %). Экологическая характеристика эпифитона по отношению к местообитанию показывает, что 68,6 % видов являются микрофитобентосными, 27,7 % относятся к бенто-планктонным (тихопелагическим) и 3,8 % – к истинно планктонным формам. По отношению к солености преобладают эвригалинные виды, из них морские составляют 59 %, солоноватоводно-морские – 24,7 %, солоноватоводные – 8,5 % и в незначительной степени представлены пресноводно-солоноватоводные (2,8 %) и пресноводные (4,7 %). Обзор флоры исследуемых водоемов существенно дополняет фитогеографическая характеристика диатомовых водорослей, тесно связанная с их экологией. Из всех встреченных видов 42,7 % составляют космополитные формы, 21,4 % – бореальные, 17,5 % – аркто-бореально-тропические, 9,7 % – бореально-тропические и 5,8 % – аркто-бореальные.

Среди эпифитона выявлено 40 видов диатомовых, являющихся индикаторами органического загрязнения вод. В импактных акваториях почти в равной степени преобладали в видовом отношении α-мезосапробионты – виды индикаторы значительного органического загрязнения вод (46 % в среднем по станциям) и β-мезосапробионты – индикаторы умеренного загрязнения (52 %). В фоновых акваториях преобладали β-мезосапробионты (70 %) на фоне заметного видового обилия индикаторов слабого органического загрязнения вод о-сапробионтов (21 %) и χ-о-сапробионтов (8 %).

Согласно результатам количественного анализа, общая плотность клеток диатомовых водорослей эпифитона в импактных акваториях варьировала от 319,8 млн кл./г сырой массы макрофита (с.м.м.) на морской траве *Zostera marina* (ст. 3) до 0,2 млн кл./г с.м.м. на зеленой водоросли *Ulva clathrata* (Roth) C. Agardh (ст. 5). Среди индикаторов сапробности по плотности доминировали α-мезосапробионты (70,2 % от плотности всех диатомовых с известной сапробиологической характеристикой) (рис. 1). Для «фоновых» акваторий показатели общей плотности эпифитных диатомовых водорослей изменялись от 247 млн кл./г с.м.м. на красной водоросли *Symphyocladia latiuscula* (Harvey) Yamada (ст. 13) до 6,25 млн кл./г с.м.м. на красной водоросли *Neorhodomela larix* (Turner) Masuda (ст. 14). На ст. 14 доминирующее положение занимали о-β-мезосапробионты (72,4 %) с примесью χ-о-сапробионтов (15,2 %) и β-мезосапробионты (13,2 %), на ст. 15 – β-мезосапробионты (99,9 %), на ст. 16 – β-мезосапробионты (90,7 %) с примесью о-сапробионтов (9,2 %).

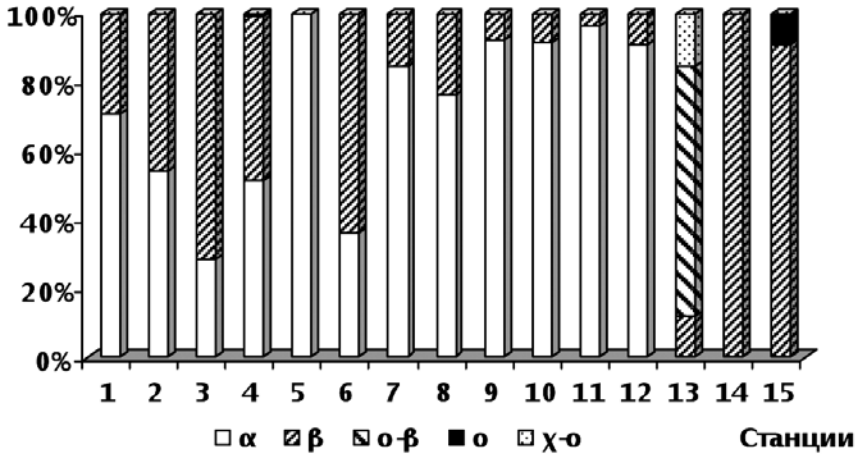


Рис. 1. Соотношение общей плотности (N, %) основных сапробиологических группировок диатомовых водорослей эпифитона макрофитов в различных акваториях зал. Петра Великого Японского моря в летне-осенний период 2009 г.

Для импактных акваторий, помимо увеличения числа видов и количественных показателей индикаторов значительного органического загрязнения вод α-мезосапробионтов, зарегистрировано снижение индексов Шеннона-Вивера и Пиелу (1,31 и 0,37 инф. бит, соответственно), преобладание моно- и биценозов в эпифитоне, что свидетельствует об упрощении структуры таксоцена, а также наличие морфологических аномалий на створках диатомовых водорослей *Cocconeis distans* Greg. и *Biddulphia arctica* f. *balaena* (Ehrenb.) E.H. Jörgens, что связано высоким содержанием токсикантов в водной среде. Среди доминантов в в этих водоемах преобладали преимущественно виды-убиквисты с высокими индексами сапробности, толерантные к воздействию неблагоприятных условий среды – нефтяному, химическому и термальному загрязнениям и способные переходить от автотрофного к гетеротрофному или смешенному типу энергообеспечения (Хайлов, Каменир, 1987).

Для фоновых акваторий, расположенных в юго-западной части зал. Петра Великого, были характерны в целом противоположные закономерности в развитии диатомового эпифитона. В частности, помимо количественного преобладания в эпифитоне о-сапробионтов, о-β-мезосапробионтов, χ-о-сапробионтов и β-мезосапробионтов, это выражалось в наличии полиценозов в структуре таксоцена и в увеличении значений индексов Шеннона-Вивера и Пиелу (3,42 и 0,89 инф. бит соответственно), что позволяет говорить о значительно более сложной структуре таксоцена. Такие закономерности свидетельствует об отсутствии существенного антропогенного загрязнения вод, которое могло бы оказывать заметное влияние на качественное и количественное развитие диатомовых водорослей.

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о наличии заметных эколого-флористических особенностей в развитии диатомовых водорослей эпифитона макрофитов в двух типах исследуемых акваторий зал. Петра Великого Японского моря, различающихся по уровню антропогенного загрязнения вод. Эти различия прослеживались как на видовом уровне (сходство видовых списков по коэффициенту Серенсена-Чекановского), так и на уровне количественного развития (плотность индикаторов органического загрязнения вод и значения индексов Шеннона-Вивера и Пиелу), что обуславливалось локальными различиями экологическими условиями в разных акваториях зал. Петра Великого.

На основании результатов проведенного исследования качественного и количественного развития диатомового эпифитона макрофитов можно сделать вывод о том, что в настоящее время наиболее неблагоприятная экологическая ситуация складывается в ряде прибрежных акваторий зал. Петра Великого Японского моря. К ним относятся акватории, прилегающие к портам городов Владивосток, Находка, Славянка, зал. Угловой, кутовые части Амурского и Уссурийского заливов, а также гипереврофная искусственная лагуна в черте г. Владивостока. В настоящее время биоиндикационные исследования качества вод, проводимые наряду с традиционными гидрохимическими и микробиологическими методами, особенно актуальны для акваторий зал. Петра Великого, находящегося в условиях глобального строительства Саммита АТЭС, урбанизации и возрастающей вследствие этого антропогенной нагрузи на его прибрежные экосистемы.

Список литературы

1. *Бегун А.А., Рябушко Л.И.* Диатомовые водоросли эпифитона морского льна *Phyllospadix iwatensis* Makino в бухте Лазурная Японского моря // Современные проблемы альгологии: Материалы международной научной конференции и VII Школы по морской биологии, г. Ростов-на-Дону, 9–13 июня 2008 г. С. 44–46.
2. *Георгиев А.А.* Эпифитные диатомовые водоросли макрофитов пролива Великая Салма (Кандалакшский залив, Белое море): Автореф. дис. … канд. биол. наук. Москва, 2010. 23 с.
3. *Левченко Е.В., Бегун А.А.* Диатомовые водоросли эпифитона на макрофитах бухты Соболь (Уссурийский залив, Японское море) // Изв. ТИНРО. 2008. Т. 154. С. 248–258.
4. *Огородникова А.А.* Эколого-экономическая оценка воздействия береговых источников загрязнения на природную среду и биоресурсы залива Петра Великого. Владивосток: Изд-во ТИНРО, 2001. 193 с.
5. *Рябушко Л.И.* Микрофитобентос Черного моря: Автореф. дис. … докт. биол. наук. Севастополь, 2009. 48 с.
6. *Хайлов К.М., Каменир Ю.Г.* Соотношения фотосинтеза и усвоения растворенных органических веществ в размерных рядах морских водорослей // ДАН УССР. Сер. Б. (геологические, биологические и химические науки). 1987. № 8. С. 80–83.
7. *Belan T.A., Tkalin A.V., Lishavskaya T.S.* The present status of bottom ecosystems of Peter the Great Bay (the Sea of Japan) // Pacific Oceanography. 2003. Vol. 1, № 2. P. 158–167.

ВЫДЕЛЕНИЕ ВОЗБУДИТЕЛЯ ВИБРИОЗА – КУЛЬТУРЫ ШТАММА *VIBRIO ANGUILLARUM* У МИДИЙ ЧЕРНОГО МОРЯ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* НА ПОБЕРЕЖЬЕ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД 2010 г.

Безгачина Т.В.

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), Москва, Россия

ISOLATION OF THE VIBRIOAGENT *VIBRIO ANGUILLARUM* IN THE BLACK SEA MUSSELS *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* ON THE NORTH CAUCASUS COAST IN SUMMER OF 2010

Bezgachina T.V.

Russion Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), Moscow, Russia
bezgachina@vniro.ru

Вибриоз является опасным бактериальным заболеванием рыб и гидробионтов в морской, солоноватой и пресной воде. Впервые он был обнаружен у угрей в 1909 г. (Bergmann, 1909). Культура штамма *Vibrio anguillarum* – возбудитель вибриоза – выделяется ВНИРО с начала 80-х годов по настоящее время из воды Черного моря в районе Северного Кавказа у диких и культивируемых рыб и мидий. Возбудитель вибриоза был выявлен в последние годы у мидий Черного моря *Mytilus galloprovincialis* в 2005–2009 гг. (Безгачина, 2006;Безгачина, 2007; Гуріна, 2008; Безгачина, 2009; Безгачина, 2010; Безгачина, 2011).

В летний период 2010 г. ВНИРО изучало санитарно-эпизоотическое состояние мидий *Mytilus galloprovincialis*, культивируемых в Черном море в районе Северного Кавказа. В результате выполнения микробиологических исследований у мидий было выявлено 35 культур штамма *Vibrio anguillarum*.

В ходе выполненных исследований была применена отечественная агглютинирующая сыворотка, полученная путем гипериммунизации кроликов антигеном из культуры штамма *Vibrio anguillarum*. При постановке реакции агглютинации на стекле (РА) была определена агглютинация 35 живых культур *Vibrio anguillarum* гомологичной агглютинирующей сывороткой при ее разведении 1:2–1:1600. При постановке пробирочной реакции агглютинации 35 0,3 % формалинизированных антигенов из

выделенных культур штаммов *Vibrio anguillarum* в концентрации 1 млрд микробных клеток в 1 мл по стандарту мутности по ГИСК им. Тарасевича с гомологичной агглютинирующей сывороткой была также обнаружена положительная реакция агглютинации при предельном титре антител 1:2–1:3200 (4 креста), 1:6400 (3 креста). Эти данные свидетельствуют о высокой активности полученных антигенов.

Для идентификации возбудителя вибриоза был применен также и классический бактериологический метод, который указал на принадлежность его к виду *Vibrio anguillarum*.

Культуры выделенных штаммов *Vibrio anguillarum* могут быть использованы для производства вакцины против вибриоза и биопрепаратов для его экспресс-диагностики, которые помогут быстро выявить возбудителя вибриоза и предотвратить распространение эпизоотии на хозяйствах марикультуры.

ВНИРО, ВГНКИ и Щелковским биокомбинатом г. Москвы впервые в России была создана и внедрена промышленная, изготовленная реакторным методом инактиваированная вакцина против вибриоза рыб (патенты на изобретение № 2284830 и № 2284831 от 10 октября 2006 г.).

Список литературы

1. *Безгачина Т.В.* О специфичности антигена из культуры штамма *Vibrio anguillarum* – возбудителя вибриоза, идентифицированной в Черном море у мидий *Mytilus galloprovincialis* в районе Северного Кавказа в 2005 г. // Тез. докл. VII Всероссийской конференции по промысловым беспозвоночным, Мурманск, 9–13 октября 2006 г. Москва: Изд. ВНИРО, 2006. С. 229.
2. *Безгачина Т.В.* К вопросу о специфичности антигена из культуры штамма *Vibrio anguillarum* – возбудителя вибриоза, идентифицированной в 2006 г. у мидий Черного моря // Тез.докл. Международной научной конференции 5–8 июня 2007 г. «Естественные и инвазийные процессы формирования биоразнообразия водных и наземных экосистем». Ростов-на-Дону, 2007. С. 46–47.
3. *Безгачина Т.В.* Выделение возбудителя вибриоза – культуры штамма *Vibrio anguillarum* у мидий Черного моря на побережье Северного Кавказа в летний период 2008 г. // Тез. докладов X съезда Гидробиологического общества при РАН. Владивосток, 2009. С. 35.
4. *Безгачина Т.В.* Серологическая идентификация возбудителя вибриоза культуры штамма *Vibrio anguilarum* у мидий Черного моря *Mytilus galloprovincialis* на побережье Северного Кавказа в осенний период 2007 г. // Тез. докл. Международной конференции (Иркутск, 20–25 сентября, 2010) «Проблемы экологии. Чтения памяти профессора М.М. Кожова». Иркутск: Иркутский государственный университет, 2010. С. 350
5. *Безгачина Т.В.* Идентификация возбудителя вибриоза – культуры штамма *Vibrio anguilarum* у мидий Черного моря на побережье Северного Кавказа в летний период 2009 г. // Материалы Международной научно-практической конференции «Аквакультура Европы и Азии: реалии и перспективы развития и сотрудничества» (Улан-Удэ, оз. Байкал, 1–7 августа 2011 г.). Тюмень: Госрыбцентр, 2011. С. 11–12.
6. *Гуріна Л.М.* Бактеріологічний моніторинг щодо вібріозів та аэромонозів серед морських риб та інших гідробіонтів азово-чорноморського басейну // Міжвідомчий тематичний науковий збірник Науково-практична конференція з міжнародного участю «Актуальні проблеми охорони здоров'я риб та інших гідробіонтів) (М. Феодосія, 26–29 травня 2008 р.) Ветеринарна медицина, 90. Харьків. 2008 р. С. 147–151.
7. *Bergmann A.M.* Die rote Beulenkrankheit des Hals // Ber. Kgl. Bayer. Biolog. Versuch – Műnchen, 1909. 2. P. 10–54.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА МОРСКОЙ СРЕДЫ ПО СОДЕРЖАНИЮ МЕТАЛЛОВ И ПОКАЗАТЕЛЯМ ПЕРЕКИСНОГО ОКИСЛЕНИЯ ЛИПИДОВ В ТКАНЯХ МИДИИ ГРЕЯ *(CRENOMYTILUS GRAYANUS)*

Бельчева Н.Н.[1], Истомина А.А.[1], Довженко Н.В.[1], Слинько Е.Н.[1], Кавун В.Ю.[2], Челомин В.П.[1]

[1]Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева Дальневосточного отделения РАН, Владивосток, Россия

[2]Федеральное бюджетное учреждение науки Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского Дальневосточного отделения РАН, Владивосток, Россия

ASSESSMENT OF MARINE ENVIRONMENT QUALITY ON CONTENT OF METALS AND LIPID PEROXIDATION INDICATORS IN TISSUES OF MUSSEL *CRENOMYTILUS GRAYANUS*

Belcheva N.N.[1], Istomina A.A.[1], Dovzhenko N.V. [1], Slinko E.H.[1], Kavun V.Ya.[2], Chelomin V.P. [1]

[1]V.I.Il`ichev Pacific Oceanological Institute of the Far Eastern Branch of Russian Academy Sciences, Vladivostok, Russia

[2]A.V. Zhirmunsky Institute of Marine Biology of the Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia

belcheva@poi.dvo.ru

Двустворчатый моллюск мидия Грея (*Crenomytilus grayanus*) в течение трех десятилетий широко используется в качестве организма-индикатора в полевых исследованиях, связанных с биоаккумуляцией приоритетных токсикантов – тяжелых металлов (Кавун, Шулькин, 2005), хлорорганических пестицидов (Боярова, Лукьянова, 2008) и радионуклидов (Tkalin et al., 1998). Биомониторинг, основанный на аккумуляции вредных веществ в тканях, важен для обнаружения в среде биологически доступных токсикантов, однако он не позволяет оценить биологическое воздействие (токсичность) накопленных уровней поллютантов на здоровье гидробионтов. Поэтому, принимая во внимание важность свободно-радикального повреждения в механизмах токсичности тяжелых металлов и органических поллютантов, в программах биомониторинга стали широко применять в качестве биомаркеров продукты окислительного повреждения клеточных компонентов, таких как белки, липиды и нуклеиновые кислоты (Valavanidis et al., 2006; Belcheva et al., 2011). Наиболее исследованный процесс повреждения тканей свободными радикалами – это перекисное окисление липидов (ПОЛ) биологических мембран. Поэтому цель настоящего исследования состояла в сравнительной оценке качества морской воды при совместном использовании таких показателей как уровни тяжелых металлов (Fe, Zn, Cu, Cd и Pb) и содержание продуктов ПОЛ (диеновых конъюгатов – ДК, малонового диальдегида – МДА и оснований Шиффа – ОШ) в тканях мидии Грея. В 1999 и 2011 гг. эти показатели были определены в пищеварительной железе и жабрах двух популяций мидии Грея, обитающих в чистой акватории у о. Рейнеке (зал. Петра Великого, Японское море) и в загрязненной бух. Горностай (Уссурийский залив, зал. Петра Великого). Пристальное внимание к бух. Горностай вызвано тем, что на берегу этой бухты с 1976 г. располагался полигон твердых бытовых отходов (ТБО) г. Владивостока. В период эксплуатации полигона ограждение постепенно разрушилось и из-за многочисленных осыпей и обрушений содержимого свалки прямо в воду бухты произошло неизбежное сильное загрязнение прибрежной акватории. По результатам мониторинга 2008 и 2009 гг. рассчитанный индекс загрязнения показал, что морские воды в зоне влияния полигона относились к V классу (грязные) (Яцук, 2010). Так, содержание в осадках Pb превышало допустимые концентрации в 29 раз, Zn – в 25 раз, Cu – в 69 раз. Концентрация нефтепродуктов превышала ПДК в среднем в 5 раз в поверхностном и придонном слое бухты, а концентрация фенолов была превышена примерно в 2 раза. Проведенные в 2010 г. комплексные мероприятия по рекультивации полигона позволили полностью «законсервировать» мусорную свалку в районе Горностая.

Сравнение уровня металлов в тканях мидий, собранных в бух. Горностай в 1999 г. и 2011 г. (табл. 1), показало, что в 1999 г. содержание всех металлов в тканях моллюсков было выше, чем

в 2011 г. Так, в жабрах содержание Cu было выше в 12 раз, Pb в жабрах и пищеварительной железе – в 3 и 5 раз, а Fe – в 2 и 4 раза, соответственно. Близкие уровни Cu в пищеварительной железе в 1999 г. и 2011 г. указывают на то, что этот орган, вероятно, принимает активное участие в элиминации Cu из других тканей. Анализ уровней металлов в тканях мидий из двух акваторий, собранных в 2011 г. (табл. 1), показал, что различия в содержании биогенных элементов, таких как Fe и Zn, не значительны между двумя популяциями мидий, а содержание Cu выше почти в 3 раза в жабрах и пищеварительной железе у мидий из бух. Горностай. В тканях мидий из акватории о. Рейнеке Pb не был обнаружен ни в 1999 г., ни в 2011 г., в отличие от мидий из бух. Горностай.

Поскольку концентрация металлов в тканях мидий является индикатором содержания биодоступных форм металлов в среде, то обнаруженное снижение уровня металлов в тканях мидий из бух. Горностай прямо указывает на уменьшение содержания металлов в морской среде. Представляется вполне закономерным то, что более низкая концентрация металлов в тканях мидий, собранных в 2011 г., является отражением проведенных в 2010 г. мероприятий по рекультивации полигона ТБО, расположенного на берегу бух. Горностай.

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов (мкг/г сухой массы) в тканях мидии *Crenomytilus grayanus* (среднее значение ± стандартное отклонение, n=3)

Место сбора	Год	Fe	Zn	Cu	Cd	Pb
пищеварительная железа						
бухта Горностай	1999	620 ± 211	229 ± 7	61 ± 5.8	9.73 ± 2.47	169 ± 50
	2011	153.1 ± 17.6	90.4 ± 15.1	89.3 ± 10.9	2.7 ± 0.8	28.9 ± 12.9
остров Рейнеке	1999	123 ± 27	108 ± 50	12 ± 1.1	3.76 ± 2.28	н.о
	2011	119.7 ± 14.7	97.1 ± 13.6	24.9 ± 0.4	4.6 ± 0.9	н.о.
жабры						
бухта Горностай	1999	377 ± 169	272 ± 94	448 ± 179	14.9 ± 3.52	233 ± 53
	2011	129.6 ± 2.5	87.0 ± 1.6	36.1 ± 7.7	1.2 ± 0.3	80.3 ± 9.3
остров Рейнеке	1999	225 ± 25	1099 ± 7	9.1 ± 0.9	20.5 ± 5.25	н.о.
	2011	116.1 ± 7.4	95.3 ± 11.6	13.4 ± 10.7	7.9 ± 5.01	н.о.

Для оценки степени окислительных процессов были измерены продукты ПОЛ в пищеварительной железе и жабрах мидий. Наши результаты показали, что в 1999 г. содержание всех исследованных продуктов ПОЛ (ДК, МДА и ОШ) в пищеварительной железе и жабрах мидий из б. Горностай было значительно выше, чем у мидий из акватории о. Рейнеке (рис. 1).

Например, в пищеварительной железе и жабрах содержание ДК было выше в 2.3–3.3 раза, МДА в 2.0–2.5 раза и ОШ на 2 5% и 19 % соответственно. Перекисное окисление липидов – это конечный результат сложной последовательности свободно-радикальных реакций и приводит к нарушению целостности биологических мембран (Conner, Ringwood, 2000). Высокий уровень продуктов ПОЛ указывает на то, что ткани мидии Грея, обитающей в бух. Горностай, были подвержены сильным проокислительным процессам. В 2011 г. только в пищеварительной железе содержание МДА было в 2 раза выше у мидий из бух. Горностай по сравнению с контрольными мидиями. Содержание ДК в пищеварительной железе, а также ОШ в пищеварительной железе и жабрах даже снизилось по сравнению с контрольными мидиями на 30 %, 47 % и 22 % соответственно.

Из данных за 1999 и 2011 гг. по содержанию металлов и продуктов ПОЛ можно сделать вывод, что при снижении уровня антропогенной нагрузки на акваторию бух. Горностай наблюдается уменьшение не только концентрации токсикантов (металлов) в тканях, но и тенденция к восстановлению показателей окислительной деградации липидов до контрольного уровня.

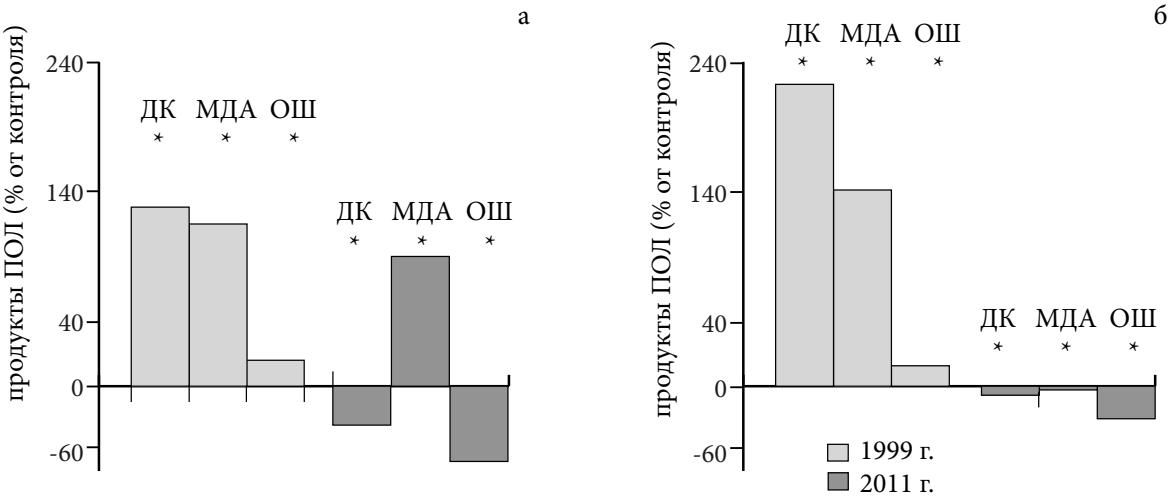


Рис. 1. Содержание продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ) в пищеварительной железе (а) и жабрах (б) мидии *C. grayanus* из бух. Горностай, выраженное в процентах от их содержания в тканях моллюсков из акватории о. Рейнеке. ДК – диеновые конъюгаты, МДА – малоновый диальдегид, ОШ – основания Шиффа (липофусцин); * – значимые различия между уровнем продуктов ПОЛ в тканях мидий из акватории бух. Горностай и о. Рейнеке

Таким образом, полученные результаты показали, что комплексный анализ тканей на присутствие токсикантов (например, содержание металлов) и продуктов ПОЛ, прямо указывающих на степень повреждающего действия поллютантов, являются полезными индикаторами экологического стресса в региональных мониторинговых программах, связанных как с возрастающим антропогенным воздействием, так и с применением природоохранных мероприятий.

Список литературы

1. *Боярова М.Д., Лукьянова О.Н.* ДДТ и ГХЦГ в моллюсках зал. Петра Великого (Японское море) // Тезисы докладов III Международной научно-практической конференции «Морские прибрежные экосистемы. Водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки», г. Владивосток, 8–10 сентября, 2008. С. 181–182.
2. *Кавун В.Я., Шулькин В.М.* Изменение микроэлементного состава органов и тканей двустворчатого моллюска *Crenomytilus grayanus* при акклиматизации в биотопе, хронически загрязненном тяжелыми металлами // Биология моря. 2005. Т. 31. С. 123–128.
3. *Яцук А.В.* Мониторинг загрязнения акватории Уссурийского залива в зоне влияния полигона твердых бытовых отходов // Мат. Всерос. науч. конф. «Проблемы экологии морского шельфа», г. Владивосток, 16–22 сентября, 2010. С. 201–203.
4. *Belcheva N.N., Zakhartsev M.V., Dovzhenco N.V., Zhukovskaya A.F., Kavun V.Y., Chelomin V.P.* Anthropogenic pollution stimulates oxidative stress in soft tissues of mussel *Crenomytilus grayanus* // Ocean Science Journal. 2011. V. 46(2). P. 85–94.
5. *Tkalin A.V., Lishavskaya T.S., Shulkin V.M.* Radionuclides and Trace Metals in Mussels and Bottom Sediments Around Vladivostok, Russia // Marine Pollution Bulletin. 1998. V. 36. P. 511–554.
6. *Valavanidis A., Vlahogianni T., Dassenakis M., Scoullos M.* Molecular biomarkers of oxidative stress in aquatic organisms in relation to toxic environmental pollutants // Ecotoxicology and Environmental Safety. 2006. V. 64. P. 178–189.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ АБРАЗИИ БЕРЕГОВ ПРОЛЕТАРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (ОЗЕРО МАНЫЧ-ГУДИЛО)

Беспалова Л.А.[1,2], Ильина Л.П.[1], Сушко К.С.[1,2]

[1] Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

[2] Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

INVESTIGATION OF PROCESES OF ABRASION OF COAST LINE OF PROLERARSKOE RESERVOIR (MANYCH-GUDILO LAKE)

Bespalova L.A.[1,2], Iljina L.P.[1], Sushko K.S.[1,2]

[1] Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia

[2]Southern federal university, Rostov-on-Don, Russia

bespal@aaanet.ru, iljina@ssc-ras.ru, kirrkka@yandex.ru

Озеро Маныч-Гудило – мелководный реликтовый водоем морского происхождения, входящий в состав Пролетарского водохранилища (восточный отсек). В зависимости от климатических изменений и многолетних колебаний элементов водного баланса под воздействием антропогенных и природных факторов уровень и размеры этого водоема постоянно меняется. До создания Пролетарского и других водохранилищ (середина 1930–х гг.) площадь оз. Маныч–Гудило резко уменьшалась, и оно, частично, а иногда и полностью пересыхало (как, например, в 1881 и 1911 гг.), причем дно покрывалось слоем соли. В многоводные годы, например в 1885 и 1922 гг. озеро затапливало левобережье и верхнюю часть долины на значительном расстоянии (Матишов и др., 2006; Матишов и др. 2010).

Пролетарское водохранилище по интенсивности проявления абразии берегов делится на две части: западную и восточную, граница между которыми проходит в районе х. Красный Маныч. В западной части значительная площадь прибрежной зоны заросла тростником и находится в устойчивом состоянии. Исключение составляет участок протяженностью 7 км у Пролетарского гидроузла, свободный от растительности, где интенсивно происходит абразия берегов. В восточной части процессы абразии берегов развиты более значительно, чем в западной, и особенно на его северном берегу и участке от х. Красный Маныч до лимана Арал-Эмке. В отличие от Веселовского водохранилища, на Пролетарском отсутствуют пляжи, и происходит размыв берегового откоса. Поэтому, если сохранится современный водный режим, здесь будет продолжаться поступление продуктов береговой абразии и тем самым увеличиваться мощность донных отложений. Скорость размыва берегов Пролетарского водохранилища достигает 2–5 м/год, т.е. несколько больше, чем на Веселовском водохранилище (Кривенцов, 1974; Клюева и др., 1983; Базелюк и др., 2010).

Пролетарское водохранилище по толщине донных отложений разделяется на четыре участка: нижний, средний, Гудило и верхний. Нижний участок охватывает западный отсек водохранилища и по величине отложений разделяется на две части: западный и восточный, при этом наибольшая средняя (61 см) и максимальная (97 см) величины слоя отложений отмечаются в западной части нижнего участка. В восточной части нижнего участка наблюдается наименьшая толщина отложений, составляющая всего 17 см. Для среднего участка, охватывающего нижнюю часть восточного сектора водохранилища, толщина отложений составляет 30 см, а для района Гудило и верхней части Пролетарского водохранилища (выше устья р. Джалга) она составляет 19–23 см. Здесь наибольшая толщина отложений уменьшается от берегов к середине водохранилища. На Пролетарском водохранилище, как и на Веселовском, наибольшая толщина отложений уменьшается от берегов к середине водохранилища. Так, на нижнем участке в его западной части толщина отложений у левого берега – 95 см, центральной части – 55 см и у правого берега – 96 см, а на среднем участке соответственно 57, 39 и 26 см и на участке Гудило – 9, 22 и 32 см (Базелюк и др., 2010).

Разрушение берегов водных объектов представляет собой сложный комплекс взаимосвязанных денудационно-аккумулятивных гидролого-геологических процессов (абразионных, оползневых,

карстово-суффозионных, перемещения и отложения наносов и т.д.), обусловленных воздействием водных масс на берега и приводящих к деформациям и разрушениям прибрежных территорий. Закономерности распространения и активность проявления абразии берегов водохранилищ связаны с особенностями основных факторов, определяющих эти процессы: геологических (тектоники, стратиграфии, литологии); геоморфологических (рельефа, его морфологии), гидрологических (штормов, уровней водоема) а также характером использования берегов (распашка почв, выпас скота, орошение земель, строительство и др.) (Печеркин, 1980).

Абразионные берега формируются под воздействием волн на всех водохранилищах. Состав пород абразионных берегов может быть любой (глины, пески, скальные породы и т.д.), все в той или иной степени размываются волнами. Быстрее всего разрушаются песчаные, лёссовые, несколько медленнее – суглинистые, ещё медленнее – глинистые. Скорость разрушения берега зависит и от его высоты – чем ниже берег, тем быстрее он размывается. Однако, воды могут размывать породы и высоких берегов (рис. 1). В верховьях водохранилищ, в зоне выклинивания, возрастает роль сточных – речных течений (Иконников, 1972).

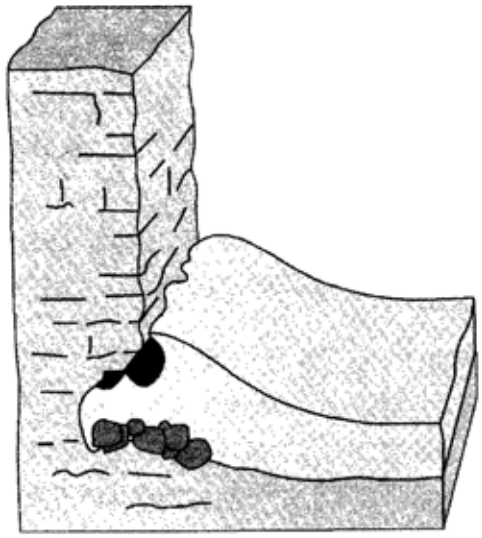


Рис. 1. Схема разрушения берега озера Маныч-Гудило волновой активностью (Иконников, 1972)

При изучении современных геоморфологических процессов прибрежных территорий озера Маныч-Гудило в период с 2005–2010 гг. в составе комплексных экспедиций на НЭС «Маныч» ЮНЦ РАН (Орловский район, Ростовская область) были проведены исследования по определению скорости абразии берегов.

На абразионных берегах озера Маныч-Гудило, островов Водный и Горелый была заложена реперная сетка станций. При закладке реперов измерялись расстояние от репера до обрыва, высота склона, высота обрыва, отмечался тип берега и слагающие его породы. Репера закладывались как основной и контрольный на расстоянии 2 и 6 м от обрыва соответственно. Координаты реперов и полигонов наблюдений фиксировались с помощью GPS-навигатора. Определение скорости размыва берегов определяли стандартной методикой (Рекомендации … 1984).

Полученные данные представлены в таблицах 1 и 2. На участке полигона R_1 в западной части о. Маныч–Гудило развит абразионный тип берега, высота которого составляет 8 м. Скорость размыва незначительная и составляет 0,24 м/год. На участке R_2 высота берега понижается до 5 метров. Репер находится в пределах вогнутости, представляющей небольшой залив. Скорость размыва берега достигает 0,2 м/год, что соответствует показателям на первом реперном участке R_1 (табл. 1).

На полигоне R_3 в восточной части о. Маныч-Гудило отмечен абразионный уступ высотой 12 м. По результатам измерений на этом участке отмечены наиболее интенсивные абразионные процессы. Установленный репер $R_{3,}$ находящийся на расстоянии 6,60 м от бровки клифа, в 2006 г. обвалился и обнаружен у его основания. Таким образом, только за один год берег отступил примерно на 6 м. Средняя скорость размыва за весь период наблюдений составила 3,3 м/год (табл. 1).

На участке R_4 (восточная часть) высота берега достигает 10 м. Береговой уступ абразионно-обвального типа. Склон обрыва сильно эродирован. Средняя скорость абразии была 0,98 м/год.

Таблица 1

Абразия берегов оз. Маныч–Гудило

№ репера, расположение	Координаты	Расстояние до обрыва, м				Скорость размыва, м/год
		2005	2006	2007	2008	
R1 (западная часть)	46024′005′′ 42039′280′′	5,30	4,90	4,70	4,58	0,24
R2 (западная часть)	46024′204′′ 42038′253′′	5,34	4,98	4,90	4,76	0,2
R3 (восточная часть)	46024′295′′ 42038′253′′	6,60	6,05	2,75	2,60	3,3
R4 (восточная часть)	46024′33′′ 42037′197′′	6,72	5,27	4,5	3,8	0,98

В результате проведенных исследований установлено, что для восточной части о. Маныч-Гудило в пределах высокого оползневого и абразионно–обвального типов берегов, процессы размыва проходили более интенсивно (скорость размыва 0,98–3.3 м/год), в то время как в западной части, где высота берега не более 8 м отмечены невысокие скорости абразии (0,2–0,24 м/год).

В период 2009–2010 гг. были заложены репера для учета скорости абразии берегов островов Водный и Горелый. Следует отметить, что береговые очертания островов оз. Маныч–Гудило имеют неровную форму и изменяются при воздействии постоянно меняющегося уровня воды, а также при развитии плоскостного смыва. На участке R_1 (северо–восточная часть о. Горелый) высота берега достигает 5,5 м. Береговой уступ абразионный. Склон сильно эродирован. Средняя скорость абразии была 0,8 м/год. На о. Водном было заложено 3 реперных участка: R_2 в северо–западной, R_3 в юго–восточной и R_4 в северо–восточной частях. Берега представлены абразионными и абразионно–обвальными типами, высоты составляют 4 м, 15 м и 8 м соответственно. Скорости размыва были от 0,2 до 3,6 м/год. Максимальные значения абразии отмечены для берегов юго–восточной части острова (табл. 2).

Таблица 2

Абразия берегов островов Водный и Горелый оз. Маныч–Гудило

№ репера, расположение	Координаты	Расстояние до обрыва, м		Скорость размыва, м/год
		2009 г.	2010 г.	
R1 о. Горелый (северо–восточная часть)	46029′56′′ 42026′46′′	4,0	3,20	0,8
R2 о. Водный (северо–западная часть)	46029′43′′ 42027′59′′	2,74	2,54	0,2
R3 о. Водный (юго-восточная часть)	46028′13′′ 42029′38′′	8,1	4,5	3,6
R4 о. Водный (северо-восточная часть)	42029′16′′ 42030′43′′	4,20	2,20	2,0

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено, что в настоящее время идет интенсивный процесс абразии берегов восточной части оз. Маныч–Гудило, где скорость размыва составляет в среднем 0,98–3,3 м/год. Для о. Водный выявлено, что высокие скорости абразии (до 3,6 м/год) характерны для берегов юго-восточной части.

Список литературы

1. *Базелюк А.А., Лурье П.М., Панов В.Д.* Гидрологический режим водохранилищ Кумо-Манычской впадины // Современное состояние и технологии мониторинга аридных и семиаридных экосистем юга России. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2010. С. 80–92.
2. *Иконников Л.Б.* Формирование берегов водохранилищ. М.: Наука, 1972. 93 с.
3. *Клюева В.А., Долженко Г.П.* Осадконакопление в водохранилищах бассейна Нижнего Дона. Ростов-на-Дону: Изд-во РГУ, 1983. 142 с.
4. *Кривенцов М.И.* Гидрохимия водохранилищ Западного Маныча. Л.: Гидрометеоиздат, 1974. 206 с.
5. *Матишов Д.Г., Гаргопа Ю.М., Елисеева О.И.* Современный гидрохимический режим водоемов и водотоков Кумо-Манычской впадины в условиях изменений климата и антропогенных воздействий // Современное состояние и технологии мониторинга аридных и семиаридных экосистем юга России. Ростов-на-Дону. Изд-во ЮНЦ РАН, 2010. С. 102–113.
6. *Матишов Д.Г., Гаргопа Ю.М., Ермолов В.С.* Современный гидрохимический режим водоемов системы Маныч-Чограй // Современные проблемы аридных и семиаридных экосистем юга России. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2006. С. 200–221.
7. *Печеркин И.А., Печеркин А.И., Каченов В.И.* Теоретические основы прогнозирования экзогенных геологических процессов на берегах водохранилищ. Пермь: Изд-во ПГУ, 1980 г. 187 с.
8. Рекомендации по количественной оценке устойчивости оползневых склонов // ПНИИИС. М.: Стройиздат, 1984. 80 с.

ИЗМЕНЕНИЕ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ ПРИКАСПИЙСКОГО РЕГИОНА КАЛМЫКИИ ЗА 150-ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

Буваев Д.А.

Институт аридных зон, Южный научный центр РАН, Элиста, Россия

THE CHANGE OF TRANSPORT INFRASTRUCTURE OF CASPIAN REGION OF THE REPUBLIC OF KALMYKIA IN THE 150-YEAR PERIOD

Buvaev D.A.

The Institute of arid zones, the Southern scientific center RAS, Elista, Russia
buvaev_ecolog@mail.ru

Представлена ГИС развития транспортной инфраструктуры Прикаспийского региона Республики Калмыкия за 150-летний период. ГИС содержит основные сведения по населенным пунктам, путям сообщения, оросительным каналам и другим объектам, а также изменениям береговой линии Каспийского моря. ГИС имеет открытую структуру, с возможностью включения данных различных временных периодов, как более ранних, так и современных. Данная ГИС является частью разрабатываемой в настоящее время системы состояния Черных земель Калмыкии, и в частности, Прикаспийского региона Калмыкии. Основным источником ГИС являются картографические данные, за период, начиная с 1860 г. по настоящее время, а также материалы ДЗЗ. Географическое позиционирование космических снимков и картографического материала выполнены в проекции Гаусса-Крюгера, в системе координат 1942 г.

В статье рассмотрена динамика развития транспортной инфраструктуры по трем основным периодам. Более подробная периодика разрабатывается в ГИС «Черные земли Калмыкии». Изменения транспортной инфраструктуры показаны на рис. 1 и 2.

1860–1862 гг. С целью хозяйственного, статистического и научного исследования Калмыцкой степи Министерством госимуществ Российской Империи была организована Кумо-Манычская экспедиция под руководством полковника К.И. Костенкова. По материалам экспедиции был опубликован отчет «Калмыцкая степь Астраханской губернии» (Костенков, 1868), содержащий первые тематические карты Калмыкии: геологическую, почвенную, растительную. Эту работу по праву можно рассматривать как одну из первых геоинформационных систем состояния Калмыцких земель. Карты, составленные

Кумо-Манычской экспедицией в 1860–1862 гг., положены в основу ГИС. Основной задачей экспедиции было составление подробных карт местности, описание состояния земель, водопоев, уровня моря с целью создания стационарных поселений вдоль трактов, а также устройству новых почтовых станций, с целью максимально использовать транспортные возможности. Состояние местности в этот периода можно рассматривать как фоновое, с минимальным антропогенным воздействием. В урочище Рогульском происходило слияние рек Восточный Маныч и Кума, здесь же от Кумы ответвлялась река Гайдук. На геологической карте обе реки показаны как полноводные и впадающие в Каспийское море. На карте отмечено множество малых речек, впадающие в морские заливы. Среднегодовой уровень Каспийского моря в 1862 г. имеет отметку -26 м. (Варущенко, 1987). В дельтовой зоне Кумы, на месте пересечения сухопутного Кизлярского тракта с рекой, располагалась морская Серебряковская пристань и Ловецкие казармы, являющиеся перевалочной базой грузопотока на Кавказ (Борисенко, 1987).

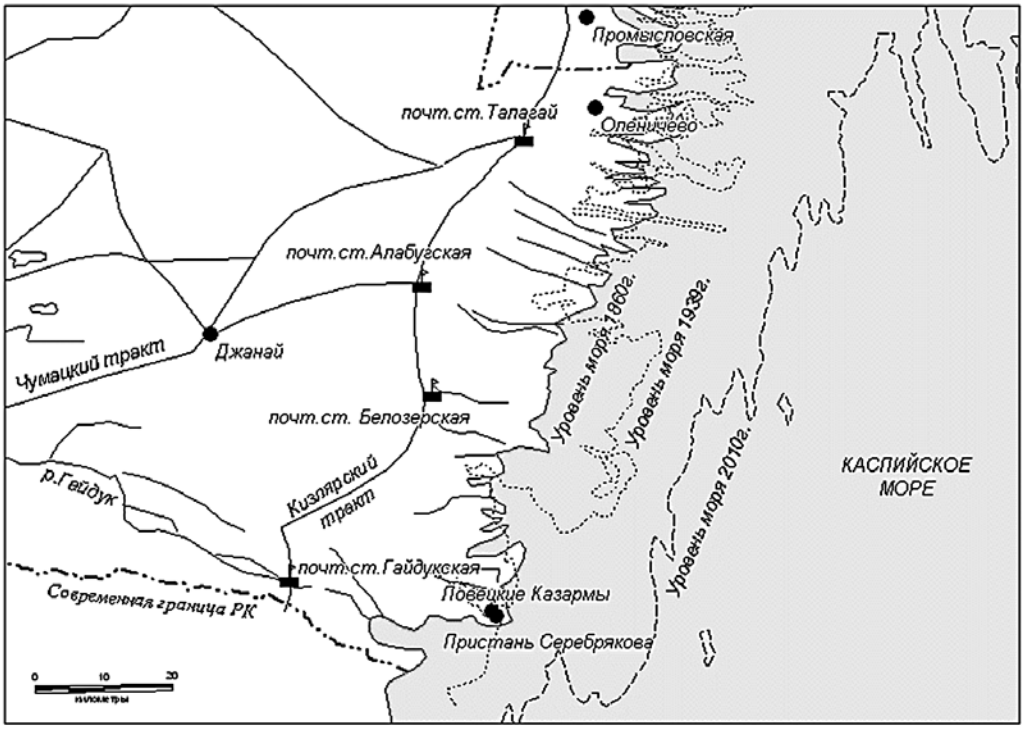


Рис. 1. Развитие транспортной инфраструктуры Прикаспийского региона Калмыкии

Данные, собранные экспедицией, заложили основу стратегии развития региона, которая была актуальной до 1930-х гг.

1930–1950 гг. Накануне войны Главным управлением геодезии и картографии (ГУГК) СССР был полностью обновлен картографический материал на всю территорию страны. Также изданы региональные географические карты, одной из которых является «Административная карта Калмыцкой АССР 1939 г. Топографической основой за этот период являются карты Генерального штаба РККА, созданные в 1939–1942 гг., обновленные Армейской службой картографии США и дополненные материалами разведывательной аэрофотосъемки территории СССР 1948–1953 гг. (Eastern Europe, 2011).

В предвоенные пятилетки можно отметить резкий рост числа стационарных населенных пунктов региона и Калмыкии в целом: поселков, сел, а также ферм, животноводческих стоянок и рыболовецких бригад. Основными элементами транспортной инфраструктуры являются грунтовые дороги. Дорога с улучшенным грунтовым покрытием от Лагани до Басов была единственной подобной в регионе.

Построенная осенью-зимой 1941–1942 гг. в кратчайшие сроки однопутная железная дорога «Астрахань – Кизляр» имела стратегическое значение и сыграла огромное значение во время Великой Отечественной войны, особенно в период битвы за Кавказ и Сталинград. О важности дороги свидетельствует неоднократные рейды немецких спецгрупп и авиации для разрушения этой нефтяной артерии (Шеин, 2009, с. 73–80). Например, немецким командованием был отдан приказ провести глубокую наземную разведку Калмыцкой степи в сентябре 1942 г., и, по возможности, взорвать ж/д

мосты через реку Кума. Однако взорвать мосты не удалось за их отсутствием. Железнодорожный путь был проложен по сухому руслу реки, что свидетельствует о засушливости климата в рассматриваемый период. Дорога функционирует в настоящее время и по-прежнему является единственной ж/д веткой, связывающей низовья Волги и Кавказ.

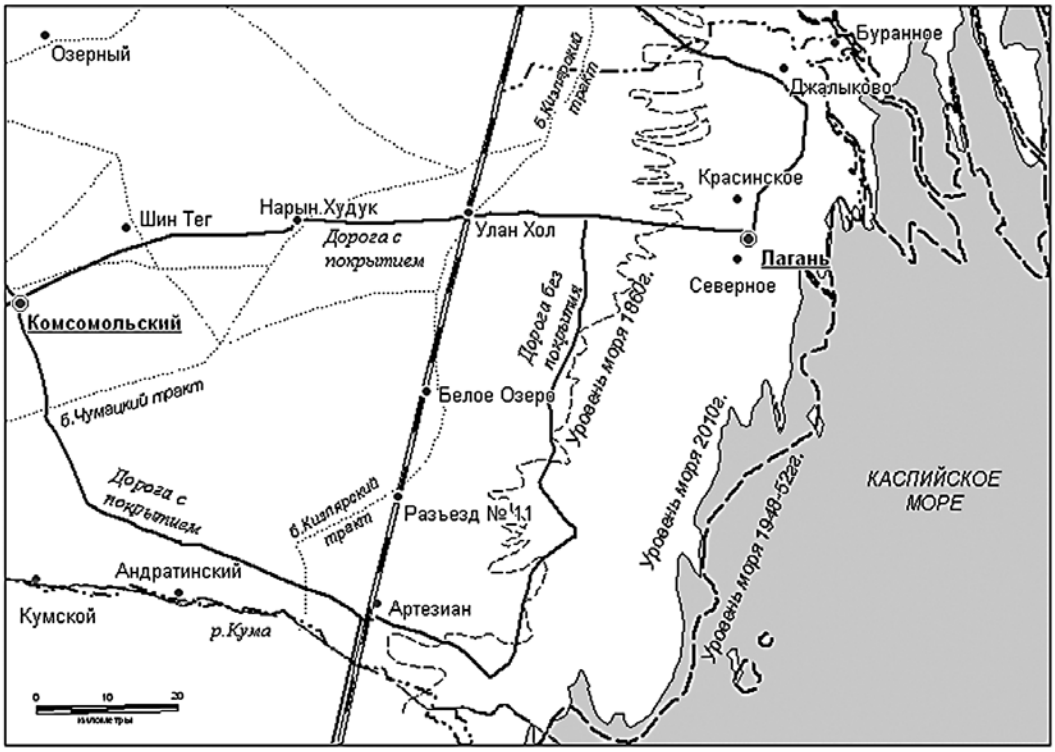


Рис. 2. Развитие транспортной инфраструктуры Прикаспийского региона Калмыкии

Реки Кума и Гайдук показаны как частично пересыхающие, сообщения с морем не имеют. Морская инфраструктура Калмыкии развита слабо и представлена в основном рыболовным флотом.

Среднегодовой уровень Каспийского моря в 1930 г. имеет отметку -26 м, в 1940 – отметку -27,5 м (Варущенко, 1987). На карте 1948 г. уровень показан ниже отметки -27 м. и значительно отличается от уровня 1939 г. Вероятнее всего, здесь за уровень моря принята нечетко очерченная внешняя зона камышовых лагун. В это десятилетие заметно начало падения уровня Каспия, в целом закончившееся в 1977 г. с минимальной отметкой -29,5 м. (Александров, 2001).

С падением уровня моря в 1930–1950-х гг. бывшие приморские поселения постепенно теряли свое значение и прекратили существование. Например, Серебряковская пристань в устье р. Кумы, станции Гайдукская, Белозерская, Алабугская, Шуралинская и ряд других. Поселок Лагань, наоборот, основан на землях, освобожденных морем. На карте 1922 г. он отсутствует. На карте 1939 поселок Лагань (Логань) расположен на длинном острове (Буваев, 2009).

Современный период. До 1957 г. в Калмыкии практически отсутствовали автодороги с покрытием. Дороги тогда подразделялись на «грунтовые улучшенные» и «грунтовые естественные», т.е. без покрытия, мало чем отличающиеся друг от друга, особенно в период распутицы. К середине 1980-х годов в Калмыкии было построено более 2,0 тыс. км асфальтированных дорог. При этом в покрытие одевали не только федеральные трассы, но и многие районные и межпоселковые пути сообщения. Однако асфальтированные дороги в Приморском регионе Калмыкии имеют наименьшую протяженность. Большая часть дорог – грунтовые дороги без покрытия. Например, от поселка Артезиан до г. Лагань по прямой протяженность составляет около 80 км. Расположенная вдоль старого уровня моря трасса Е-119, соединяющая эти населенные пункты, представляет собой обычную «улучшенную дорогу без покрытия», т.е. грунтовую, устроенную в песчаных массивах. Передвижение по этой дороге весьма проблематичное, т.к. песчаное покрытие часто меняет рельеф дороги, особенно в осенне-зимний период. Основной грузопоток следует через п. Комсомольский,

по асфальтированной дороге, что вдвое увеличивает протяженность пути. В настоящее время ведутся проектные работы по прокладке автодороги с покрытием вдоль однопутной железной дороги «Астрахань – Кизляр».

Река Кума в настоящее время представляет собой коллектор, построенный в 1970 гг., для сбросных мелиоративных вод в Каспийское море. Старое русло реки перестало функционировать и находится севернее в 0,5–1 км (Ташнинова, Буваев, 2009). Как транспортная магистраль река (канал) практически не используется. Несколько железобетонных мостов-переездов соединяют Калмыкию и Дагестан на всем протяжении реки-канала.

Среднегодовой уровень Каспийского моря в 2010 г. имеет отметку -27,25 м, что приближается к уровню 1940 г. (-27,5 м).

Первоначально в задачу разработки ГИС не входил анализ динамики уровненного режима Каспия, однако в процессе работы данная проблема оказалась приоритетной

Засушливость или влажность климата региона напрямую влияет на состояние гидрологических объектов и уровень Каспийского моря, что, в свою очередь, отражается на направлении путей сообщения. После резкого подъема уровня в 1978 г., и последующих нескольких фаз подъема уровень стабилизировался на отметках минус 26–27 м. Повышение уровня на 1 м приводит к затоплению территории на ширину 10–15 км, в зависимости от рельефа местности. Это приводит к существенному изменению путей сообщения. Например, Кизлярский тракт XIX века, проходивший фактически вдоль берега моря, его лиманам и протокам, в настоящее время располагался бы от современного уровня на 20–30 км. Данное обстоятельство особенно актуально при проектировании современных транспортных артерий и объектов их инфраструктуры. При этом необходимо учитывать природные климатические циклы, оказывающие основное влияние на уровневый режим морей, изменение климата в целом и хозяйственную деятельность человека в регионе в частности. «Современная прохладно-влажная фаза климата векового масштаба, начавшаяся в 1978–1979 гг., вероятно, закончится в 2010–2011 гг. Предположительно тепло-сухая фаза также векового масштаба, обозначится в период 2011–2012 гг. Ее максимум следует ожидать в 2018–2021 гг., а окончание придется на 2026–2033 гг.» (Кривенко, 2010, с. 29). Климатическая циклика практически совпадает с началом трансгрессивной стадии Каспия (Александров, 2001), и должна рассматриваться в совокупности с данными по солнечной и сейсмической активности.

Список литературы

1. Административная карта Калмыцкой АССР. Масштаб 1:600000. ГУГК СНК. Саратов, 1939.
2. *Александров В.А.* Мониторинг побережья Каспия. Ставрополь: Изд-во СГУ, 2001. 234 с.
3. *Борисенко И.В.* Литературные и картографические источники о путях сообщения в дореволюционной Калмыкии (XIX – нач. XX в.) // Малоисследованные источники по истории дореволюционной Калмыкии и задачи их изучения на современном этапе. Элиста, 1987. С. 123–139.
4. *Буваев Д.А.* ГИС побережья северо-западного Каспия // Геология, география и экология океана: Материалы международной научной конференции, посвященной 100-летию рождения Д.Г. Панова. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2009. С. 43–45.
5. *Варущенко С.И., Варущенко А.Н., Клиге Р.К.* Изменение режима Каспийского моря и бессточных водоемов в палеовремени. Наука. М., 1987. 240 с.
6. *Костенков К.И.* Калмыцкая степь Астраханской губернии. По исследованиям Кумо-Манычской экспедиции. Министерство государственных имуществ. СПб., 1868. 177 с.
7. *Кривенко В.Г.* Природная циклика нашей планеты // Вестник РАЕН, № 3. 2010. С. 25–29.
8. *Ташнинова Л.Н., Буваев Д.А., Богун Н.М.* Комплексные исследования природной среды долины реки Кума в пределах Калмыкии // Современное состояние и технологии мониторинга аридных и семиаридных экосистем юга России. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2010. С. 174–188.
9. Уровень Каспийского моря и прогнозы его изменений. Служба природопользования и охраны окружающей среды Астраханской области. Гидрометеорологический бюллетень № 36. Составлен 28 апреля 2011 г. URL: http://www. nature.astrobl.ru/
10. *Шеин О.В.* Неизвестный фронт Великой Отечественной. Кровавая баня в калмыцких степях. М.: Яуза, Эксмо, 2009. 288 с.
11. Eastern Europe 1:250000. U.S. Army Topographic Command. http://www.utexas.edu/

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НАРУШЕНИЙ ОДНОРОДНОСТИ РЯДОВ КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ИЗМЕНЧИВОСТИ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ В РАЙОНЕ АЗОВСКОГО МОРЯ

Букатов А.Е., Павленко Е.А.
Морской гидрофизический институт НАНУ, Севастополь, Украина

ESTIMATION OF THE IMPACT OF CLIMATIC DATA SERIES INHOMOGENEITY ON THE DETERMINATION OF THE ATMOSPHERIC PRECIPITATION VARIABILITY CHARACTERISTICS IN THE AZOV SEA REGION

Bukatov A.E., Pavlenko E.A.
Marine Hydrophysical Institute, National Academy of Sciences of Ukraine, Sevastopol, Ukraine
kattsev@ukr.net

Атмосферные осадки – одна из наиболее важных характеристик климата. Знание их режима необходимо для разнообразных практических потребностей. Временные ряды осадков используются для расчета долговременных тенденций (трендов), среднемноголетних значений (норм), для водно-балансовых исследований, при прогнозировании и моделировании климата. Однако известно, что трудность получения выводов о климатических изменениях в рядах осадков связана со сложностью учета различного рода систематических погрешностей.

Нарушение однородности в рядах осадков в первую очередь связано с изменениями методики наблюдений на метеостанциях. Для территории бывшего СССР в XX веке к таким изменениям относятся (Groisman, 2001):

- переход от односрочных к двухсрочным измерениям осадков (1936 г.);
- замена дождемера с защитой Нифера на осадкомер Третьякова (конец 1940-х начало 1950-х гг.);
- переход с двухсрочных на четырехсрочные измерения и введение поправок (+0.2 мм для всех видов осадков), компенсирующих потери на смачивание (1966 г.);
- изменение поправок на смачивание (+0.1 мм) для твердых осадков (1967 г.);
- переход с четырехсрочных на двухсрочные измерения на всех станциях бывшего СССР, исключая II часовой пояс (1986 г.).

Таким образом, методика приведения дождемерных данных к показаниям осадкомера разработана Ц.А. Швер (Швер, 1965). Значения месячных и годовых коэффициентов ($К_1$) для приведения рядов включены в Справочниках по климату за 1965–1970 гг. С 1966 г. в соответствии с действующими наставлениями в данные измерений осадков на метеостанциях стали вводиться поправки, компенсирующие потери на смачивание внутренней поверхности осадкосборного сосуда. Для корректировки данных, полученных до 1966 г., были рассчитаны пересчетные ($К_3$) коэффициенты (доля от месячного количества измеренных осадков) для каждой станции бывшего СССР и опубликованы в Справочнике по климату.

В настоящее время во многих исследованиях показано, что действующая методика корректировки осадков не во всех случаях правильно учитывает основные систематические погрешности. Предложены новые методики корректировки (Groisman, 2001; Богданова, 1998, Богданова, 2002; Goodison, 1998). Однако уравнения ВМО, рекомендуется использовать для скоростей ветра менее 6,5 м/с. А методика Голубева применима при наличии полного исторического архива метеорологических характеристик (температура воздуха, атмосферное давление на станции, скорость ветра во время осадков, и др.). Поэтому в нашем исследовании мы выбрали методику корректировки П.Я. Гройсмана и Э.Я. Раньковой. В работе (Groisman, 2001) приведены средние пересчетные коэффициенты для каждой часовой зоны, рекомендованные для исправления временных рядов осадков.

Целью данной работы является исследование влияния нарушений однородности рядов месячных и годовых сумм осадков на оценки их временной изменчивости, норм и годового цикла для различных периодов инструментальных наблюдений на прибрежных станциях Азовского моря: Ростов-на-Дону (1895–2008 гг.), Геническ (1911–2005 гг.), Керчь (1936–2005 гг.). Рассмотрено влияние

систематических погрешностей, вызванных сменой приборов, изменением числа сроков наблюдений в сутки и введением поправок на смачивание рекомендованных в 1967 году.

Материалы и методика. В работе использованы данные об измеренных (*Qизм*) суммах осадков ВНИГМИ-МЦД, и откорректированных по методике, рекомендованной Справочником по климату СССР (Qк1,к3), а также эталонный ряд, исправленный по методике П. Я. Гройсмана (*Qиспр*). Для оценки погрешности, вносимой нарушением однородности рядов, для каждой станции за каждый год рассматриваемого периода рассчитаны величины $\delta_{1,2}$:

$$\delta_1 = \frac{Qизм - Qиспр}{Qиспр} \times 100\%, \qquad \delta_1 = \frac{Q\kappa_1, \kappa_3 - Qиспр}{Qиспр} \times 100\%,$$

где *Qизм*– измеренные суммы осадков, $Q\kappa_1, \kappa_3$ – суммы осадков, исправленные с использованием коэффициентов $К_1$, $К_3$, *Qиспр*– суммы осадков, исправленные по методике Гройсмана. Далее для периодов с одинаковой методикой наблюдений для каждой из рассматриваемых метеостанций проводилось осреднение полученных величин $\delta_{1,2}$. Проведено сравнение годового цикла величин *Qизм*, $Q\kappa_1, \kappa_3$, *Qиспр*. Для анализа влияния неоднородности рядов на оценки их долговременных тенденций проведено сравнение угловых коэффициентов трендов рядов *Qизм*, $Q\kappa_1, \kappa_3$, *Qиспр*.

Анализ результатов. Из рисунка видно, что до 1966 г. *Qизм* меньше *Qиспр*. Причем их разность составляет 7.0÷7.1% до 1936 г., а в период с 1936 г. и до начала 1950 г. она равна 7.3÷8.6%. С начала 1950-х и до 1966 г. *Qизм* меньше *vиспр* на 4.3÷8.0%. С 1967 г. *Qизм* превышают *Qиспр* в среднем на 1.7÷1.9%, а после перехода на двухсрочные наблюдения превышение составляет 0.4%.

Годовые суммы осадков $Q\kappa_1, \kappa_3$ за весь период инструментальных наблюдений превышают суммы осадков эталонного архива *Qиспр*. Превышение составляет 2.7÷4.3 % до 1936 г., 1.3÷2.5 % с 1936 г. по 1965 г. С 1967 г. превышение находится в пределах 1.7÷1.9 % для четырехсрочных наблюдений и равно 0.4% для двухсрочных.

Угловые коэффициенты (см. табл. 1) трендов рядов *Qизм*, рассчитанные для всего выбранного периода большие, чем коэффициенты трендов рядов эталонного архива. Для годовых трендов разница составляет 0.5 мм/год. Влияние нарушения однородности рядов $Q\kappa_1, \kappa_3$ на оценки трендов осадков выявлено для станции Ростов-на-Дону. Величины угловых коэффициентов линейных трендов рядов $Q\kappa_1, \kappa_3$ меньше оценок полученных по данным архива *Qиспр* на 0.2 мм/год. За период 1978–2005(08) гг. угловые коэффициенты линейных трендов рядов *Qизм*, $Q\kappa_1, \kappa_3$ и *Qиспр* по своим значениям близки.

Таблица 1

Угловые коэффициенты линейных трендов измеренных и исправленных осадков

Станция	**Керчь**			**Геническ**			**Ростов-на-Дону**		
	Qиспр	***Qк$_1$, к$_3$***	***Qиспр***	***Qиспр***	***Qк$_1$, к$_3$***	***Qиспр***	***Qиспр***	***Qк$_1$, к$_3$***	***Qиспр***
Апр.-Сен.	**0,9**	0,8	0,8	0,3	0,2	0,2	0,5	0,2	0,3
Окт.-Март	-0,1	-0,4	-0,5	**0,9**	**0,5**	**0,5**	**1,1**	**0,7**	**0,8**
Год	0,8	0,3	0,3	**1,2**	**0,7**	**0,7**	**1,6**	**0,9**	**1,1**

Прим.: Жирным шрифтом отмечены оценки, значимые на уровне 90 % и выше.

Годовые циклы измеренных и исправленных по двум рассматриваемым методикам осадков хорошо согласуются между собой. Для всего периода исследования среднемноголетние величины *Qизм* во все месяцы года меньше *Qиспр*. В теплый период года на 0.4%÷1.8%, а в холодное полугодие на 1.1%÷5.4%. Средние месячные величины $Q\kappa_1, \kappa_3$ за весь рассматриваемый период больше месячных сумм, рассчитанных по эталонному архиву *Qиспр*. Превышение составляет в теплый период года 0.8%÷2.1%, а в холодный – 2.1%÷3.0%. Начиная с 1978 г. среднемноголетние величины *Qизм*, $Q\kappa_1, \kappa_3$ превышают откорректированные суммы на 0.5÷0.9 % в теплое, и на 1.0÷2.6% в холодное полугодие.

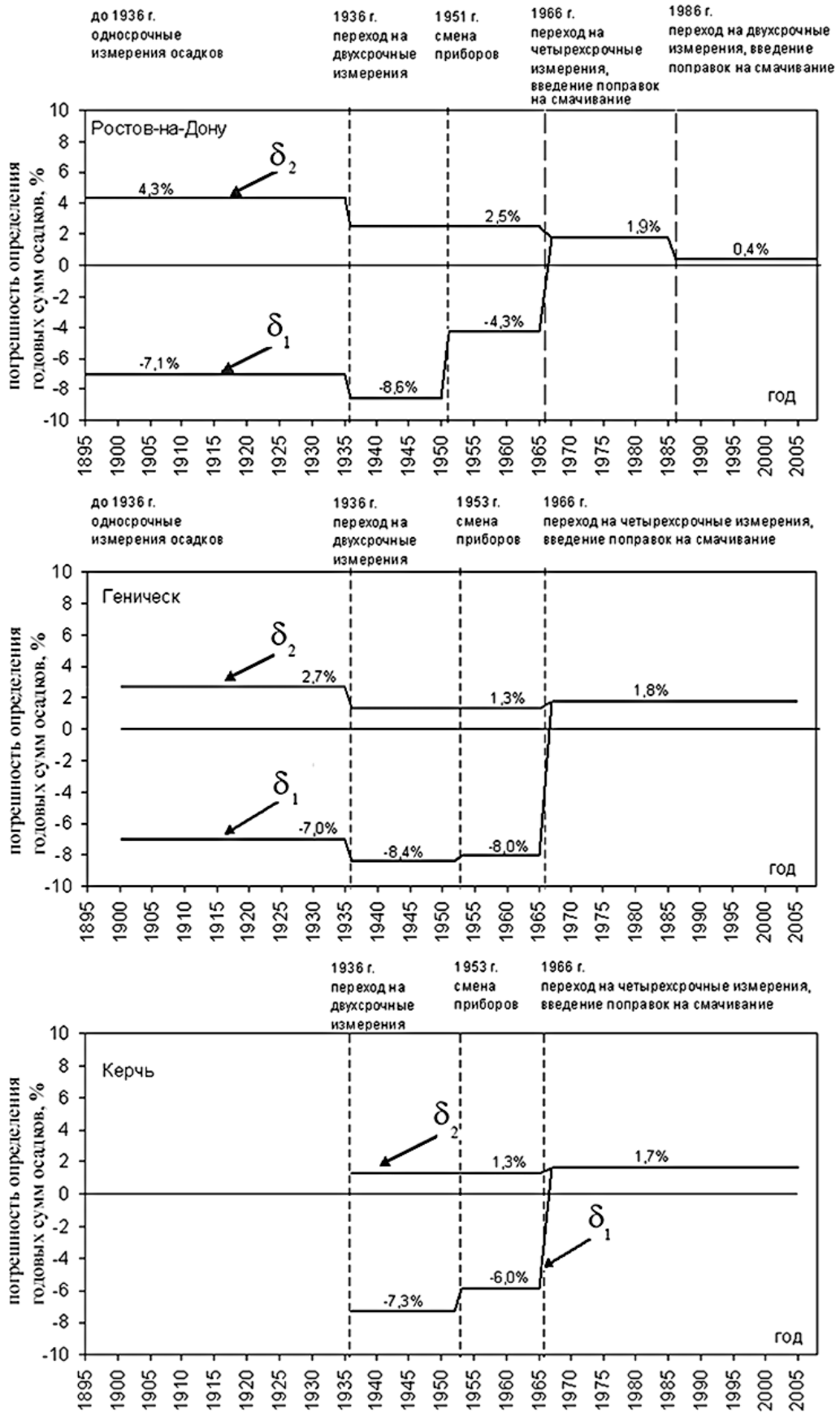


Рис. 1. Оценка влияния нарушений однородности рядов инструментальных наблюдений на определение годовых сумм осадков

Таким образом, ряды *Qизм*, $Q\kappa_1$, κ_3, достаточно достоверно описывают годовой цикл осадков за весь период инструментальных наблюдений и за современный период. Однако они дают заметную погрешность в определении норм осадков в эти периоды. Ошибка максимальна для холодного полугодия (≤ 5.4%). В оценках трендов за весь период исследования наибольшая ошибка выявлена при анализе рядов *Qизм* (≤ 0.5 мм/год). Следует отметить, что в период (1978–2005(08) гг.) погрешность определения трендов по рядам *Qизм*, $Q\kappa_1$, *к* незначительная и эти ряды могут быть использованы для оценок климатических тенденций в современный период.

Список литературы

1. *Богданова Э.Г., Голубев В.С., Ильин Б.М., Драгомилова И.В.* Новая модель корректировки измеренных осадков и её применение в полярных районах России // Метеорология и гидрология. 2002. № 10. С. 68–94.
2. *Богданова Э.Г., Мещерская А.В.* Оценка потерь на смачивание на однородность рядов годовых сумм осадков // Метеорология и гидрология. 1998. №11. С. 88–99.
3. *Швер Ц.А.* Исследование результатов наблюдений по дождемеру и осадкомеру. Л.: Гидрометеоиздат, 1965, 470 с.
4. *Groisman P.Y. and E.Y. Rankova.* Precipitation trends over the Russian permafrost-free zone: removing the artifacts of pre-processing // International Journal of Climatology. 2001. 21. P. 657–678.
5. *Goodison B.E., Louie P.Y.T., Yang D.* Instruments and Observing Methods, Report No. 67. WMO Solid Precipitation Measurement Intercomparison. Final Report. WMO/TD-No. 872, 1998, 300 p.

ЗООБЕНТОС ПРИПЛОТИННОГО УЧАСТКА ЦИМЛЯНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Булышева Н.И.
Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

ZOOBENTHOS OF AREAS OF ADJACENT TO DAM OF TSIMLYANSK RESERVOIR

Bulysheva N.I.
Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia
bulysheva@ssc-ras.ru

Цимлянское водохранилище – один крупнейших искусственных водоёмов России, созданный в 1952 году в русле реки Дон на территории Ростовской и Волгоградской областей. Строительство водохранилища должно было решить ряд проблем водоснабжения, орошения и обводнения пастбищ, гидроэнергетики, транспортировки грузов, рыбного хозяйства. Но уже с первых лет существования водохранилища отмечались обширные заиленные площади (Мирошниченко, 1982; Шохин и др., 2011). Вместе с увеличением зон заиления и увеличением мощности донных осадков (до 1–1,5 м) происходит отложение в иловую толщу огромной массы органического вещества (Мирошниченко, 1982). Разложение отмерших водорослей в придонных слоях воды чаще всего сопровождается образованием анаэробных зон. Гипоксия в сочетании с резкими колебаниями уровневого режима и заилением дна повлияли на распределение и количественные характеристики макрозообентоса в Цимлянском водохранилище.

Современное состояние макрозообентоса прибрежных биотопов Приплотинного плёса Цимлянского водохранилища исследовалось в ходе комплексной экспедиции в ноябре 2011 года. Пробы отбирались на 10 станциях на глубинах до 1,0 м дночерпателем Петерсена с площадью захвата – 0,034 м^2. Отобранный биологический материал промывался через бентосный мешок с размером ячеи 0,5 мм,

фиксировался 4 % раствором формалина и помещался в пластиковый контейнер. Определение видовой принадлежности организмов зообентоса и подсчёт количественных характеристик осуществлялись в лабораторных условиях.

Донная фауна исследуемого участка Цимлянского водохранилища представлена типичными пресноводными видами (насекомые, олигохеты, ряд моллюсков – *Lymnaea, Viviparus, Anodonta* и др.) со значительной долей солоноватоводных понто-каспийских реликтов (Dreissena, *Adacna colorata, Dikerogammarus caspius)*.

Биомасса организмов макрозообентоса колебалась в период исследований от 0 до 5059,27 г/м^2. Высокие значения биомассы были обусловлены наличием в пробах крупных особей двустворчатых моллюсков (до 95 % от суммарной биомассы на станции).

Наиболее часто встречающимися видами на обследованных участках водохранилища были: *Dreissena polymorpha, Dreissena bugensis, Lithoglyphus naticoides, Viviparus viviparus, Limnodrilus hoffmeistery, Glossiphonia heteroclite, Chironomus* gr. *plumosus*. Все эти виды являются относительно толерантными к загрязнению вод. Среди них две группы (олигохеты *Limnodrillus hoffmeisteri,* как и все Tubificidae в целом, и личинки хирономид) в случае их массового развития являются индикаторами органического загрязнения. В частности, олигохетный индекс Гуднайт-Уитлея, основанный на соотношении олигохет и суммарной численности зообентоса, принимает значения 30–60 % при незначительном загрязнении (в наших пробах около 35–45 %).

Отмеченное в ходе экспедиционных исследований снижение уровня воды в водохранилище привело к тому, что на обмелевших участках в большом количестве остались малоподвижные крупные особи двустворчатых моллюсков *Anodonta cygnea, Unio rostratus, U. pictorum* (до 10 экз./ м^2) и друзы *D. polymorpha*. Вследствие того, что при непосредственном участии этих моллюсков проходит процесс оплодотворения и развития личинки горчака обыкновенного (*Rhodeus sericeus amarus*), сокращения численности *A. cygnea, Unio rostratus* и *U. pictorum* может привести к некоторому снижению численности этого вида, не являющегося промысловым, но входящего в спектр питания некоторых хищных рыб.

Анализ экспедиционных, фондовых и ранее опубликованных (Мирошниченко, 1982) данных показал некоторые изменения, произошедшие в донных сообществах Цимлянского водохранилища. В ряде случаев из сообществ полностью исчезли ракообразные и понто-каспийские полихеты, а разнообразие и количественные показатели олигохет, гастропод, хирономид значительно сократилось. Произошло сокращение площедей, занимаемых оксифильными сообществами.

Список литературы

1. *Мирошниченко М.П.* Структура и продуктивность биоценозов бентоса Цимлянского водохранилища // Сборник научных трудов ГОСНИИОРРХ. 1982. Вып. 184. С. 35–48.
2. *Шохин И.В., Булышева Н.И., Головкина Е.М., Набоженко М.В.* Материалы к современному состоянию макрозообентоса Цимлянского водохранилища // Цимлянское водохранилище: состояние водных и прибрежных экосистем, проблемы и пути решения. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН. 2011. С. 42–45.

ПАРАМЕТРЫ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЙ РЕАКТИВНОСТИ МОРСКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ КАК ВАЖНЫЙ КОМПОНЕНТ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Войнов В.Б.[1, 2], Вербицкий Е.В.[1]

[1]Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

[2]Мурманский морской биологический институт Кольского научного центра Российской академии наук, Мурманск, Россия

PARAMETERS PHYSIOLOGICAL REACTIVITIES OF MARINE MAMMALS AS THE RELEVANT COMPONENT OF ECOLOGICAL RESEARCHES

Voinov V.B[1, 2], Verbitsky E.V. [1]

[1]Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia

[2]Murmansk Marine Biological Institute Kola Scientific Center RAS, Rostov-on-Don, Russia

voinov@ssc-ras.ru

Одним из ключевых понятий современной экологии можно признать «биоразнообразие», под которым, в частности, понимается морфофункциональное своеобразие, изменчивость адаптационных стратегий различных групп живых существ, проживающих на определенной территории, дифференциация ролей, играющих различными группами биологических систем. Несмотря на то, что экология в последние десятилетия представляется в сфере интересов политических, экономических, инженерных инициатив, с нашей точки зрения, актуальным остается углубление и расширение ее биологической сущности, в том числе с позиций экологической физиологии.

Особый интерес сегодня представляют морские экологические системы, входящие в которые морские млекопитающие (представители отрядов Китообразных (Cetacea) и ластоногих (Pinnipedia)) демонстрируют палитру приспособительных механизмов, обеспечивающих выживание и процветание животных в условиях, порой, весьма суровых в отношении климатических факторов, пищевых ресурсов, наличия конкурентов и хищников. Значимость этой, разнообразной по видовому составу, группы животных для понимания взаимосвязи внутри экологических систем весьма существенна. Экологическая пластичность, в частности, ластоногих, выраженный сезонный характер их жизнедеятельности, включающий периоды нагула, размножения, линьки, миграции, их значимость в иерархии морских систем в качестве хищников, оказывают весомое влияние на взаимоотношение между различными группами живых систем, затрагивают экономические интересы человека.

Следует подчеркнуть, что специфические особенности приспособительных механизмов реализуются в индивидуальной истории животных, проходя количественно и качественно различаемые стадии развития и созревания. И в этом случае имеет место не только спонтанное развитие функции, но и процесс индивидуального научения. На примере приспособительного поведения наиболее ярко можно проиллюстрировать мысль о сочетании двух базовых механизмов сохранения целостности биологической системы и ее приспособления к условиям существования. Во-первых, это механизмы обеспечения постоянства внутренней среды в некотором диапазоне влияющих факторов, сформированные в процессе филогенеза вида – гомеостатическая регуляция. Во-вторых, более гибкие механизмы, проходящие путь индивидуального развития и созревания, и определяющие поиск животным комфортных условий с целью достижения экономного, оптимального состояния.

Таким образом, к задачам экологической (полевой) физиологии относятся исследования групповых (видовых, популяционных) и индивидуальных морфофункциональных особенностей различных групп животных, раскрывающихся в естественных (приближенных к естественным при модельных экспериментах) условиях жизнедеятельности. Значимость исследований в этом направлении определяется не только интересом в отношении понимания базовых физиологических механизмов, но и ролью получаемых знаний для описания широких экологических процессов.

В сферу наших интересов входит обсуждение проблем, связанных с механизмами адаптации арктических тюленей. В общем виде приспособительные механизмы выстраиваются в структурированную в сезонной динамике стратегию приспособительных форм в той или иной степени связанных с морем, со льдами, с кромкой берега, с источниками питания и т.д.

Гренландский тюлень (*Pagophilus groenlandica* Erxleben, 1777) – типичный пагофил, большая часть его жизни связана со льдом. В связи с этим отличительной особенностью этих животных по сравнению с другими ластоногими являются четко выраженные миграции. Лед под влиянием температурных градиентов, ветров и постоянных течений дрейфует и, соответственно, жизнь тюленей протекает в непрерывном движении. Миграционная активность имеет сезонное проявление. В летние и осенние месяцы, когда происходит основной набор веса, животные держатся летней полярной кромки льда и встречаются группами от одной до нескольких десятков особей. В зимне-весенний период размножения, спаривания и линьки гренландский тюлень формирует три разобщенных стада, каждое из которых численностью несколько сотен тысяч. Местоположение этих стад определяет популяционную структуру вида. Беломорскую группу образуют обитатели Баренцева и частично Карского морей; ян-майенскую – тюлени Гренландского моря; ньюфаундлендскую – животные, живущие преимущественно в прибрежных водах о. Ньюфаундленд, в заливе св. Лаврентия и окрестных участках. Актуальными продолжают оставаться факты изменения в последние десятилетия путей миграции тюленей как следствие, в частности, нарушений экологических условий в Баренцевом море, ледовой обстановки в Белом море.

В отличие от гренландских, серые тюлени (*Halichoerus grypus*, Fabricius, 1791) не имеют ярко выраженных дальних сезонных миграций и могут быть причислены к оседлым животным (Арсеньев, 1980). Вид разделяют на три популяции: балтийскую, восточно- и западноатлантические (Кондаков, 1999). Серый тюлень ведет относительно пелагический образ жизни. Для регионов, в которых постоянно проживает серый тюлень, характерна сложная штормовая и ледовая обстановка, существенные перепады температуры воздуха, причем не только между сезонами, но и внутри сезонов (Карпович и др., 1967). Для вида характерна относительно низкая зависимость от присутствия льда, во время размножения, линьки, нагульного периода. Тюлени западноатлантической и балтийской популяций размножаются преимущественно на льду, а восточноатлантической – на суше. В качестве одного из признаков оседлости можно привести достаточно сложное территориальное поведение самцов серого тюленя в брачный период (Крушинская, Лисицына, 1983).

И следует допущение – для серого тюленя, в частности балтийской популяции, характерны высокие адаптационные возможности в отношении широкого диапазона температур зимнего и летнего периодов у Мурманского побережья, а гренландскому тюленю, при его значительных сезонных миграциях, существенные адаптационные перестройки не свойственны – всегда находятся достаточно подходящие океанологические и климатические условия жизнедеятельности.

На базе Экспериментального полигона Мурманского морского биологического института, с 2004 года по настоящее время проводятся исследования поведения и биологии серых и гренландских тюленей (Войнов и др., 2006; 2008; 2010; Matishov, Voinov, Mikhaylyuk, 2012; Матишов и др., 2012). В весенние и осенние сезоны исследовались параметры поведения животных, находящихся в вольерах, оценивалась продолжительность задержек дыхания на суше и при погружениях под воду, регистрировалась электрокардиограмма. Полученные результаты позволили отметить, что и для молодых и взрослых представителей серых тюленей характерны большая изменчивость поведенческих форм, более широкий диапазон изменчивости параметров дыхательной и сердечно-сосудистой системы. Разнообразие продолжительностей задержек дыхания (апноэ) серых тюленей, имеющих место при погружениях животных и при нахождении их на берегу (произвольное апноэ) существенно шире, чем у гренландских тюленей.

Выявленные физиологические параметры, статистические характеристики их изменчивости дают возможность дают сформулировать гипотезу о большей адаптационной пластичности серого тюленя, что позволяет ему реализовывать гибкие приспособительные стратегии в сложных условиях континентального шельфа. Широта ареала вида, лабильность животных в отношении путей миграции в случае гренландского тюленя дает основание предположить о характерной для вида приспособительной стратегии – уход от сложных условий и активный поиск более адекватных условий существования. Оседлый образ жизни предполагает существование животных на определенной тер-

ритории, с постоянно (закономерно меняющимся) набором факторов, способствующих выживанию, и, напротив, ему препятствующих. Сложно говорить о том, что более эволюционно, экологически прогрессивно – мигрировать под давлением сезонного ухудшения условий существования и изменения источников питания или вести оседлый образ жизни, приспосабливаясь к текущим изменениям. Остается не ясным вопрос о сравнительной характеристике интенсивностей размножения обоих рассматриваемых видов. Имеются лишь устные сообщения специалистов – индивидуальная выживаемость серых тюленей, например, в случаях отлова и содержания в неволи, существенно выше.

Таким образом, в работе делается попытка акцентировать внимание на физиологической пластичности вида как значимом факторе в отношении разнообразия стратегий адаптации настоящих тюленей к условиям арктических морей.

Список литературы

1. *Арсеньев В.А.* Атлас морских млекопитающих СССР. М.: Пищевая пром-ть, 1980. 184 с.
2. *Войнов В.Б., Кавцевич Н.Н., Зотов А.С.* Аритмия в циклических феноменах поведения и регуляции систем кислородообеспеч.ения морских млекопитающих // Морские млекопитающие Голарктики. Сборник научных трудов по материалам 4 Международной конференции. СПб., 2006. С. 141–144.
3. *Войнов В.Б., Кавцевич Н.Н., Михайлюк А.Л., Зотов А.С.* Поведенческие и физиологические признаки адаптации серых и гренландских тюленей к ныряющему образу жизни // ДАН. 2008. Т. 420. №2. С. 271–274.
4. *Войнов В.Б.* Феномен аритмии в поведении, дыхании и ЭКГ гренландских и серых тюленей // Вестник Южного научного центра, 2010. Т. 6, №2. С. 60–69
5. *Matishov G.G., Voinov V.B., Mikhaylyuk A.L.* Arrhythmic Phenomena in Organization of Cyclic Processes in Organisms of Pinnipedia and their Behaviour //Advances in Zoology Research. 2012. V. 1
6. *Матишов Г.Г., Войнов В.Б., Вербицкий Е.В., Михайлюк А.Л.* Кардиореспираторная функция и электрическая активность мозга кольчатой нерпы при переходе от бодрствования ко сну // ДАН, 2012. Том 442. № 3. С. 413–418
7. *Карпович В.Н., Коханов В.Д., Татаринкова И.П.* Серый тюлень на Мурмане // Труды Полярн. н.-и. и проектн. ин-та морск. рыбн. х-ва и океаногр., 1967. Вып. 21. С. 117–125.
8. *Кондаков А.А.* Серый тюлень Мурманского побережья // Адаптация и эволюция живого населения полярных морей в условиях океанического перегляциала. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1999. С. 270–315.
9. *Крушинская Н.Л., Лисицына Т.Ю.* Поведение морских млекопитающих. М.: Наука, 1983. 336 с.

О НЕРАВНОМЕРНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ИНТЕНСИВНЫХ ОСАДКОВ В ПРИМОРСКОМ РЕГИОНЕ УКРАИНЫ

Вышкваркова Е.В., Воскресенская Е.Н.
Морской гидрофизический институт НАН Украины, Севастополь, Украина

ABOUT IRREGULARITY DISTRIBUTION OF STRONG PRECIPITATION IN THE COASTAL REGION OF UKRAINE

Vyshkvarkova E.V.,Voskresenskaya E.N.
Marine Hydrophysical Institute of National Academy of Sciences of Ukraine, Sevastopol, Ukraine
aveiro_7@mail.ru

Устойчивое экономическое и социальное развитие приморских регионов Украины существенно зависит от погодно-климатических условий. Это обусловлено широкими перспективами развития Азово-Черноморского региона в различных направлениях хозяйственной деятельности и, в частности, нефтегазодобычи, эксплуатации и расширения морской транспортной системы и инженерных сооружений, рационального использования рекреационного, туристического, аграрного потенциала и других. Одним из важных климатообразующих факторов являются атмосферные осадки. Неравномерность их выпадения может приводить к серьезным экономическим потерям, связанными с наводнениями и засухами, ливнями, эрозией почвы и др. (Шурда, 2003). Понимание процессов формирования климатических аномалий чрезвычайно важно. Оно поможет предотвратить серьезные социально-экономические последствия. В настоящей работе проведен анализ неравномерности распределения суточных сумм осадков в приморских регионах Украины в XX–XXI вв., получены их среднеклиматические оценки и долговременные изменения.

Приморский регион (Южная Украина) включает в себя Автономную республику Крым, город Севастополь, имеющий специальный статус и являющийся военно-морской базой Украины и России, Одесскую, Николаевскую и Херсонскую области, занимающие общую площадь 113 400 км^2, или 19 % территории страны. На этой территории проживает более 6,5 млн человек (Ивченко, 2009).

Данные и методика. В работе использованы данные наблюдений Гидрометслужбы Украины по суточным суммам осадков в XX–XXI вв. для следующих станций: Аскания Нова, Геническ, Измаил, Одесса, Керчь, Севастополь, Симферополь, Феодосия.

Для анализа распределения суточных осадков использована методика, основанная на расчете индекса концентрации осадков (CI) (Martin-Vide, 2004). Это новый для климатических исследований подход, примененный в настоящей работе вместо обычно используемого метода, при котором анализ осадков сводится к определению средних значений. Однако применение традиционного метода не позволяет оценить вклад интенсивных осадков в их общее количество и дифференциацию. Индекс CI (обычно используется в экономике для характеристики неравномерности доходов населения), дает возможность количественно оценить степень неравномерности.

Расчет индекса концентрации заключается в построении кривых Лоренца (кривых концентрации), которые позволяют оценить вклад интенсивных осадков в общее количество. Подробно методика описана в работе (Воскресенская, Вышкваркова, 2011).

Результаты и обсуждение. Из литературных источников известно, что Одесская, Николаевская, Херсонская области и равнинная часть Крыма (южная степь) относятся к районам с недостаточным увлажнением (Климат Украины, 2003). В этом регионе отмечается уменьшение количества осадков в направлении с севера на юг. На побережьях Черного и Азовского морей, в Присивашье осадков выпадает еще меньше (380–400 мм), что связано с влиянием бризовой циркуляции. Особенности циркуляции атмосферы и рельеф Крымского полуострова определяют значительную пространственную неоднородность поля осадков. Количество осадков в год изменяется от 300 мм в равнинной части до 1086 мм и больше в горах.

Суточные суммы осадков также характеризуются неравномерностью распределения. Наибольшие амплитуды их объемов типичны как раз для юга Украины. За несколько дней месяца там может выпасть 30–50 % годового количества осадков, но уже в следующем году в этот месяц осадков может

и не наблюдаться. Случаются периоды без осадков (особенно осенью), которые могут достигать 2–3 месяцев.

Чтобы проанализировать неравномерность суточных осадков для каждой станции в целом для года, а также для каждого сезона в отдельности были рассчитаны индексы концентрации. Для оценки изменения этой неравномерности рассчитывались линейные тренды. Чтобы проследить низкочастотную изменчивость изучаемой неравномерности осадков расчеты индекса проводились по 15-летним отрезкам с 7-летним сдвигом. Рассмотрим полученные результаты в описанной выше последовательности.

Неравномерность выпадения интенсивных осадков в течение всего периода наблюдений проследим по величинам рассчитанных индексов концентрации для года и всех сезонов, которые приведены в числителе табл. 1, максимальные значения для наглядности выделены жирным шрифтом. При этом отметим, что чем больше величина индекса концентрации, тем больше вклад интенсивных осадков в их общее количество. Таким образом, видно, что наибольшие индексы концентрации приходятся на лето и осень для всех станций, т.е. в эти сезоны максимальна вероятность выпадения ливней. Средние значения индекса находятся в пределах 0,59–0,64 (величины превышают соответствующие значения в других регионах Украины).

Таблица 1

Индекс CI (числитель) и линейный тренд (знаменатель) для года и всех сезонов

№ п/п	Станция	Индекс CI и линейный тренд				
		год	зима	весна	лето	осень
1	Аскания Нова	**0,624** -0,0011	**0,584** -0,0012*	0,592 -0,0014	0,632 -0,0014*	**0,636** -0,0003
2	Геническ	**0,640** -0,0002*	0,608 0,00001	0,613 -0,0006	0,647 0,00006	**0,665*** 0,0003
3	Измаил	**0,622** -0,0007	0,613 -0,0011	0,605 -0,0003	**0,629*** -0,0002	0,617 -0,0005
4	Керчь	**0,605** -0,0009*	0,572 -0,0008*	0,574 -0,0011*	**0,639*** -0,0017*	0,579 -0,0006*
5	Одесса	**0,638** 0,00005	0,623 0,00005	0,614 0,00005	0,633 0,0003*	0,657 0,0002
6	Севастополь	**0,599** -0,0003*	0,587 -0,0012*	0,587 -0,0005*	**0,636*** -0,0006*	0,616 -0,001*
7	Симферополь	**0,605** 0,00003	0,576 0,0002	0,593 0,0003	**0,637*** -0,0001	0,591 0,00008
8	Феодосия	**0,634** 0,0002*	0,601 0,0002*	0,608 0,0002	0,644 0,0006*	**0,645*** 0,0001*

Оцененные тренды для тех же станций приведены в знаменателе табл. 1, при этом значимые на 99 % уровне величины отмечены звездочкой. Анализ значимых линейных трендов для года и всех сезонов показал различия их на рассматриваемой территории по знаку. Для южных регионов характерен наибольший вклад интенсивных осадков летом (в 2–3 раза больше) по сравнению с зимой. Для станции Севастополь характерны отрицательные тренды для всех сезонов, причем его значение изменяется от -0,0012/100 лет (зимой) до -0,0005/100 лет (весной), а в целом за год составил -0,0003/100 лет. Для Одессы характерна противоположная картина – небольшие положительные тренды для всех сезонов (от 0,00005 для весны и зимы до 0,0003/100 лет для летнего периода), за год в целом – 0,00005/100 лет.

Помимо линейных трендов во временном ходе индекса концентрации наблюдаются квазипериодические колебания. На рисунке приведены графики распределения индекса за год в целом и по всем сезонам для станций Севастополь (рис. 1, а) и Одесса (рис. 1,б). Для станции Севастополь характерен максимум (0,632) значения индекса в конце 20-х гг., а затем незначительные колебания в интервале 0,58–0,6 для последующего периода. В пункте Одесса индекс CI (значение за весь год) возрастал до середины 30-х гг., достигнув максимума в 1936 году и составил 0,66, а затем пошел на спад с колебаниями в 60–80-е годы.

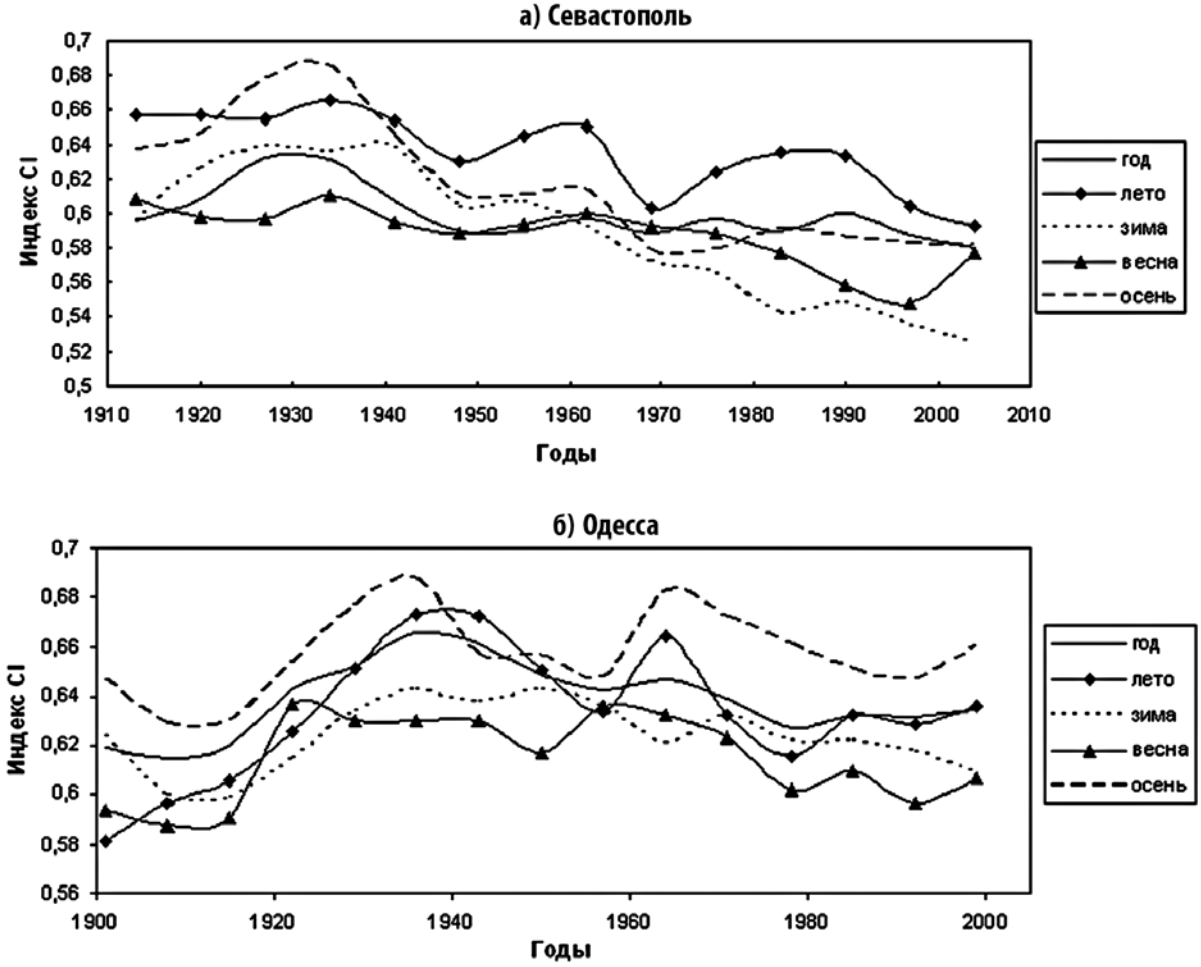


Рис. 1. Временной ход индекса концентрации для года в целом и сезонов для станций Севастополь (а) и Одесса (б)

Таким образом, в неравномерности выпадения осадков на всех исследуемых станциях отмечаются низкочастотные колебания, при этом вклад в указанную изменчивость годовых характеристик неравномерности в большой или меньшей степени вносят соответствующие колебания во все сезоны.

Заключение. Анализ неравномерности распределения суточных сумм осадков в приморском регионе Украины в XX–XXI вв., основанный на расчете индекса концентрации по ежедневным данным наблюдений, показал наличие пространственно-временных особенностей на разных климатических масштабах.

В среднем на приморских станциях для всего периода наблюдений вклад интенсивных осадков в их общую сумму выше по сравнению с остальной территорией Украины.

Значимые линейные тренды индекса концентрации осадков имеют положительный знак для Одессы и Феодосии и отрицательный для Аскании Нова, Севастополя, Керчи и Геническа.

Неравномерность выпадения экстремальных осадков в приморском регионе Украины характеризуется низкочастотной квазипериодической изменчивостью с масштабом до 70 лет.

Список литературы

1. *Martin-Vide J.* Spatial distribution of a daily precipitation concentration index in Peninsular Spain // Int. J. Climatol. 2004. 24. P. 959–971.
2. *Воскресенская Е.Н., Вышкваркова Е.В.* Пространственное распределение индекса концентрации суточных осадков по территории Украины // Системы контроля окружающей среды / Сб. науч. тр. НАН Украины, МГИ. Севастополь. 2011. Выпуск 15. С. 235–239.

3. *Ивченко А.С.* Украина. Юг. К.: ГНПП «Картография», 2009. 120 с.
4. *Клімат України*. За редакцією В.М.Ліпінського, В.А Дячука, М. Бабіченко // Видавництво Раєвського. Київ, 2003. 343 с.
5. *Шурда К.Э.* Погодно-климатический фактор в развитии экономики приморского региона (проблемы оценки и прогнозирования): монография. Нац. акад. наук Украины, Ин-т проблем рынка и эконом.-эколог. исслед. О.: Фенікс, 2003. 122 с.

ФИТОПЛАНКТОННОЕ СООБЩЕСТВО ТАГАНРОГСКОГО ЗАЛИВА АЗОВСКОГО МОРЯ В 2009 г.

Глущенко Г.Ю., Лужняк О.Л.
Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

PHYTOPLANKTONIC COMMUNITY OF THE GULF OF TAGANROG OF THE SEA OF AZOV IN 2009

Glushchenko G.Yu., Lugnyak O.L.
Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia
olga_lujniak@ssc-ras.ru

Азовское море до недавнего времени было самым продуктивным в мире рыбопромысловым водоемом, что обусловлено чрезвычайно благоприятными природными условиями. Однако в настоящее время в Азовском море наблюдается резкое снижение воспроизводства и вылова промысловых видов рыб, прежде всего из-за мощного антропогенного воздействия на экосистему моря, вызывающего его эвтрофирование и загрязнение. Наиболее явно этот процесс прослеживается в Таганрогском заливе, который испытывает негативное влияние загрязненных вод реки Дон, а также крупных городов-портов (Матишов, 2006).

Планктонные сообщества, благодаря своим высоким показателям регенерации и экологической пластичности, являются «звеном быстрого реагирования» на антропогенные факторы и изменения климата (Макаревич, Дружкова, 2010).

Вышесказанное свидетельствует о том, что для понимания и оценки процессов, происходящих в водных экосистемах, важное значение имеет как изучение функционирования фитопланктона в целом, так и его разных размерных фракций в частности.

Соответственно, целью настоящей работы было изучить функционирование фитопланктонного сообщества разных размерных фракций в разные сезоны года.

Пробы были отобраны в ходе морских экспедиций, проводимых ЮНЦ РАН в 2009 г. Сбор и обработка материала производили по общепринятым методикам (Заика и др., 1989; Суханова, 1983).

Распределение водорослей разных фракций по акватории Таганрогского залива в период ледостава 2009 г. было таковым: в восточной части залива до 51 % (соответствует 2,3 г/л) от общей биомассы принадлежало водорослям нанофракции, доля которых уменьшалась до 23%, 1,5 г/л, к центру залива. Большие значения биомассы нановодорослей были достигнуты в результате развития водорослей *Cryptomonas* sp. отдела Cryptophyta (1,8 г/л), в центральной части залива его значения биомассы уменьшились до 0,8 г/л, а доминирующее положение было разделено с *Chaetoceros* Ehr. отдела Bacillariophyta. В западном районе биомасса водорослей нанофракции была сформирована в основном только за счет *Chaetoceros* sp. (биомасса отдела – 1,4 г/л). Среди водорослей микрофракции основными доминантами по значениям биомассы были представители Dinophyta – *Gymnodinium* sp. в западной (2,4 г/л) и *Katodinium rotundatum* (Lohm.) Loeb. центральной (3,4 г/л) частях залива; в восточном же районе доминант по биомассе сменился на Cryptophyta (1,8 г/л) (основной представитель – *Cryptomonas erosa* Ehr.), составив долю 35 % от общего фитоплакнтона (рис. 1).

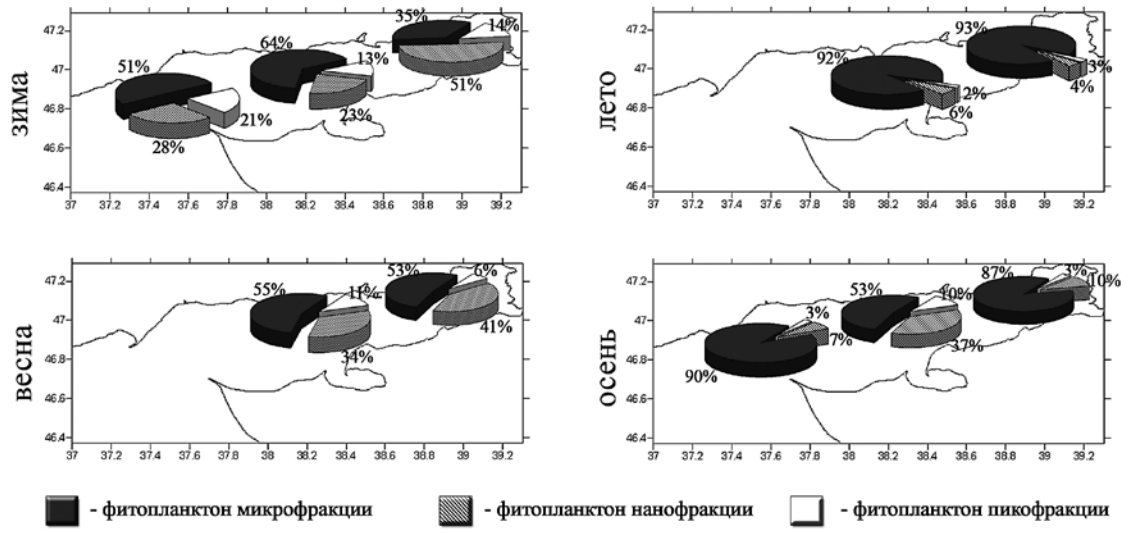


Рис. 1. Соотношение значений биомассы фитопланктона разных фракций Таганрогского залива в 2009 г.

Весной распределение значений биомассы микроводорослей и их доля от общего фитоплакнтона по районам Таганрогского залива стало более равномерным: в восточной части доля водорослей микрофракции составляла 53 %, в центральной – 55 %. При этом происходит смена доминирующих отделов – в восточном районе залива Cryptophyta сменяется представителями Bacillariophyta – *Surirella ovata* Kütz., биомасса которых составила 1,6 г/л; в центре развиваются представители Chlorophyta, в основном *Monoraphidium contortum* (Thur.) Komàr.-Legn., достигая значений биомассы 1,7 г/л.

В сравнении с зимним периодом процентное соотношение нановодорослей в восточной части залива уменьшается с 51 % до 41 % (рис. 1). На смену доминирующего по биомассе отдела Cryptophyta приходят отделы Bacillariophyta (0,6 г/л, в основном за счет родов *Chaetoceros, Navicula* Bory, *Cyclotella* (Kütz.) Bréb.) и Chlorophyta (0,9 г/л, основными представителями были водоросли родов *Dictyosphaerium* Näg. и *Scenedesmus* Meyen). В центральной части залива весной наблюдали увеличение доли нанопланктона до 34 %, которая была сформирована за счет Chlorophyta, составив 0,9 г/л, основными представителями которого были виды *Scenedesmus* sp., *Dictyosphaerium* sp. Субдоминантами в этом районе были нановодоросли Dinophyta (до 0,5 г/л в основном за счет *Gymnodinium* sp.), Bacillariophyta (0,5 г/л, основной представитель – *Chaetoceros*) и Cyanophyta (0,4 г/л, *Merismopedia* Meyen). При этом наибольшие значения были отмечены ближе к северному побережью залива. В западном районе Таганрогского залива доминантом по биомассе остается отдел Bacillariophyta с основными представителями *Cyclotella* и *Chaetoceros* (0,8 г/л).

С установлением высоких летних температур наблюдали резкое сокращение доли ультрапланкона: до 2–3 % пикопланктона и 4–6 % нановодорослей, при этом значения биомассы сохраняются в таких же пределах, что и весной. Так, в восточной части Таганрогского залива продолжали доминировать отделы Chlorophyta, основной представитель которого – *Dictyosphaerium* sp., и Bacillariophyta (*Cyclotella*) достигая 0,8 и 0,5 г/л соответственно. В центральном районе в основном развиваются водоросли рода *Navicula* (до 1,2 г/л значения биомассы отдела), субдоминирующее положение по биомассе занимал вид *Dictyosphaerium* sp. отдела Chlorophyta (0,7 г/л).

Сокращение доли ультрапланктона в летний период объясняется массовым развитием водорослей микрофракции отдела Cyanophyta – до 92–93 % (рис. 1). В восточной части залива в основном за счет *Anabaena flos-aquae* Bréb. и *Oscillatoria* sp. отдел Cyanophyta достигал 11,2 г/л. В центре сменился его основной представитель на *Planktothrix agardhii* (Gomont) Anag. & Kom., за счет которого наибольшие значения биомассы были сформированы в прибрежных районах центральной части залива (до 27,3 г/л).

Осенью продолжается развитие водорослей микрофракции отдела Cyanophyta, достигая 53–90 % от общей биомассы в основном за счет видов *Lyngbya limnetica* Lemm. в восточной части залива (биомасса отдела достигала 1 г/л) и *Oscillatoria amphibia* Ag. в центральном и западном районах (до 17,9 и 8 г/л соответственно). Процентное соотношение ультрапланктона в этот сезон несколько из-

менилось: пикопланктон в восточной и западной частях достигал 3 % от общей биомассы и до 10 % в центральном районе. Среди фитопланктона нанофракции в центре залива также наблюдали интенсивное развитие водорослей – до 37 % от общей биомассы; в меньшей степени развитие биомассы было в районе дельты (10 %) и на выходе из Таганрогского залива (7 %) (рис. 1). На всей исследуемой акватории наблюдали полное вытеснение летнего доминанта Chlorophyta нановодорослями отдела Bacillariophyta (преимущественно рода *Navicula*), биомасса которых изменялась от 1,2 г/л в восточной, 1,6 г/л в центральной до 0,8 г/л в западной частях залива.

Проанализировав полученные результаты, было установлено, что в 2009 г. в зависимости от сезона года доля ультрапланктона может достигать 51 % от общей биомассы фитопланктона. Так доля водорослей пикофракции изменялась зимой от 13 до 21 %, весной – 6–11 %, летом – 2–3 %, к осени составила 3–10 %. Более крупная фракция ультрапланктона – нанопланктон, изменялась в течении исследуемого периода следующим образом: зимой на долю нановодорослей приходилось от 23 до 51%, весной – 34–41 %, летом доля уменьшилась до 4–6 %, а осенью уже составляла 7–37 %. Основная часть от общей биомассы принадлежала водорослям микрофракции: зимой она составляла от 35 до 64 %, весной – 53–55 %, летом доля возросла до 92–93 %, а осенью варьировала от 53 до 90 %.

Список литературы

1. *Заика В.Е., Шевченко В.А., Булатов К.В.* Экология морского фототрофного пикопланктона. М.: Научный центр биологических исследований АН СССР, 1989. 169 с.
2. *Макаревич П.Р., Дружкова Е.И.* Сезонные циклические процессы в прибрежных планктонных альгоценозах северных морей. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2010. 280 с.
3. *Матишов Г.Г., Гаргопа Ю.М., Бердников С.В., Дженюк С.В.* Закономерности экосистемных процессов в азовском море М.: Наука, 2006. 306 с.
4. *Суханова И.Н.* Концентрирование фитопланктона в пробе // Современные методы количественной оценки распределения морского планктона. М.: Наука, 1983. С. 97–105.

МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ КАРТЫ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЛАНДШАФТОВ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ЗОНИРОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ И ДАННЫХ ДЗЗ

Гречищев А.В.[1], Лычагина Ю.М.[2]

[1]ИНЦ «Геомониторинг», Московский университет геодезии и картографии, Москва, Россия
[2] Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

METHODOLOGY OF CREATION MAPS OF ELEMENTARY LANDSCAPES BASED ON PRINCIPLES OF FUNCTIONAL ZONING AND USE OF REMOTE SENSING DATA AND GIS TECHNOLOGIES

Grechischev A.V.[1], Lychagina Yu.M.[2]

[1]ISEC «Geomonitoring», MIIGAiK, Moscow, Russia
[2]Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia
Sladkova@ssc-ras.ru

Постоянное развитие и рост современных городских экосистем влечет сокращение природных или частично преобразованных территорий. Исторически наибольшей численности достигали города и поселения, расположенные в прибрежных регионах крупных водных магистралей (рек, озер, морей).

При этом очевидна важность и глобальность задачи изучения закономерностей функционирования прибрежных экосистем в условиях повышенного антропогенного воздействия и проведения комплекса мероприятий, направленных на мониторинг и регулирование экологической обстановки в процессе урбанизации. В подобных условиях возрастает необходимость сохранения, поддержания

и охраны природных ландшафтов, зеленых массивов и рекреационных зон, в особенности в крупных городах и густонаселенных регионах.

Сохранение ландшафтов и оптимизация антропогенной нагрузки определяет потребность в их зонировании, то есть в научно-обоснованном разделении исследуемой территории на участки с различным режимом функционирования и охраны (Гречищев, 2011), так называемом функциональном зонировании (ФЗ) территории.

Существует большое количество различных схем деления территории на зоны в зависимости от конкретных задач и целей, преследуемых исследователями из различных областей знания. При этом могут выделять функциональные зоны и микрозоны, элементарные ландшафты, геохимические ландшафты, которые, по сути, представляют собой одно и то же в разном масштабе. При делении предполагается, что внутри каждого района имеется однородность по всем компонентам, которые представляют собой значение факторов микроклимата района, комфортности, концентрации различных примесей в воздухе и т.д. (Приваленко, 2003).

При комплексных экологических исследованиях сложных городских систем одной из главных задач также является создание эколого-географической карты элементарных урболандшафтов на основе принципов функционального зонирования в качестве основы для опорной ландшафтно-информационной системы. Подобная карта отражает сложное сочетание источников загрязнения городской среды (промышленные зоны, транспортные магистрали) и мест их взаимодействия (селитебные и рекреационные зоны). Такая карта является необходимой основой для построения геохимической модели города и проведения работ по оценке экологической ситуации, так как эффективность оценки заключается не только в выявлении очагов загрязнения, но и в определении их источников.

Современный инструментарий исследователя (в том числе, в области комплексной оценки антропогенного воздействия на окружающую среду) предполагает использование новейших информационных компьютерных технологий, например, таких как геоинформационные технологии (ГИС) и дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ). ГИС и ДЗЗ являются одними из наиболее перспективных методов формирования баз данных, пространственное и временное разрешение которых является достаточным для решения задач различной направленности, в том числе распознавания, классификации, анализа и хранения объектов земной поверхности.

Целью научной работы, выполненной в рамках проекта РФФИ № 11–07-90715_моб_ст, явилось применение методов обработки данных дистанционного зондирования Земли при реализации ГИС-ориентированной методики создания эколого-географических карт ландшафтов города на основе принципов функционального зонирования территории (Лычагина, 2011).

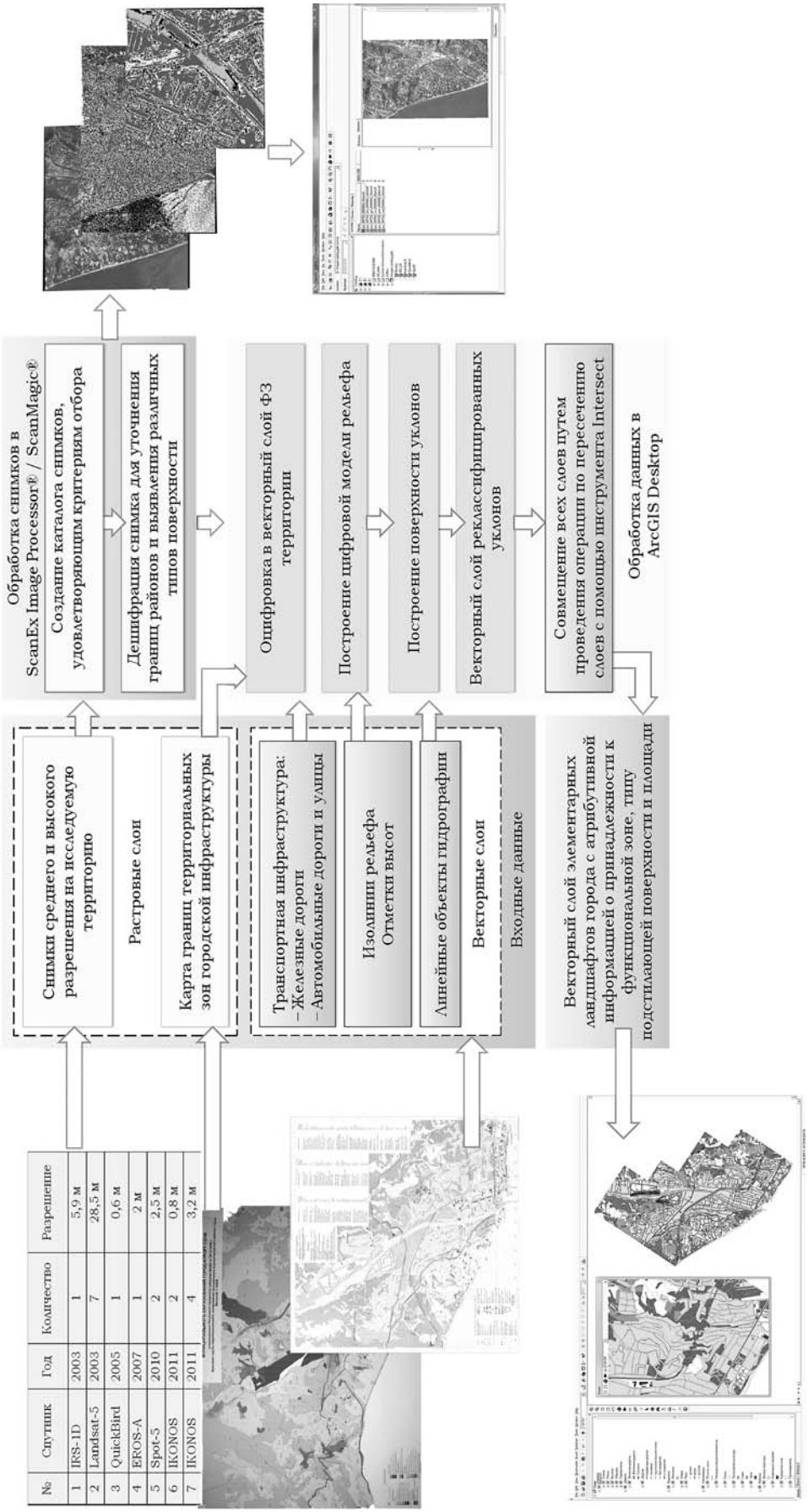
В качестве предметной области исследования были выбраны городские территории в прибрежной рекреационной зоне юга России (на примере г. Сочи). Это обусловлено тем, что наиболее остро проблема загрязнения окружающей среды стоит в курортных городах, где проходит профилактический отдых и лечение жителей других городов. Основой потенциала города-курорта Сочи является высокое качество природной среды. Однако с расширением курорта, увеличением его мощности, строительством объектов к Олимпийским играм увеличиваются интенсивность рекреационной нагрузки, сельскохозяйственного и промышленного производства на его территории. В результате происходит нарушение природных экосистем, их загрязнение, что, в конечном итоге, приводит к снижению ценности курортно-рекреационной системы.

Научная работа по данному проекту выполнялась в Московском университете геодезии и картографии (МИИГАиК) на базе Инновационного научно-образовательного центра (ИНЦ) «Геомониторинг» (Гаврилова, 2011). Российская компания ИТЦ «СканЭкс» является партнером и основным поставщиком панхроматических и многозональных снимков высокого разрешения в ИНЦ.

Наличие у ИНЦ соответствующих лицензий на программные комплексы ScanMagic® (предназначен для предварительной обработки космоснимков), ScanEx Image Processor® (предназначен для радиометрической обработки и дешифрирования космоснимков) компании «СканЭкс» и специализированного программного обеспечения (ПО) для работы с геоданными ArcGIS (ESRI, США) обусловило выбор данного ПО для реализации поставленной цели НИР.

В ходе научно исследовательской работы было выполнено следующее:

На базе ИНЦ «Геомониторинг» изучены технологии приёма и обработки данных ДЗЗ, а также возможности программных продуктов компании «СканЭкс» ScanMagic® и ScanEx Image Processor®.



№	Спутник	Год	Количество	Разрешение
1	IRS-1D	2003	1	5,9 м
2	Landsat-5	2003	7	28,5 м
3	QuickBird	2005	1	0,6 м
4	EROS-A	2007	1	2 м
5	Spot-5	2010	2	2,5 м
6	IKONOS	2011	2	0,8 м
7	IKONOS	2011	4	3,2 м

Рис. 1. Методика создания карты элементарных ландшафтов на основе принципов ФЗ с применением ГИС-технологий и данных ДЗЗ

Проведен анализ существующих методик и классификаций, основанных на принципах функционального зонирования и выделения элементарных ландшафтов городской территории.

Разработана ГИС-ориентированная методика применения данных ДЗЗ для районирования исследуемой территории на основе принципов функционального зонирования (рис. 1) и применения ДДЗ. На основе методики построена пространственная модель на базе программной среды ГИС ArcGIS Desktop, результатом работы которой является создание векторного слоя функционального зонирования территории, который может быть уточнен по снимку высокого разрешения.

В ходе работы были разработаны методологические основы и определены критерии для реализации методики и отбора данных ДЗЗ, предоставленных компанией ИТЦ «СканЭкс», для последующей дешифрации и цветовой дифференциации объектов на однородные группы по типу подстилающей поверхности с информацией о занимаемой ими площади.

Для этого доступные снимки на исследуемую область были обработаны на специализированном ПО. На первом этапе снимки, соответствующие определенным критериям отбора собрали в каталог с помощью программ ScanMagic® и ArcGIS. На последующих этапах отобранные снимки дешифрировали с помощью возможностей и инструментов программы ScanEx Image Processor® для уточнения границ соответствующих районов, а также выявления типов поверхности: застройка, покрытие, зеленые насаждения низкорослой или высококронной растительности, водная поверхность.

Разработанная методика была апробирована при создании карты функционального зонирования территории центрального района города-курорта Сочи на основе имеющихся космических снимков. С помощью различного инструментария геообработки, совместив слой функционального зонирования районов города с дешифрованными снимками, был получен векторный слой, в котором у каждого района представлена атрибутивная информация об его принадлежности к определенной функциональной зоне, а также площади, занимаемые различными типами поверхности.

Разработанную в результате методику применения данных ДЗЗ для районирования исследуемой территории на основе принципов функционального зонирования можно применять при составлении эколого-географических карт элементарных ландшафтов города с последующим использованием результатов при оценке влияния архитектурно-планировочных решений на микроклиматические факторы городской среды.

Научная значимость работы, по мнению авторов, проявляется в отдельных конструктивных решениях относительно синтеза, архитектуры и организации взаимодействия космической информации и геоинформационных технологий при реализации принципов районирования исследуемой предметной области.

Список литературы

1. *Гаврилова В.В., Гречищев А.В., Лычагина Ю.М.* Организация подготовки специалистов в области геоинформационных технологий и обработки данных ДЗЗ в МИИГАИК // IV конференция «Геоинформационные технологии и космический мониторинг» (пос. Дюрсо, 6–8 сентября 2011 г.). Ростов-на-Дону: Изд-во «ЦВВР», 2011. С. 74–79.
2. *Гречищев А.В., Лычагина Ю.М.* Применение данных дистанционного зондирования при функциональном зонировании урболандшафтов // IV конференция «Геоинформационные технологии и космический мониторинг» (пос. Дюрсо, 6–8 сентября 2011 г.). Ростов-на-Дону: Изд-во «ЦВВР», 2011. С. 107–110.
3. *Лычагина Ю.М., Гречищев А.В.* Функциональное зонирование городских территорий на основе применения данных дистанционного зондирования // 5-я Международная конференция «Земля из космоса – наиболее эффективные решения» (Москва, 29 ноября – 2 декабря 2011 г.). Москва: СканЭкс, 2011. 135–137.
4. *Приваленко В.В., Безуглова О.С.* Экологические проблемы антропогенных ландшафтов Ростовской области // Экология города Ростова-на-Дону. Т. 1. Ростов-на-Дону: СКНЦ ВШ, 2003. 290 с.

ДВУСТВОРЧАТЫЕ МОЛЛЮСКИ МОРСКОЙ ГРЕБЕШОК *CHLAMYS ISLANDICA* И МОДИОЛУС *MODIOLUS MODIOLUS* – ОБЪЕКТЫ БИОСЕНСОРНОГО МОНИТОРИНГА

Гудимов А.В.
Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, Мурманск, Россия

BIVALVES THE ICELANDIC SCALLOP *CHLAMYS ISLANDICA* AND HORSE MUSSEL *MODIOLUS MODIOLUS* AS BIOSENSOR MONITORING OBJECTS

Gudimov A.V.
Murmansk Marine Biological Institute of KSC of RAS, Murmansk, Russia
alexgud@mail.ru

До настоящего времени оперативный контроль экологической безопасности морской среды полностью отсутствует. Это не позволяет своевременно обнаружить экологически опасные ситуации и принять необходимые меры при возникновении загрязнения или иных аномальных изменениях условий среды.

Обеспечение оперативного контроля экологической ситуации в море может быть достигнуто путем внедрения новейшей технологии непрерывного биомониторинга – он-лайн биосенсорного мониторинга в сочетании с системой биоиндикации «раннего предупреждения». Технические возможности для внедрения таких систем появились сравнительно недавно. Первые системы «раннего предупреждения» (early warning systems) прошли испытание на пресных водах Европы в конце 20 столетия.

Кажущаяся (и обманчивая) простота метода привлекли внимание не только квалифицированных экологов, но и неспециалистов, заинтересованных в крайне поспешном, во-многом, упрощенном внедрении таких устройств в России и СНГ.

Дело в том, что главным в создании действующей системы оперативного биомониторинга является не техника, а технология биосенсорного обнаружения токсичности вод, которая основана на глубоком знании биологии и экологии видов, и находится сегодня еще в начальной стадии мировых разработок. В технологии он-лайн биомониторинга немедленное обнаружение токсичности среды с помощью организмов-биосенсоров базируется на результатах всесторонних исследований функциональной активности организмов в естественных (нормальных) условиях и при воздействии загрязнения. По одним видам такие исследования редки, по другим – отсутствуют.

Для биосенсорного мониторинга качества водной среды по показателям активности моллюсков сегодня используются, в основном, параметры их поведения (двигательной активности).

Морской гребешок *Chlamys islandica* (Müller, 1776) и модиолус *Modiolus modiolus* (Linnaeus, 1758) являются потенциальными объектами биосенсорного мониторинга в Баренцевом море. Однако, поведение этих видов до настоящего времени практически не исследовано, а регистрация их поведенческих реакций как движений створок моллюсков нигде ранее не проводилась, за исключением записей поведения гребешков и модиолусов, полученных в ММБИ.

Первая запись движений створок морского гребешка была сделана в мае 1987 г. на борту НИС «Дальние Зеленцы». Гребешки, отловленные на Гусиной банке, на глубине около 80 м, содержались в большой пластиковой ванне с периодическим протоком забортной воды. Регистрация самописцем в течение суток выявила явное доминирование околосуточного ритма в колебаниях уровня раскрытия створок (УРС) гребешков. В дальнейшем гребешки, привезенные в ММБИ (п. Дальние Зеленцы), содержались в аквариальных условиях постоянного протока природной морской воды и в течение месяца постепенно утратили околосуточный ритм (он стал незаметен). Возможно, это было связано с постоянством освещения наступившего Полярного лета.

УРС гребешков, непрерывно регистрируемый в течение месяца (июль-август 1987 г.) был достаточно ровным (горизонтальная часть кривой – рис. 1), не считая регулярной аддукции (кратковременных схлопываний створок – вертикальные штрихи – рис. 1). Было установлено, что гребешки, как и мидии, очень чувствительны к различным изменениям условий среды и химическому качеству воды и могут быть использованы для биотестирования качества прибрежных вод.

Рис. 1. Одна из первых записей движения створок морского гребешка: 3 сут регистрации самописцем в аквариальных условиях при постоянном протоке природной морской воды в августе 1987 г., Дальние Зеленцы

В тот же период проводились эксперименты по биотестированию буровых растворов, шламов и их компонентов, в частности, на мидиях, гребешках и модиолусах (*Modiolus modiolus*). В отличии от гребешков и мидий, модиолусы никогда широко не открывают створки, паттерн (pattern) их поведения, можно сказать, является «обратным» по отношению к поведению этих видов: постоянно, но очень узко открытые створки модиолуса раскрываются шире лишь на короткое время (менее 1 мин) и тут же смыкаются, возвращаясь в исходное положение. Такой поведенческий акт, который можно назвать «обратная аддукция», является доминирующим у этого вида двустворчатых моллюсков (рис. 2).

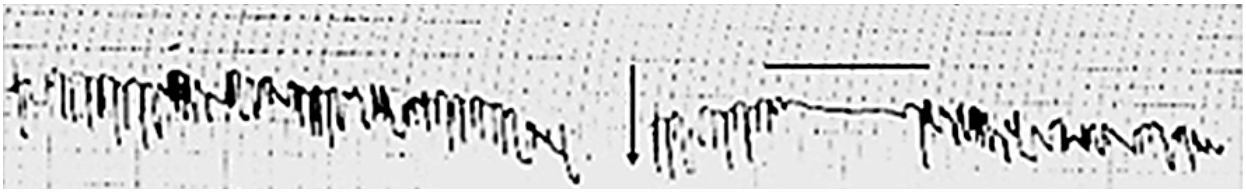


Рис. 2. Под воздействием бурового раствора (стрелка – начало воздействия) в поведении модиолуса появляется фаза длительного закрытия створок (под горизонтальной чертой); Дальние Зеленцы, 1987 г.

Несмотря на особенности поведения, реакция модиолусов на воздействие низких концентраций бурового раствора в условиях постоянного протока была хорошо заметна, проявляясь в длительном закрытии створок (рис. 2). Модиолус также может считаться перспективным видом-биосенсором. Однако следует принять во внимание, что его относительно слабая параметрическая вариабельность, монотонность поведенческих реакций и другие особенности огрубляют его поведение и снижают его регистрируемую чувствительность к изменениям факторов среды.

Установлено, что в нормальных условиях оба вида никогда не держат створки плотно закрытыми и даже через узкую щель между створками осуществляют постоянный мониторинг состояния окружающей воды.

Совокупные качества этих двух видов моллюсков Мурманской сублиторали, включая их высокую толерантность при манипуляциях и выживаемость, делают *Chlamys islandica* и *Modiolus modiolus* перспективными для биосенсорного мониторинга видами.

Приоритетное значение и преимущество проведенных исследований не было реализовано в свое время. Исследования поведения моллюсков 1980-х не получили продолжения и были приостановлены, т.к. не были поддержаны, в частности, РФФИ в течение ряда лет (включая последние годы). Сегодня развитие биосенсорного мониторинга полностью зависит от международного сотрудничества, поскольку за прошедшие 25 лет европейские страны технически намного опередили отечественные разработки в этом направлении.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЛИТОРАЛИ КИЗЛЯРСКОГО ЗАЛИВА

Джалалова М.И.
Прикаспийский Институт биологических ресурсов ДНЦ РАН,

ENVIRONMENTAL CONDITIONS OF LITTORAL ZONE OF KIZLYAR BAY

Dzhalalova M.I.
Caspian Institute of Biological Resources, Dagestan Science Center, Russian Academy of Sciences, Makhachkala, Russia
d.marina.66@mail.ru

Литоральная зона – очень динамичная система, изменяющая свое положение и нередко размеры в зависимости от изменения уровня Каспийского моря. Это зона контакта двух природных комплексов – наземного и водного. Между водной и наземной средой существует непрерывный пространственно-временной континуум.

Прибрежная полоса Каспийского моря Республики Дагестан является как бы «моделью», изучение которой позволяет проследить эволюцию в почвообразовании и смене растительных сообществ. Смены растительности, происходящие под влиянием наступления Каспия, связанные с затоплением, подтоплением и засолением почвогрунтов, относятся к категории гидрогенных и галогенных, обусловленные внешними факторами.

Неустойчивость береговой линии, связана с изменениями уровня воды в Каспийском море. В 1996 г. произошло изменение водного баланса моря, приведшее к снижению уровня Каспия примерно до отметки -26,96 м (Голицын, 1995; Голицын, 1998). Считается, что наблюдающийся с 1978 года процесс повышения уровня моря было обусловлено главным образом увеличением речного стока и уменьшением испарения. В 2000 г. уровень моря понизился примерно на 30 см, а к 2002 г. стабилизировался и в настоящее время находится на отметке около – 27 м.

При регрессии происходит освобождение суши, рост площадей солончаков и галофитов, при трансгрессии – наоборот, затопление, подтопление, заболачивание, рост площадей плавней и сильно засоленных лугово-болотных почв (Свиточ, Кулешова, 1994; Сулейманова, 2002). Для последних лет характерна некоторая стабилизация уровенного режима моря. Под его влиянием находится широкая прибрежная полоса, или литоральная зона.

Кизлярский залив расположен в крайней северо-западной части Дагестанского прибрежья Каспийского моря, в пределах Тарумовского района Дагестана. Его воды находятся под непосредственным влиянием речных стоков Волги, Кумы и левых рукавов Терека. Залив отличается мелководностью – почти на 50 м от берега его глубина не превышает 1,5 м. Вследствие нагонных явлений, при сильных восточных ветрах (морянах), уровень воды может значительно повышаться. Для берегов Кизлярского залива острой проблемой всегда выступали нагоны морских вод, приводящие к затоплению литорали, гипсометрический уровень которого соответствует примерно -27–26 м ниже уровня мирового океана.

В зоне прямого действия оказываются прежде всего участки приморских маршей, занятые водной и водно-болотной растительностью, при более высоком подъеме вод – солончаками. Почвы болотные, лугово-болотные песчаные, супесчаные переслаиваются мелкой разбитой ракушкой, суглинками. Сульфатно-хлоридный тип засоления, степень засоления очень сильная.

В экологическом ряду водно-болотная растительность по увеличению градиента обводнения занимает самые нижние уровни, прилегающие к Каспию. Верхняя граница фиксируется пределом сплошного распространения сообществ – Pragmiteta, Typheta, Scirpeta. Грунты топкие, представлены песками, супесями, мелкой разбитой ракушкой, суглинками. Сама литораль изрезано заливами, бухтами, большими и малыми плесами, лиманами. Этот тип растительности представлен классами формаций погруженной и плавающей растительности.

Погруженная растительность сложена формациями рдеста гребенчатого (*Potamogetoneta pectinati),* рдеста курчавого (*Potamogeton crispus),* урути колосистой и мутовчатой *(Myriophyllum spicatum*,

M. verticillatum), роголистника погруженного (*Ceratophyllum demersum*). Растительность с плавающими на поверхности воды листьями– формациями сальвинии плавающей (*Salviniet natantis*), рдеста плавающего (*Potamogetoneta natantis*).

Воздушно-водная растительность представлена формациями тростника южного (*Phragmiteta australis*), камыша озерного (*Scirpeta lacustris*), рогоза узколистного (*Typheta angustifoliae*), рогоза Лаксмана (*Typheta laxmannii*), клубнекамыша морского (*Bolboschoenus maritimus*), сусака зонтичного (*Butometa umbellati*), частухи подорожниковой (*Alismateta plantago-aquaticae*). Галофильная растительность включает сообщества солончаков и засоленных лугов. Представлена классами формаций настоящей солончаковой растительности *Salicornieta europaeae, Suaeda prostratae, Salsoeta sodae, Halimioneta pedunculatae* и засоленных лугов *Puccinellieta giganteae, Aeluropeta littoralis.*

Обобщенный эколого-ценотический ряд по градиенту увеличения обводнения для пресноводного комплекса имеет следующий вид: *Alisma plantago-aquatica ® Butomus umbellatus ® Typha angustifolia ® Phragmites australis ® Scirpus lacustris ® Potamogeton natans ® Potamogeton crispus ® Potamogeton pectinatus*; для галогидрофильного: *Bolboschoenus maritimus ® Typha laxmannii ® Phragmites australis ® Scirpus tabernaemontani ® Ruppia spiralis + R. maritima + Najas minor ® Zostera noltii*.

Приведенные эколого-ценотические ряды соответствуют двум флороценотическим комплексам: пресноводному гидрофильному и его галогидрофильному аналогу.

Для галогидрофильного комплекса трансгрессия Каспия расширяет возможности реализации преадаптационных возможностей видов, что в первую очередь касается погруженных форм, в их числе и *Potamogeton pectinatus*. Безусловно, с повышением уровня краевые популяции, занимающие самые низкие уровни, отмирают. Однако одновременно идет заселение и освоение формирующихся мелководий. Иная картина с формациями воздушно-водной растительности, обладающими меньшей стратегией. Подъем Каспия приводит к постепенному отмиранию сообществ, что выражается в угнетенности и изреженности травостоя. Их формирование на вновь образованных экотопах происходит заново за счет имеющегося автохтонного материала (небольшие по площади сообщества или пятна растительности в микропонижениях на более высоких гипсометрических уровнях) или путем приноса аллохтонного материала (семена, обрывки корневищ, вырванные и принесенные ветром и волнобоем куски сплавин).

Пресноводный гидрофильный комплекс подвержен более существенным изменениям. Подъем Каспия приводит к деградации ценозов воздушно-водной растительности. Их развитие на формирующихся экотопах начинается заново. Из других сообществ почти полностью исчезают очень уязвимые реликтовые ценозы *Trapeta natantis*. Несколько меньше деградирует погруженная растительность – *Myriophylleta spicati, Ceratophylleta demersi.*

Последовательное увеличение продолжительности затопления привело к смене водной и водно-болотной растительности *(Salicornia europaea, Phragmites australis, Puccinellia gigantean)* к лугово-солянковым комплексам *(Halimione verrucifera, Frankenia hirsuta, Halocnemum strobilaceum).*

Список литературы

1. *Голицын Г.С.* Подъём уровня Каспийского моря как задача диагноза и прогноза региональных изменений климата // Изв. РАН. Физика атмосферы и океана. 1995. Т. 31, № 3. С. 385–391.
2. *Голицын Г.С., Раткович Д.Я., Фортус М.И., Фролов А.В.* О современном подъёме уровня Каспийского моря // Водные ресурсы. 1998. Т. 25, № 2. С. 133–139.
3. *Свиточ А.А., Кулешова Л.В.* Геоэкологическая зональность на участках затопления российского побережья Каспийского моря // Доклады РАН. 1994. Т. 339, №1. С. 77–79.
4. *Сулейманова (Джалалова) М.И.* Динамика растительности приморской полосы Терско-Кумской низменности при различных циклах затопления // Аридные экосистемы. 2002. Т. 8, № 17. С. 25–30.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СЪЕМКИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ НЕФТЕПРОЯВЛЕНИЙ В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

Евтушенко Н.В.[1,2], Иванов А.Ю.[1]
[1] Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук, г. Москва, Россия
[2] Инженерно-технологический центр «СКАНЭКС», г. Москва, Россия

USE OF SAR IMAGES FOR STUDY OF OIL SEEPS IN THE SOUTH-EASTERN BLACK SEA

Evtushenko N.V. [1,2], Ivanov A.Yu.[1]
[1] P.P. Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
[2] ScanEx Research and Development Center, Moscow, Russia

Одна из задач, которая решалась в ходе мониторинга нефтяных загрязнений в Черном море, – исследование естественных нефтепроявлений. Несколько из них находятся в юго-восточной части моря – в грузинском (мористее г. Поти) и в турецком (к северо-востоку от г. Ризе) секторах моря. В архивах Европейского космического агентства и в ИТЦ «СКАНЭКС» было обнаружено большое количество радиолокационных изображения (РЛИ) спутников ERS-1/2, Envisat и Radarsat-1, на которых обнаружились грифонные пятна нефти на поверхности моря. Обработка РЛИ в сочетании с геоинформационным подходом выявила однозначную связь этих пятен с очагами разгрузки нефти на структурах осадочного чехла в юго-восточной части Черного моря. Анализ РЛИ позволил получить ряд новых сведений об этих нефтепроявлениях – с учетом детальных батиметрических данных проведена привязка пятен к источникам на дне и получены оценки объемов естественных выбросов нефти.

СПУТНИКОВАЯ СЪЕМКА МЕСТ ОБИТАНИЯ АТЛАНТИЧЕСКОГО МОРЖА НА ЮГО-ВОСТОКЕ БАРЕНЦЕВА МОРЯ. ОТРАБОТКА МЕТОДИКИ И ПЕРВЫЕ ИТОГИ

Евтушенко Н.В.[1], Кучейко А.А. [1], Книжников А.Ю.[2], Болтунов А.Н. [3], Семенова И.С. [3]
[1]Инженерно-технологический центр «СканЭкс», Москва, Россия
[2]WWF России
[3]Совет по морским млекопитающим

SATELLITE IMAGERY ATLANTIC WALRUS HABITATS IN THE SOUTHEAST BARENTS SEA. MINING METHOD AND FIRST RESULTS

Evtushenko N.[1], Kucheiko A.[1], Knizhnikov A.[2], Boltunov A.[3], Semenova I.[3]
[1]ScanEx Research and Development Center, Moscow, Russia
[2]WWF, Russia
[3]Marine mammal council
nevtushenko@scanex.ru, AKnizhnikov@wwf.ru, kucheiko@scanex.ru, vssemenova@mail.ru, 3438083@mail.ru

В юго-восточной части Баренцева моря выявлены значительные запасы углеводородного сырья. Ведется подготовка к эксплуатации разведанных месторождений. Планируется установка морских добывающих платформ, развитие береговой инфраструктуры, рост судоходного трафика. В результате уже начался заметный рост антропогенного воздействия в целом на экосистему юго-восточной части Баренцева моря, и в частности на моржа – как на одного из наиболее уязвимых ее видов, занесенных в Красную Книгу России.

В настоящее время в этом районе обитает малочисленная и, вероятно, в значительной степени изолированная от основной популяции «южная» группировка атлантического подвида моржа. Крайне слабая изученность обитающих здесь моржей является серьезным препятствием для выработки мер по минимизации негативного воздействия на них со стороны развивающейся нефтегазодобычи.

Полевые исследования по учету моржей в этом районе крайне трудоёмки и дорогостоящи. Данный подвид моржа очень динамичный, поэтому животные подолгу не задерживаются на лежбищах, что также осложняет береговые наблюдения.

В июне 2011 по инициативе и поддержке Всемирным фондом природы (WWF) России и Советом по морским млекопитающим инженерно-технологический центр «Сканэкс» запустил проект по отработке методики дешефрирования моржа с помощью космической съемки на береговых залежках юго-востока Баренцева моря.

Спутниковая съемка впервые была использована для обнаружения скоплений моржей и оценке их численности в важный для животных летне-осенний период времени. В это время акватория Баренцева моря полностью свободна ото льда и моржи используют берег как платформу для отдыха.

Оперативный спутниковый мониторинг был проведен в местах предположительных залежек моржей на о. Колгуев, о. Долгий, о. Матвеев, в период с мая по июль 2011г. Первым его важным результатом стала съемка залежки моржей на о. Матвеев, являющегося частью территории государственного природного заповедника «Ненецкий». Качество полученного снимка позволило определить месторасположение скопления животных и даже их приблизительное количество. На космоснимке от 28.07.2011 специалисты обнаружили скопление около 200 особей моржа. В ходе этой работы использовалась высокодетальная съемка с разрешением 0,7 м, что позволило идентифицировать животных размером от 2,5 до 3 метров.

Качество и детальность полученного снимка сверхвысокого разрешения позволило определить месторасположение скопления животных и даже посчитать их приблизительное количество.

Успех по дешифрированию моржей с помощью космических съемок, наряду с наземными исследованиями позволит природоохранным и научным организациям скорее получить базовую информацию об этом краснокнижном виде, а также выработать меры по его сохранению в условиях «бума» экономического развития региона.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА ПРИБРЕЖНЫХ УРБАНИЗИРОВАННЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Епринцев С.А.[1], Архипова О.Е.[2]

[1] Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия

[2] Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

ENVIRONMENTAL RISK ASSESSMENT OF THE COASTAL URBAN AREAS

Eprintsev S.A.[1], Arkhipova O.E.[2]

[1] Voronezh State University, Voronezh, Russia

[2] Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia

Основным критерием качества окружающей среды и геоэкологической комфортности населения урбанизированной территории является заболеваемость населения, проживающего на данной территории по классам болезней, причиной которых может являться экологическая обусловленность (Куролап, 2006). В наибольшей степени антропогенные экологически обусловленные заболевания у населения возникают при «контакте» с антропогенным загрязнением атмосферы и питьевой воды. При этом качество питьевой воды, как правило, не сильно варьирует в пределах одной урбанизированной территории в отличие от качества атмосферного воздуха, где их содержание может различаться в десятки раз (Джуверикян, 1996).

Проведение зимних Олимпийских игр 2014 г. в городе Сочи, несомненно, является крупным достижением, повышающим международный имидж нашей страны и влекущим ряд экономических выгод. Вместе с тем подготовка к проведению Олимпийских игр существенно увеличила антропогенный прессинг на данный регион, а в особенности на Адлерский район г. Сочи, где развернулись основные работы по строительству олимпийских объектов. Данный факт делает необходимым проведение оценки риска воздействия антропогенного прессинга на здоровье населения Адлерского района г. Сочи.

Для расчётов количественных уровней экологического риска существует ряд методологий. На территории России расчёт уровней риска в большинстве случаев производится в соответствии с руководством Р 2.1.10.1920–04 (Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду) (Куролап, 2006).

Проведя оценку индивидуального канцерогенного риска (CR), обусловленного загрязнением свинцом атмосферы урбанизированной территории Адлерского района города Сочи, было установлено, что для детского населения, на большей территории города величина риска составляет около $1*10^{-7}$, что соответствует уровню «De minimis» или пренебрежительно малому. Аналогичная ситуация складывается при оценке индивидуального канцерогенного риска для взрослого населения – риск возникновения онкологических заболеваний при воздействии неблагоприятных факторов окружающей среды на данной территории отсутствует. Данный факт является положительным моментом наших исследований, так как данная группа заболеваний имеет высокую патогенность и экологическую обусловленность.

Изучая неканцерогенный экологический риск на территории Адлерского района г. Сочи проведена оценка вероятности возникновения заболеваний крови и сердечно-сосудистой системы при воздействии оксида углерода (II); органов дыхания и крови при воздействии оксида азота (II); органов дыхания, зрения и снижения иммунитета при воздействии формальдегида; заболеваний крови, красного костного мозга, ЦНС, иммунной системы, сердечно-сосудистой системы и репродуктивной системы при воздействии бензола; заболеваний ЦНС, органов дыхания, замедлении развития детей при воздействии толуола; заболевании органов дыхания и смертности при воздействии диоксида серы.

Наиболее высокие значения экологического риска были обнаружены при изучении вероятности возникновения заболеваний органов дыхания, органов зрения и снижения иммунитета при воздействии формальдегида. Значительная вероятность появления экологически обусловленных

заболеваний органов дыхания, зрения и снижения иммунитета (HQ более 2) наблюдается в районе кордона Лаура (HQ 2,6), посёлке Кепша (HQ 2,5), Иммеретинской низменности (HQ 2,2) и в посёлке Эсто-Садок (HQ 2,1). Данная вероятность обусловлена высокими концентрациями формальдегида в данных частях территории.

Учитывая, что основным источником формальдегида в атмосфере являются выхлопы отработанных газов транспорта, представляется возможным предположить о приоритетности влияния автотранспортного прессинга в формировании зон высокого риска возникновения заболеваний органов дыхания, зрения и снижения иммунитета. Также на отдельных участков формирование зон риска может быть обусловлено микроклиматическими факторами – переносом формальдегида с ветровыми потоками. Кроме того, высока вероятность появления экологически-обусловленных заболеваний органов дыхания, зрения и снижения иммунитета у населения, проживающего в районе реки Мзымта (HQ 1,6). Данный факт представляется возможным объяснить микроклиматическими факторами, влияющими на распространение формальдегида в атмосфере.

У населения, проживающего в районе Иммеретинской низменности отмечена высокая вероятность появления экологически-обусловленных заболеваний крови, красного костного мозга, центральной нервной системы, сердечно-сосудистой системы, репродуктивной системы, а также замедление в развитии у детского населения при воздействии бензола (HQ 1,4). Данный факт представляется возможным объяснить строительными работами, проводимыми на данной территории, что влечёт также увеличение автотранспортного прессинга, обусловленного необходимостью постоянного подъезда большегрузного транспорта. Кроме того, микроклиматические параметры данной территории (низкая аэрация воздушного бассейна) способствуют накоплению антропогенных поллютантов.

Анализ вероятности появления экологически-обусловленных заболеваний при воздействии других изученных факторов риска не показал превышений допустимых величин экологического риска. Однако следует отметить, что в районах кордона Лаура, посёлка Эсто-Садок и Иммеретинской низменности вероятность возникновения у проживающего населения заболеваний органов дыхания и смертности при воздействии диоксида серы близка к предельно-допустимой (HQ 0,6). Данный факт требует постоянного мониторинга содержания диоксида серы в атмосфере указанных зон.

Таким образом, зоны максимального и высокого экологического риска наблюдается в районе Иммеретинской низменности в районе строительства объектов зимних олимпийских игр 2014 года, что объясняется загрязнением атмосферы строительными работами, возросшим автотранспортным прессингом и микроклиматическими условиями. Зона среднего уровня экологического риска находится на удалении от источников загрязнения атмосферы – строительных площадок и автомагистралей. Зона пониженного риска занимает большую часть урбанизированной территории. Это преимущественно территория, не подверженная антропогенному прессингу.

Зона незначительного риска, в пределах которой практически отсутствует риск появления экологически-обусловленных заболеваний у населения расположена в районе посёлка Весёлое, а также в горной местности, что свидетельствует о приоритетном участии в её формировании микроклиматических факторов.

Список литературы

1. *Джувеликян Х.А.* Экология, город, человек. Воронеж, 1996. 104 с.
2. *Куролап С.А.* Оценка риска для здоровья населения при техногенном загрязнении городской среды / С.А. Куролап, Н.П. Мамчик, О.В. Клепиков. Воронеж: ВГУ, 2006. 220 с.

МОНИТОРИНГ СОДЕРЖАНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ В ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ ЭКОСИСТЕМЫ ПРИБРЕЖНЫХ РАЙОНОВ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Жилин А.Ю., Плотицына Н.Ф.

Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича (ФГУП «ПИНРО»), Мурманск, Россия

MONITORING OF CONTENT HYDROCARBONS IN SOME ELEMENTS OF ECOSYSTEM IN COASTAL AREAS OF THE BARENTS SEA

Zhilin A.Yu., Plotitsyna N.F.

Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (PINRO), Murmansk, Russia

zhilin@pinro.ru

Полярный институт проводит исследование содержания загрязняющих веществ в отдельных элементах экосистемы Баренцева моря как часть эколого-рыбохозяйственного мониторинга (ЭРМ), осуществляемого Федеральным Агентством по рыболовству (Росрыболовство) в соответствии с его полномочиями и функциями. Целью этих исследований является оценка состояния водных биоресурсов (ВБР) и среды их обитания в промысловых районах моря с точки зрения содержания в них основных групп поллютантов.

Значительную часть индустриальных выбросов в морскую окружающую среду составляют углеводороды различной структуры, некоторые из них обладают канцерогенными, мутагенными и другими токсичными свойствами по отношению к живым организмам (Ровинский и др., 1988). По этой причине в организации защиты ВБР важным является мониторинг таких загрязняющих веществ углеводородного происхождения, как неполярные алифатические углеводороды (НАУ) и полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), которые относятся к сравнительно устойчивым органическим соединениям, накапливаются и длительное время сохраняются в объектах морской среды.

Летом 2011 г. при проведении ЭРМ на акватории Западного Прибрежного промыслового района Баренцева моря, прилегающей к участку строительства комплекса береговых портовых сооружений на Мурманском берегу Кольского п-ова, для определения содержания НАУ и ПАУ, были отобраны пробы донных осадков и промысловых рыб. Данный район намечается для производства дампинга грунта, извлекаемого при строительстве береговых объектов. Пробы были доставлены для анализа в лабораторию прикладной экологии и токсикологии ФГУП «ПИНРО» (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.518450, действителен до 12 июля 2016 г.).

Отбор, консервация и хранение проб донных осадков осуществлялись в соответствии с нормативными документами (ГОСТ Р 51592–2000; ГОСТ 17.1.5.01–80). Определение НАУ (*н*-парафины) C_{11}–C_{30} в пробах донных осадков проводилось в соответствии с Федеральным природоохранным нормативным документом (ПНД Ф 16.1.38–02). Сумму 16-ти индивидуальных ПАУ (нафталин, аценафтилен, аценафтен, флуорен, фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен, бенз(а)антрацен, хризен, бенз(b)флуорантен, бенз(k)флуорантен, бенз(а)пирен, индено(1,2,3-cd)пирен, дибенз(a,h)антрацен, бенз(g,h,i)перилен) определяли в пробах донных осадков по (М-МВИ-202–07). Пробы рыбы: пикши (*Melanogrammus aeglefinus*), зубатки полосатой (*Anarchichas lupus*) и трески (*Gadus morhua*) были отобраны донным тралом. Отбор, консервация и хранение проб осуществлялись в соответствии с нормативными документами (ГОСТ Р 51592–2000; ГОСТ 31339–2006). Определение НАУ (C_{11}-C_{30}) в пробах мышц и печени рыб проводилось по методике, описанной в рекомендациях (Рекомендации по выделению … 1988). 16 индивидуальных ПАУ в пробах мышц и печени рыб анализировали в соответствии с методическими рекомендациями (Качество, безопасность и методы … 2005). Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа проводился в соответствии с рекомендациями (РМГ 76–2004).

Донные отложения являются важной составляющей водных экосистем, где аккумулируется большая часть органических и неорганических веществ, в том числе и наиболее опасных и токсичных,

в число которых входят нефтепродукты и ПАУ. Информация о состоянии водных объектов, анализируемая без учета сведений о загрязненности донных отложений, может привести к ошибочным выводам (РД 52.24.609–99). Содержание НАУ в верхнем слое донных осадков района предполагаемого дампинга грунта, представленных пылеватыми песками, варьировало от 0,24 до 0,48 мкг/г сухой массы. Алканы в верхнем слое донных осадков представлены широким спектром углеводородов от C_{11} до C_{25}. Из изопреноидов были идентифицированы пристан (iC_{19}) и фитан (iC_{20}), отношение которых можно использовать как индикатор степени превращения углеводородов, их природы и условий нахождения в донных осадках. Нормативы содержания *н*-парафинов в донных осадках отсутствуют, но по литературным данным природный биогенный уровень НАУ в морских донных осадках обычно не превышает 50 мкг/г сухой массы (Немировская, 2004). Содержание *н*-парафинов в донных осадках Баренцева моря было значительно ниже техногенного фонового уровня, характерного для верхнего слоя донных осадков Западно-Арктического шельфа – 340 мкг/г сухой массы (Гуревич, 2002). Найденные значения коэффициента пристан/фитан <1 (0,2–0,4), характерны для углеводородов нефтяного, а не биогенного (свыше 1,5) происхождения.

ΣПАУ, рекомендованных для мониторинга Агентством по защите окружающей среды США (EPA US) в верхнем слое донных осадков варьировало от 12,1 до 19,0 нг/г сухой массы. Из входящих в приоритетный список ПАУ бенз(а)пирен обладает наибольшей канцерогенной активностью. Содержание бенз(а)пирена изменялось от 0,64 до 0,93 нг/г сухой массы и составляло не более 6,0 % от ΣПАУ. В соответствии с классификацией уровней загрязнения морских донных осадков прибрежной зоны, принятой Норвежской Государственной инспекцией по контролю загрязнения природной среды (SFT), среднее содержание ΣПАУ и бенз(а)пирена в донных осадках района предполагаемого дампинга грунта (14,8 и 0,79 нг/г сухой массы, соответственно), было значительно ниже фоновых уровней <300 и <10 нг/г сухой массы, соответственно (Klassifisering av miljøkvalität … 1997). В России нормативы содержания загрязняющих веществ в морских донных осадках отсутствуют.

Качественный анализ и идентификация углеводородов нефтяного происхождения в морских объектах представляет значительные трудности не только из-за многокомпонентности и изменчивости углеводородов нефти в море, но и вследствие того, что морские организмы способны синтезировать определенные углеводороды, в основном, алканы (Патин, 2001). По литературным данным в большинстве гидробионтов доминируют алифатические углеводороды (*н*-парафины) биогенного происхождения с нечетным числом атомов углерода в молекуле – C_{17} и C_{19}, в единичных случаях – C_{18}. Природное содержание биогенных углеводородов (C_{12} – C_{30}) в морских гидробионтах обычно составляет 1–2 мкг/г сырой массы (The alkanes of marine organism … 1977). Присутствие нефтяных углеводородов в тканях гидробионтов можно определить по повышенному содержанию углеводородов и детальному анализу углеводородной фракции (Миронов, Щекатурина, 1980).

Содержание НАУ в мышцах рыб, выловленных районе предполагаемого дампинга грунта, варьировало от 0,24 до 0,51 мкг/г сырой массы, что не превышало уровня содержания биогенных парафинов в условно незагрязненных морских организмах – 2 мкг/г сырой массы (Manual of Methods … 1976). В печени исследованных рыб оно было значительно выше. Содержание *н*-парафинов в печени пикши и зубатки полосатой составляло 1,79 и 2,71 мкг/г сырой массы соответственно. Отношение содержания изопреноидов пристан/фитан >1,5 указывало на то, что все НАУ, как в мышцах, так и в печени исследованных рыб, имели биогенное происхождение. Содержание НАУ в морской рыбе, печени и пищевой продукции из них в России не нормируется.

Распределение ПАУ в морских организмах отличается крайней неоднородностью и тяготением повышенного содержания к системам аккумулирования (депонирования), а также к органам и тканям с высоким содержанием жиров. Из соединений ПАУ, подвергнутых международной экспертной оценке, выделено 10 соединений, потенциально опасных для животных и человека. Это бенз(а) антрацен, бенз(b)флуорантен, бенз(а)пирен, дибенз(a,h)антрацен, индено (1,2,3-cd)пирен и другие (Шабад, 1982).

В мышцах исследованных рыб ΣПАУ варьировала от 0,75 до 3,6 нг/г сырой массы, в печени – от 32,3 до 74,1 нг/г сырой массы. В печени рыб, как депонирующем органе, ΣПАУ было значительно выше, еще и вследствие более высокого содержания жира. Из индивидуальных соединений ПАУ

в мышцах и печени трески доминировали нафталин и фенантрен, не обладающие канцерогенными свойствами. В России отсутствуют нормативы содержания ПАУ в морской рыбе, нормируется только содержание бенз(а)пирена в копченой рыбной продукции (СанПиН 2.3.2.1078–01). В целом, полученные результаты подтверждают незначительный уровень загрязнения рыб, выловленных в районе предполагаемого дампинга грунта ПАУ, проявляющими канцерогенную и мутагенную активность.

Список литературы

1. ГОСТ 17.1.5.01–80. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб донных отложений водных объектов для анализа на загрязненность. М.: ИПК Издательство стандартов, 1984. 9 с.
2. ГОСТ 31339–2006. Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб. М.: Стандартинформ, 2007. 16 с.
3. ГОСТ Р 51592–2000. Вода. Общие требования к отбору проб. М.: Стандартинформ, 2005. 40 с.
4. *Гуревич В.И.* Современный седиментогенез и геоэкология Западно-Арктического шельфа Евразии. М.: Научный мир, 2002. 134 с.
5. Качество, безопасность и методы анализа продуктов из гидробионтов. Вып. 2. Методические рекомендации по определению содержания токсикантов в продуктах из гидробионтов. М.: Изд-во ВНИРО, 2005. 69 с.
6. *Миронов О.Г., Щекатурина Т.Л.* Метод определения углеводородов в морских организмах // Методы исследования органического вещества в океане. М.: Наука, 1980. С. 269–274.
7. М-МВИ-202–07. Методика выполнения измерений массовой доли полиядерных ароматических углеводородов (ПАУ) в пробах почвы, донных отложений и твердых отходов методом хромато-масс-спектрометрии с изотопным разбавлением. СПб., 2007. 27 с.
8. *Немировская И.А.* Углеводороды в океане (снег-лед-вода-взвесь донные осадки). М.: Научный Мир, 2004. 328 с.
9. *Патин С.А.* Нефть и экология континентального шельфа. М.: Изд-во ВНИРО, 2001. 248 с.
10. ПНД Ф 16.1.38–02. Методика выполнения измерений массовой доли нефтепродуктов в пробах почвы методом капиллярной газо-жидкостной хроматографии. М., 2002. 17 с.
11. РД 52.24.609–99 (Руководящий документ). Методические указания. Организация и проведение наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях. СПб.: Гидрометеоиздат, 1999. 18 с.
12. Рекомендации по выделению, идентификации и количественному определению углеводородных компонентов нефтяных загрязнений в гидробионтах и в продуктах, вырабатываемых из них. М., 1988. 27 с.
13. РМГ 76–2004. Государственная система обеспечения единства измерений. Внутренний контроль качества результатов количественного химического анализа. М.: Стандартинформ, 2006. 207 с.
14. *Ровинский Ф.Я., Теплицкая Т.А., Алексеева Т.А.* Фоновый мониторинг полициклических ароматических углеводородов. Л.: Гидрометеоиздат, 1988. 224 с.
15. СанПиН 2.3.2. 1078–01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. М.: Минздрав РФ, 2002. 164 с.
16. *Шабад* Л.М. Поступление в атмосферу и циркуляция в окружающей среде химических канцерогенов (ПАУ) // Комплексный глобальный мониторинг загрязнения окружающей природной среды. Л.: Гидрометеоиздат, 1982. С. 115–121.
17. Klassifisering av miljøkvalität i fjorder og kystfarvann. Veiledming / J. Molvær, J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei, J. Sørensen // SFT Veiledming, 1997. 97:03. 36 pp. (In Norwegian).
18. Manual of Methods in Aquatic Environment Research. Part 2. Guidelines for Use of Biological Accumulators in Marine Pollution Monitoring // FAO Fisheries Technical Paper. 1976. No. 150. 76 p.
19. The alkanes of marine organisms from the United Kingdom and surrounding waters / Whittle K. J., Mackie P. R. Hardy R., et al. // Rapp. P.-V. Peun. Cons. int. Explor. Mer. 1977. V. 171. P. 72–78.

ПРИРОДНЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ФАКТОРЫ ПОДТОПЛЕНИЯ ПОСЁЛКА ЛЮБИМОВКА (ЮГО-ЗАПАДНЫЙ КРЫМ)

Иванов В.Е.
Отделение морской геологии и осадочного рудообразования НАН Украины

NATURAL AND ANTHROPOGENOUS FACTORS OF FLOODING OF SETTLEMENT LJUBIMOVKA (SOUTHWEST CRIMEA)

Ivanov V.E.
Department of Marine Geology and Sedimentary Ore Formation of the National Academy of Sciences of Ukraine
Wladiwolf@gmail.com

Актуальность изучения развития вредного воздействия вод на территориях, подвергшихся антропогенному воздействию, не вызывает сомнений. Несмотря на совершенство и доскональность природоохранного и водного законодательства Украины, часто такие исследования не имеют предупреждающего характера и проводятся, когда негативное воздействие на геологическую среду уже проявлено в полную силу. Поэтому с целью недопущения дальнейших ошибок при проведении хозяйственной деятельности, в частности, при застройке подтопляемых территорий, необходимо учитывать предшествующий опыт. Пристального внимания при этом требует изучения участков, где уже имеют место природные опасные гидрогеологические процессы, в частности – подтопление территорий.

Как правило, опасные геологические процессы особенно явно проявляются на территориях, где происходит суммирование негативных природных и техногенных факторов. Севастопольский регион в этом отношении не является исключением (Иванов, Малахов).

Подтопление пос. Любимовка, расположенного в устьевой части р. Бельбек, является одной их наиболее актуальных экологических проблем Севастопольского региона. На её решение неоднократно планировались мероприятия на уровне государственных и местных программ. Однако, как это часто бывает, их основные положения остались на бумаге и не были практически реализованы.

В основу работы положены данные многолетних гидрогеологических и инженерно-геологических исследований, выполненных Севастопольским институтом ГИНТИЗ.

Устье р. Бельбек расположено в юго-западной части Крымского п-ова, севернее Гераклейского плато. Основные особенности рельефа района обусловлены его расположением на южном крыле крупной синклинальной структуры – Альминской впадины, через которую протекают одни из наиболее крупных рек Крыма – Бельбек, Кача и Альма. Долины рек и впадающие в них овраги являются основными формами рельефа, определяющими геоморфологическое своеобразие района. Долины рек удивительно параллельны – в верхнем течении для них характерно северо-западное простирание, в нижнем – субширотное и запад-юго-западное, что свидетельствует об их заложении по единому структурному плану. Для водоразделов характерен холмисто-грядовый рельеф на юге и равнинный на севере, расчленённость рельефа закономерно убывает в северном направлении.

Севернее и южнее устья р. Бельбек сформировались сложные ингрессионные абразионно-аккумулятивные выровненные берега с крутыми абразионными уступами (клифами), к которым примыкает пляж неполного профиля. В береговой полосе у впадения р. Бельбек в Чёрное море абразионный уступ отсутствует. Здесь сформирован пологосклонный береговой вал – пляж полного профиля шириной около 100 м.

Долина р. Бельбек в нижнем течении имеет характерный корытообразный профиль с крутыми (до 25°) бортами и широким выровненным дном. Ширина долины здесь достигает 1 км, а её выровненное дно фактически является природной поймой р. Бельбек, ширина которой изменяется в пределах 500–700 м. По направлению к морю высота бортов долины р. Бельбек уменьшается. В 400 м от устья реки признаки корытообразной речной долины исчезают и здесь доминируют аккумулятивные формы рельефа. Восточнее внутренней границы пляжа расположены лагуны и примыкающие к ним заболоченные территории, они прослеживаются на расстояние около 1 км вдоль береговой полосы.

Долина р. Бельбек выработана в верхнемиоценовых отложениях сарматского яруса, преимущественно представленных известняками и глинами. Плиоценовые отложения, широко развитые на сопредельных территориях, в долине р. Бельбек отсутствуют, что свидетельствует об их размыве либо неотложении.

На размытой поверхности сарматских пород залегают верхнечетвертичные образования различного генезиса.

Фактически для приустьевой части долины р. Бельбек характерен двухслойный разрез четвертичных отложений. В нижней части, непосредственно на размытой поверхности сармата, залегают лиманные отложения весьма значительной мощности – более 20 м. Это тёмно-серые илы текучепластичной и мягкопластичной консистенции с прослоями обугленных растительных остатков, причём в них иногда встречались и довольно крупные фрагменты древесины. Лиманные отложения перекрыты относительно маломощной толщей (около 5 м) делювиальных и аллювиальных образований, представленных коричневато-серыми тугопластичными и полутвёрдыми суглинками. По мощности лиманные образования поймы р. Бельбек сопоставимы с аллювиальными отложениями переуглублённых долин приустьевых частей горных рек Южного берега Крыма (Муратов).

Особенности формирования погребённого лимана были предопределены предшествующей геологической историей. В течение верхнего плейстоцена и голоцена уровень Чёрного моря испытывал значительные по амплитуде колебания (Коников, Фащевский, Главацкий). В период карангатского этапа уровень Чёрного моря был близок к современному. Посткарангатский трансгрессивно-регрессивный этап характеризовался неоднократным изменением уровня моря. В новоэвксинское время (вюрм III) произошло резкое понижение уровня Чёрного моря до абсолютных отметок около (-90) м.

Неоднократное понижение базиса эрозии во время регрессий привело к формированию глубоких врезов речной долины и балок – русел временных водотоков. Именно тогда сформировался сильно расчленённый рельеф кровли сарматских отложений. Важно, что новоэвксинский климат был влажнее современного, что также благоприятствовало развития эрозионных процессов.

Последовавшие за новоэвксинской регрессией древнечерноморрская и новочерноморская трансгрессии привели к преобладанию аккумуляции над эрозией в прибрежных зонах. Очевидно, что образование мощной толщи лагунных илов произошло во время новочерноморской трансгрессии 8–2.5 тыс. лет назад, в конце которой уровень моря достиг современных отметок. Накопление илов шло на фоне постоянного подъёма уровня моря и миграции к востоку пересыпи, отделяющей лиман от моря. Образование перекрывающих лиманные отложения делювиальных суглинков проходило в субаэральных условиях около 2–3 тыс. лет назад и связано с падением уровня моря до абсолютных отметок около (-10.0) м во время фанагорийской регрессии. Её началу соответствует контакт между делювиальными и лиманно-морскими отложениями. Учитывая кратковременность регрессии, береговой вал (пересыпь), отделяющий лиман от моря, не был полностью размыт, а в частично осушенном в результате падения уровня моря лимане отлагались субаэральные делювиальные отложения. Новейшая нимфейская трансгрессия привела к подъёму уровня моря до современных отметок, заболачиванию и частичному восстановлению лагунно-лиманных условий.

Таким образом, основным природным фактором, вызвавшим подтопление территории пос. Любимовка, является подъём уровня моря в результате новейшей нимфейской трансгрессии.

Систематические гидрогеологические наблюдения на приустьевом участке поймы р. Бельбек показали наличие выдержанного горизонта подземных вод в основном на абсолютных отметках от 0.0 до 2.0 м. Реже уровень грунтовых вод располагался и на отрицательных абсолютных отметках.

Факторами, определяющими формирование и влияющими на колебание уровня подземных вод, являются:

– подрусловой сток р. Бельбек;
– гидравлическая связь с морем;
– сток дождевых вод по балкам и со склонов близлежащих возвышенностей.

Процессы подтопления территории обусловлены суммированием природных и техногенных факторов.

К природным факторам относятся изменение уровня и расхода воды в реке Бельбек, иногда приводящее к паводкам, а также поверхностный сток по балкам и сопредельным возвышенностям при обильном выпадении атмосферных осадков.

Учитывая широкое распространение глинистых грунтов с низкими фильтрационными характеристиками, последний фактор представляется наиболее существенным – излишки воды дренируются медленно, что приводит к локальному затоплению и подтоплению территории.

К техногенным факторам относятся: изменение естественного русла р. Бельбек и неконтролируемая застройка территории.

При освоении поймы р. Бельбек для садоводства, русло реки было спрямлено и обваловано, в связи с чем пойма утратила свои буферные функции – аккумуляцию вод в половодье и питание реки в межень. Это привело к существенным сезонным колебаниям уровня воды в реке, и как следствие, уровня грунтовых вод в её приустьевой части.

Застройка подтопляемой территории создала дополнительные препятствия естественному движению грунтовых вод, а построенные здания, сооружения и твёрдые покрытия сократили площадь просачивания талых и дождевых вод, что вызвало периодическое локальное затопление и подтопление.

Южнее устья р. Бельбек расположены две лагуны. В одну из них, «благо-устроенную», искусственно нагнетается морская вода, что также негативно сказывается на природном балансе грунтовых вод.

Режим р. Бельбек характеризуется наличием двух паводковых периодов: весеннего и осеннее-зимнего со значительным колебанием уровня воды в реке.

По материалам многолетних наблюдений, ориентировочное колебание УГВ может составить ± 2.5–3.0 м.

Проведённые исследования показали, что одна из наиболее значимых экологических проблем г. Севастополя – подтопление пос. Любимовка создана искусственно, в результате отсутствия комплексного инженерного анализа при принятии решений о хозяйственном освоении территории.

Список литературы

1. *Іванов В.Є., Малахов І.М., Агаджанов М.Є., Тополюк О.С., Єфремцева Л.Л.* Особливости розвитку гравітаційних процесів на антропогенних морфоструктурах. Геология и полезные ископаемые мирового океана, 2010. № 3. С. 85–93.
2. *Коников Е.Г., Фащевский С.Н., Главацкий А.Б.* Реконструкция колебаний уровня Чёрного моря в среднем и позднем плейстоцене и голоцене по материалам бурения на северо-западном шельфе. В сб. Геологические проблемы Чёрного моря. Киев, 2001. С. 271–277.
3. *Муратов М.В.* Краткий очерк геологического строения Крыма // Госгеолтехиздат. 1960 г. 208 с.

СУБИНЕРЦИОННЫЕ И СЕЗОННЫЕ ПРОЦЕССЫ В ФОРМИРОВАНИИ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ НА СЕВЕРО-ВОСТОЧНОМ ПОБЕРЕЖЬЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

Инжебейкин Ю.И., Матишов Д.Г.

Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

SUBINTERTIAL AND SEASONAL PROCESSES IN THE FORMATION OF THE HYDROLOGICAL FIELDS IN THE NORTH-EAST COAST OF THE BLACK SEA

Inzhebeikin Yu.I., Matishov D.G.

Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia, uinzheb@mail.ru

В формировании гидрологических полей в прибрежных районах возрастает роль различных динамических процессов. Кроме того, при одинаковых значениях потока тепла через поверхность моря более мелководные области вблизи берега испытывают большие пространственно-временные колебания температуры, чем глубоководные районы (Боуден, 1988). В этой связи мы хотим обратить внимание на некоторые особенности формирования гидрологических полей в северо-восточной прибрежной зоне Черного моря в субинерционном и сезонном масштабе изменчивости.

Известно, что как отклик прибрежных вод на вдольбереговое напряжение ветра в стратифицированном океане постоянной глубины вдоль берега могут распространяться свободные волны в виде внутренних волн Кельвина с масштабом порядка 30 км (радиус Россби), а в однородном по плотности океане с наклоном дна, характерным для шельфа, – волны континентального шельфа с таким же пространственным масштабом, которые двигаются вдоль границы. Поскольку в реальном океане стратификация и наклон дна существуют одновременно, то в действительности должны иметь место некоторые гибридные волны, со свойствами как волн Кельвина, так и шельфовых волн. Такие волны Гиллом и Кларком (Гилл, Кларк, 1974), названы береговыми захваченными волнами (БЗВ). Со времен наблюдения их у побережья Перу в 1974–1976 г.г., подобные волны и генетически связанные с ними области апвеллинга/даунвеллинга обнаружены и исследовались также у берегов Северной Америки, Африки, Австралии, Западной Европы (Allen, 1980, Brink, 1982, 1991, Clarke, Thompson, 1984, Chapman, 1987, Middleton, 1988, 1991, 2005) и т.д.

В Черном море, в его северо-западных районах, береговые захваченные волны и связанные с ними процессы апвеллинга/даунвеллинга, по-видимому, впервые исследовались в работах (Архипкин и др., 1987, Иванов, Янковский, 1992), а на восточном побережье моря до сих пор не исследованы. В то же время активная хозяйственная деятельность на восточном шельфе Черного моря и большое разноплановое прикладное и научное значение знаний об этих процессах, требуют их интенсивного изучения.

Весной и летом 2007 г. на НИС «Денеб» нами проводились исследования гидрологических полей в прибрежной зоне российского сектора Черного моря посредством вертикального СТД зондирования. Верхний перемешанный слой (ВПС) на акватории северо-восточной части Черного моря в первой декаде апреля 2007 г. имел толщину 40–60 м, возросшую зимой вследствие термической конвекции. ВПС был ограничен снизу слоем основного галоклина с вертикальными градиентами солености от 0.06 до -0.1 ‰ $м^{-1}$, постоянно существующим в Черном море в диапазоне глубин от 30–60 до 150–200 м (Тужилкин, 2008). В апреле 2007 г. на кавказском побережье Черного моря преобладали ветра южных румбов. В начале периода наблюдений (8–14 апреля) над юго-восточной частью Черного моря, а также частично над территориями Турции и Грузии находилась слабо подвижная зона повышенного атмосферного давления, которая медленно смещалась на север. Над исследуемой акваторией северо-восточной части Черного моря наблюдался южный ветер. Вдоль береговая составляющая этого ветра над восточным и северо-восточным шельфом со стратифицированными водами генерировала береговые захваченные волны (БЗВ). Первоначальной зоной генерации этих движений, по-видимому, явился абхазский участок шельфа с шириной до 20 км, и дальнейшему распространению волн на север, на российский сектор шельфа, способствовали береговой захват и «подкачка» энергии от резонансного воздействия вдольбереговой составляющей ветра. Длина отмеченных БЗВ составила около 60 км. Волны распространялись вдоль берега в северном направлении (берег справа), фазовая скорость распространения их примерно равнялась 0,8 м/с. Фазовая скорость бароклинных волн Кельвина, как и БЗВ, при двухслойной стратификации океана описывается соотношением:

$$C_{K_1} = [gh'(\Delta\rho/\rho)]^{1/2}, \qquad (1)$$

где, ρ – средняя плотность морской воды, h' – толщина верхнего слоя, $\Delta\rho$ – разность плотностей верхнего и нижнего слоев (Carmack and Kulikov, 1998). При наблюдавшихся гидрологических условиях и имевших место морфометрических характеристиках района фазовая скорость должна была составить 0,9 м/с, т.е фазовая скорость выявленных нами БЗВ была чуть ниже их теоретических значений. К сожалению, выбранная для ускорения времени съемки сетка станций, не позволила оценить масштаб волн в поперечном к берегу направлении, однако обычно этот масштаб равен внутреннему радиусу деформации Россби и составляет 30–60 км (Huyer, 1980, Гилл, 1986). Бароклинный (внутренний) радиус деформации Россби описывается соотношением

$$R_B = \frac{NH}{f} \qquad (2)$$

где $N = \sqrt{\frac{g\Delta\rho}{\rho\Delta z}}$ – частота Вяйсяля-Брента, g –ускорение свободного падения, ρ – плотность воды, $\Delta\rho$ – разность плотностей верхнего и нижнего слоев, f – параметр Кориолиса, H – глубина. Для нашего района исследований при сложившихся на момент наблюдений гидрологических условиях он составил 28,6 км. Таким образом, в поперечном к берегу направлении масштаб береговых захваченных волн, наблюдавшихся в апреле 2007 г. составил около 29 км.

БЗВ вносят существенный вклад в изменчивость поверхностной температуры и солености воды, а также течений на периодах от суток, до недель. Из картины гидрологического разреза, выполненного на расстоянии 0,5–1 км вдоль берега во время наблюдавшихся волн можно заметить, что они, по мере своих перемещений на северо-восток формировали у побережья череду четко сменяющих друг друга зон апвеллинга и даунвеллинга. При этом в зонах апвеллинга изогалины поднимались к поверхности на 10–15 м, а в зонах даунвеллинга опускались на 8–10 м, приводя к изменениям солености до 1,3, что превышает средне многолетнее значение размаха сезонных колебаний солености в поверхностном слое, который для этого района согласно (Гидрометеорология … 1991) составляет 0,75 ‰. Поскольку весной разница температуры воды поверхностных и нижележащих слоях невысокая, то в изменении температуры воды таких значительных по абсолютным значениям величин не наблюдалось. Но подъем или опускание вод на 10–15 м в таких зонах апвеллинга/даунвеллинга в летний период в данном районе, как показали наши наблюдения в июле 2007 г., могут привести к изменениям температуры воды в поверхностном слое до 8–13 °С, что составляет 30–55 % от размаха сезонных колебаний температуры воды на поверхности.

БЗВ также могут привести к вариациям уровня моря в прибрежной зоне с периодами, близкими к периодам самих волн в течение времени их существования от зарождения до затухания. Спектральный анализ колебаний уровня моря в п. Геленджик по наблюдениям за апрель 2007 г. показал, что на спектре уровня наряду с синоптическими (с периодами около 55 и 38 ч) и суточными колебаниями уровня моря выделяются также вариации уровня с периодом 21,8 часа.

К концу первой декады апреля 2007 г. в период нашей съемки весеннее повышение температуры уже началось на всем протяжении северо-восточного шельфа Черного моря. Температура воды в поверхностном слое повышалась по направлению с северо-запада на юго-восток от 9,4 °С в прикерченском районе до 11,2 °С чуть южнее Туапсе, а толщина ВПС наоборот уменьшалась от 11 м на траверзе Анапы до 2 м в районе Сочи. Последнее обусловлено тем, что в более мелководном прикерченском секторе близость дна, увеличивая турбулентное перемешивание, приводит к более интенсивному вертикальному перемешиванию вод, что также сказывается и на температуре всего слоя ВПС, которая для прикреченского района, как мы уже заметили, оказалась ниже почти на 2 °С. Ниже ВПС располагался термоклин, занимая слой на глубинах от 2,5–6,5 м в районе Лазаревской до 12–25 м севернее Новороссийска. Вертикальные градиенты температуры в термоклине изменялись от 0,02 °С/м на севере района исследований до 0,33 °С/м в районе Лазаревской. На большинстве станций основная толща вод была занята сезонным термоклином. В нем выделяется верхняя часть, которая на большей части исследуемого района ограничена горизонтами 10–20 м. На этом участке профилей вертикальные градиенты температуры воды имеют наиболее высокие значения. В нижней части сезонного термоклина вертикальные градиенты температуры намного ниже, за исключением отдельных станций. При этом, на последних в пределах термоклина наблюдалась более сложная многоступенчатая структура вод, когда чередовались участки профилей с более высокими и пониженными вертикальными градиентами температуры воды.

По данным 2007 г. на северо-восточной части Черного моря весной выделились три основных типа вертикального распределения солености. Приводятся характеристики распределения солености для этих трех типов и обсуждаются причины их образования.

В результате проведенных исследований сделаны следующие выводы:

1. Под воздействием вдольбереговой составляющей ветров южных румбов при наличии плотностной стратификации на северо-восточном шельфе Черного моря генерируются береговые захваченные волны. Длина выявленных волн составила около 60 км, поперечный к берегу направлении масштаб – около 29 км, волны распространялись на северо-запад вдоль берега (берег справа) с фазовой скоростью около 0,8 м $с^{-1}$.

2. Эти волны сопровождаются в прибрежной зоне чередующимися зонами апвеллинга/даунвеллинга и могут внести существенный вклад в изменчивость поверхностной температуры воды (30–55 % от среднего многолетнего значения размаха сезонных колебаний температуры), на периодах от суток, до недель. В этом же интервале периодов в изменчивости солености вклад их может даже превысить среднемноголетнее значение размаха сезонных вариаций солености воды в поверхностном слое.

3. На северо-восточном шельфе Черного моря береговые захваченные волны генерировали уровенные осцилляции с периодом около 21 часа и величиной более 5 см, т.е они могут привести к вариациям уровня моря в прибрежной зоне с периодами, близкими к периодам самих волн в течение времени своего существования от зарождения до затухания. Эти волны могут внести существенный вклад в изменчивость течений, для оценки которого необходимы дальнейшие исследования, результаты которых также могут быть использованы для уточнения численных моделей динамики вод на северо-восточном шельфе Черного моря.

4. При относительно одинаковых значениях потока тепла через поверхность моря на северо-восточной части Черного моря весной в вертикальном распределении гидрологических элементов на различных участках северо-восточного шельфа имеются различия, и выделены три основных типа вертикального распределения солености.

Список литературы

1. *Huyer A.* The offshore structure and subsurface expression of sea level variation off Peru 1976–1977. J. Phys. Oceanogr., 10, 1980. P. 1755–1768.
2. *Гилл А.* Динамика атмосферы и океана. 1986.
3. *Gill A.E., and Clarke A.J.* (1974). Wind-induced upwelling, coastal currents, and sea-level changes, Deep-Sea Res. 21, 325–345.
4. *Allen J.S.* Models of wind-driven currents on the continental shelf // Ann. Rev. Fluid Mech. 1980. Vol. 12. P. 389–433.
5. *Brink K.H.* The near-surface dynamics of coastal upwelling // Progr. Oceanogr. 1983. Vol. 12, N 3. P. 223–257.
6. *Chapman, D.C.* (1987). Application of wind-forced long, coastal-trapped wave theory along the Californian Coast. J. Geophys. Res. 92, 1798–1816.
7. *Архипкин В.С., Еремеев В.Н., Иванов В.А.* Апвеллинг в граничных областях океана. Севастополь: МГИ АН УССР, 1987. 46 с.
8. *Иванов В.А., Янковский А.Е.* Длинноволновые движения в Черном море. Киев: Наукова Думка, 1992. 112 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ И ТРАНСФОРМАЦИИ РЕЧНЫХ ВОД В ПРИЛИВНОМ ЭСТУАРИИ

Ионов В.В., Май Р.И., Крылов С.С., Пряхина Г.В., Смагин Р.Е.
Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

RESEARCH OF DISTRIBUTION AND TRANSFORMATION RIVER WATERS IN TIDAL ESTUARY

Ionov V.V., May R.I., Krylov S.S., Priakhina G.V., Smagin R.E.
Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia
victor@vi3787.spb.edu

Изучение динамических, термохалинных, биохимических процессов в устьевых областях рек впадающих в приливное море – одна из фундаментальных проблем современной гидрологии и прибрежной океанографии (Долотов и др., 2002; Ионов и др., 2009). Важность изучения таких областей обуславливается сложным взаимодействием стока речных вод с приливной динамикой морской акватории. Именно в эстуариях имеют место столь интересные и малоизученные явления и процес-

сы как приливной бор, гидрофронт, естественный маргинальный фильтр. Исследование указанных феноменов требует комплексного подхода, сочетающего в себе постановку стандартных натурных гидрологических, океанологических и метеорологических наблюдений, неконтактных методов исследования особенностей явлений в толще вод в почти реальном масштабе времени, а также численное гидродинамическое моделирование соответствующих управляющих процессов. С этой точки зрения, приливной эстуарий реки и губы Кереть – части губы Чупа, Кандалакшского залива Белого моря – едва ли не идеальный полигон для подобного изучения взаимодействия речных и морских вод (рис. 1).

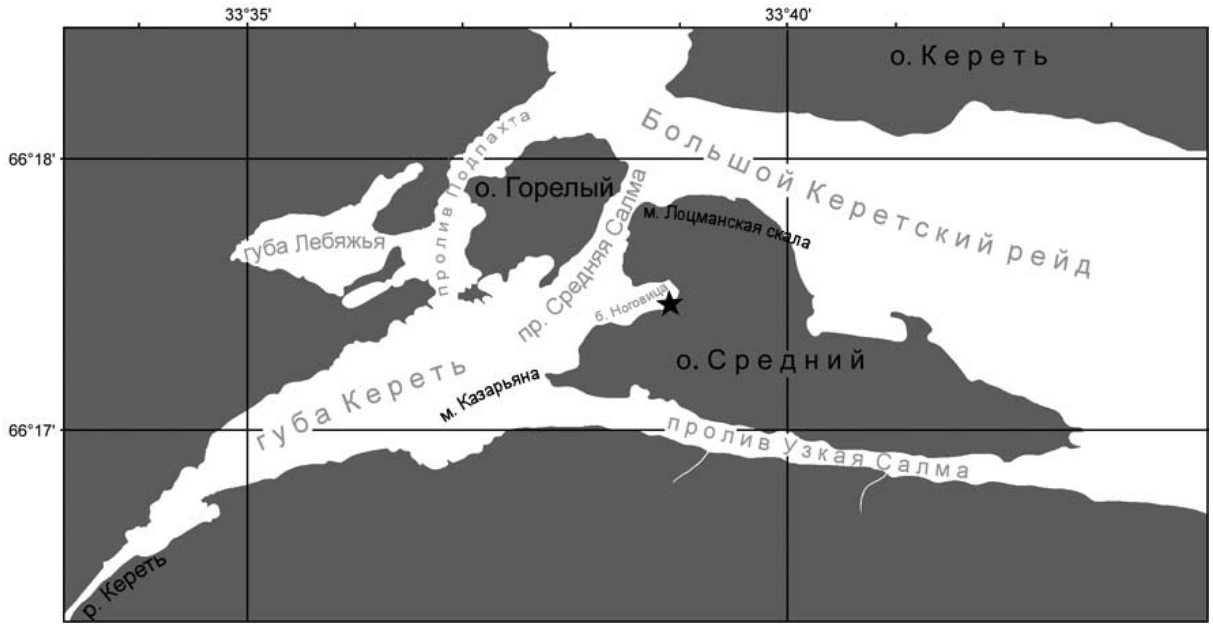


Рис. 1. Расположение уровенного поста в губе Кереть Кандалакшского залива Белого моря отмечено звездочкой

Здесь во время экспедиционных работ 2011 года и предшествующих лет собрана информация, необходимая для создания численной гидродинамической модели эстуария реки Кереть: выполнена батиметрическая съёмка акватории с необходимой пространственной дискретностью, на открытых границах модели измерены колебания уровня моря и течений, определён расход реки в гидрометрическом створе там, где влияние прилива не сказывается.

Река Кереть берёт начало из озера Кереть, расположенного на севере Карелии и при впадении в Белое море образует однорукавную устьевую область. Среднегодовой расход реки составляет 22,6 м^3/с. По морфологическим признакам устье р. Кереть является бездельтовым, что характерно для малых рек с небольшим стоком наносов и заметным воздействием приливов. От прямого влияния моря устье реки отгорожено цепью островов: Средний, Горелый, Кереть; а водообмен осуществляется через проливы Средняя Салма, Узкая Салма и Подпахта.

В ходе исследования гидрологии устьевой области р. Кереть промерным работам уделялось повышенное внимание. Это объясняется тем, что в данном районе значительны приливные колебания уровня, которые постоянно меняют очертания береговой линии. Выполненные нами наблюдения на уровенном посту на о. Средний показывают, что продолжительность приливного подъёма (роста) уровня воды в среднем равна 5ч 10мин, а время падения уровня составляет 6ч 40 мин; на стояние уровня приходится около 35 мин (для данного места характерен правильный полусуточный прилив, с доминированием главной лунной полусуточной волны M_2 с периодом 12 ч. 25 мин.). При организации натурного эксперимента приходилось пользоваться навигационной картой масштаба 1:25000, на которой глубины приведены к наинизшему возможному уровню. Однако, для выявления характерных особенностей устьевых процессов потребовалась более подробная батиметрическая карта, которую пришлось создать на основе собственных промеров с помощью многофункционального пакета ArcGIS 9.3.1.

На рис. 2 представлен один из основных исследуемых участков устьевой области реки Кереть – место, где речное русло расширяется образуя залив эстуарного типа. Установлено, что здесь располагается зона смешения, где активно взаимодействуют речные и морские воды. В отдельные периоды времени происходит интенсификация перемешивания вод различного генезиса, наблюдаемая по всей толще воды. В 2007–2008 гг. для подробного исследования пространственной структуры галоклина участок был размечен при помощи береговых вех и буйков и выбраны три профиля – один продольный (по направлению течения реки) и два поперечных. Привязка профилей на местности осуществлялась при помощи приемников GPS. Буйками отмечены положения станций, где проводились океанологические наблюдения.

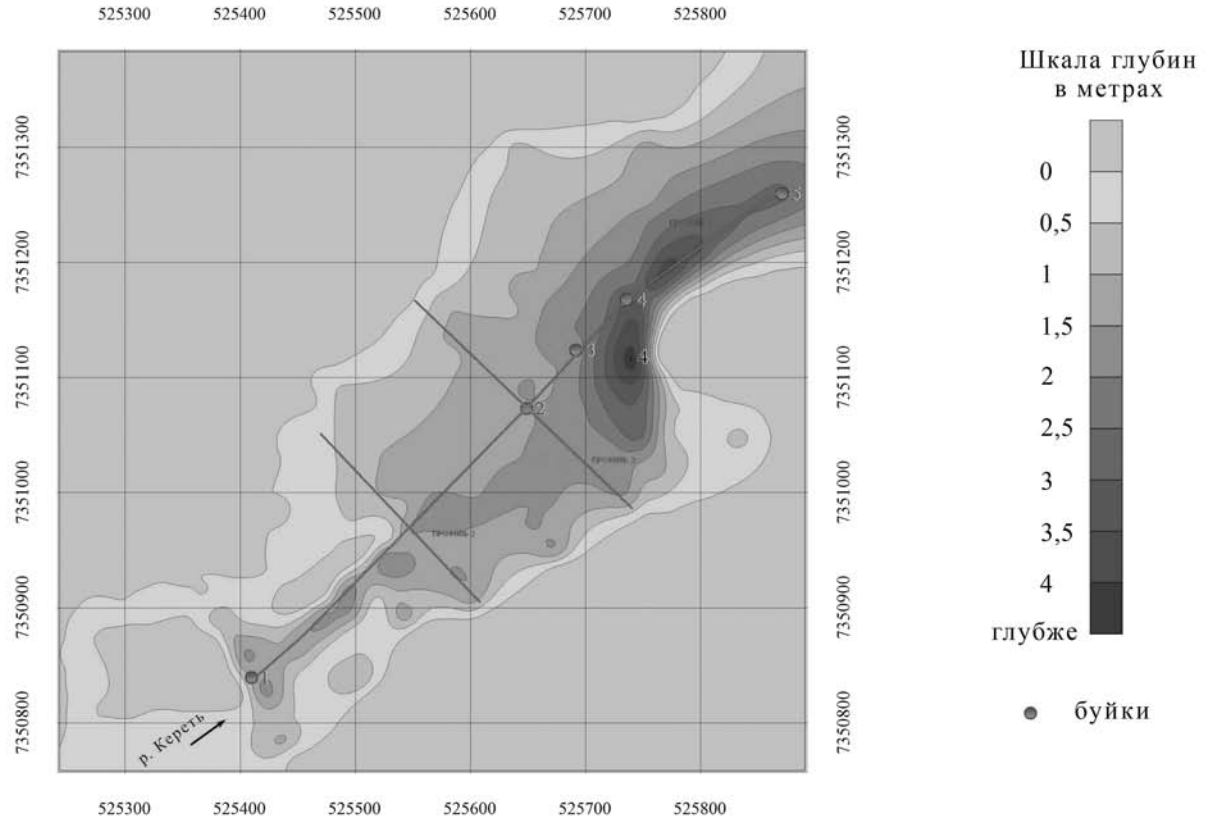


Рис. 2. Схема участка работ с профилями и точками расположения океанологических станций

Вкупе весь комплекс прямых и дистанционных наблюдений позволяет определять пространственные положения и временную изменчивость таких явлений как гидрофронт, слики, вихревые структуры, площадь приливной осушки. Под неконтактными наблюдениями здесь подразумевается уникальная технология георадиолокации водной толщи. Этот метод, разработанный при участии одного из соавторов настоящего доклада (Крылов, 2011), позволяет непрерывно определять в близком к реальному масштабе времени глубину залегания галоклина и другие неоднородности вертикальной структуры речных вод. Поскольку морская и речная вода обладают резко отличающимися значениями электропроводности, существуют хорошие предпосылки для выявления границы между ними при помощи георадиолокации.

Метод георадиолокации применялся не только в импульсном варианте, но и в режиме многочасовых океанологических станций, которые проводились, как правило, в летний меженный период (август). Направление профиля при буксировке георадиолокатора контролировалось визуально по гидрометрическим створам. При прохождении профиля на радарограмме ставились временные метки, чтобы впоследствии получать истинное расстояние по приемнику GPS. Это позволило в дальнейшем, при визуализации радарограмм, учесть непостоянство скорости перемещения по

профилям, связанное с влиянием течения реки и ветрового сноса. В моменты постановки меток производилось также измерение глубины с помощью закрепленного на буксирующей лодке эхолота Garmin.

План натурного эксперимента предполагал детальную георадиолокационную съемку устьевой области на разных фазах приливо-отливного цикла, проведение океанологических работ на многочасовых станциях, а также проведение подробных промерных работ. Для выполнения георадарных исследований была разработана специальная методика съемки с борта маломерного плавсредства, включающая также одновременное измерение глубины эхолотом. Одновременно выполнялись измерения температуры, электропроводности, скорости и направления течения на разных глубинах. Также проводились подробные наблюдения за уровнем воды на различных участках акватории.

Все это дало весьма большой объём различных данных о распределении и особенностях взаимодействия пресных и соленых вод на акватории устьевой области реки Кереть. Были построены карты распределения различных гидрологических характеристик на различных фазах приливо-отливного цикла. Тем не менее, уже в ходе предварительной обработки результатов встала проблема «представления *пространственно-распределенных* характеристик *меняющихся во времени* параметров аквальных геосистем» (Ионов, 2006). Действительно, наиболее перспективным путем решения этой проблемы является использование компьютерной технологии *географических информационных систем* (ГИС). Термин ГИС здесь применяется к оцифрованным с помощью ЭВМ, имеющим разную степень подробности пространственно распределённым данным и методам их систематического сбора анализа, хранения, обновления, обработки и преобразования. Географические объекты с общими атрибутивными признаками в ГИС объединяются в тематические группы (информационные слои или уровни), отдельные из которых могут содержать результаты непосредственных измерений in situ и неконтактной георадиолокации. Интеграция данных разного типа и использование набора различных средств по их обработке, в рамках указанной технологии, существенно облегчает усвоение и анализ результатов наблюдений исследуемого нами географического объекта и последующее задание граничных условий для численной гидродинамической модели происходящих в нём процессов, её верификации и сравнения численных результатов с данными экспериментов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, грант РФФИ-11–05-01211-а.

Список литературы

1. *Долотов Ю.С., Коваленко В.Н., Лившиц В.Х., Филатов Н.Н. и др.* О динамике вод и взвеси в эстуарии р. Кереть (Карельское побережье Белого моря). Океанология, 2002, т.42, №5, С.765–774.
2. *Ионов В.В., Смагин Р.Е., Пряхина Г.В., Федорова И.В.* Исследование зон смешения в устьевой области р. Кереть Белого моря. Известия Русского географического общества, 2009. Т. 141, № 2. С. 63–70.
3. *Ионов В.В.* Развитие технологии синоптического мониторинга климатически значимых параметров морских геосистем. Современные климатические и экосистемные процессы в уязвимых природных зонах (арктических, аридных, горных), 2006. Тезисы докладов. Ростов-на-Дону, ЮНЦ РАН. С. 103–105.
4. *Крылов С.С., Бобров Н.Ю., Киселев Е.Ю., Петлеваный Д.И. Пряхина Г.В., Смагин.Р.Е.* Применение георадарной технологии для изучения динамических процессов в устьевых областях. «Исследования океанов и морей» Труды ГОИН, 2011. Вып. 213. Москва. С. 356–368.

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БИОМАРКЕРОВ КАРДИОАКТИВНОСТИ И ПОВЕДЕНИЯ ЛЁГОЧНЫХ МОЛЛЮСКОВ В ЭКОМОНИТОРИНГЕ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ ПРИМОРСКИХ РАЙОНОВ

Камардин Н.Н., Любимцев В.А., Холодкевич С.В., Удалова Г.П.
Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, Санкт-Петербург, Россия

USING OF CARDIAC ACTIVITY AND BEHAVIOR REACTIONS IN PULMONARY MOLLUSKS AS POSSIBLE BIOMARKETS FOR ECOMONITORING OF SEASIDE AIR

Kamardin N.N., Lubimtsev V.A., Kholodkevich S.V., Udalova G.P.
Saint-Petersburg Scientific Research Center for Ecological Safety, RAS
Saint-Petersburg, Russia
nik-kamardin@yandex.ru

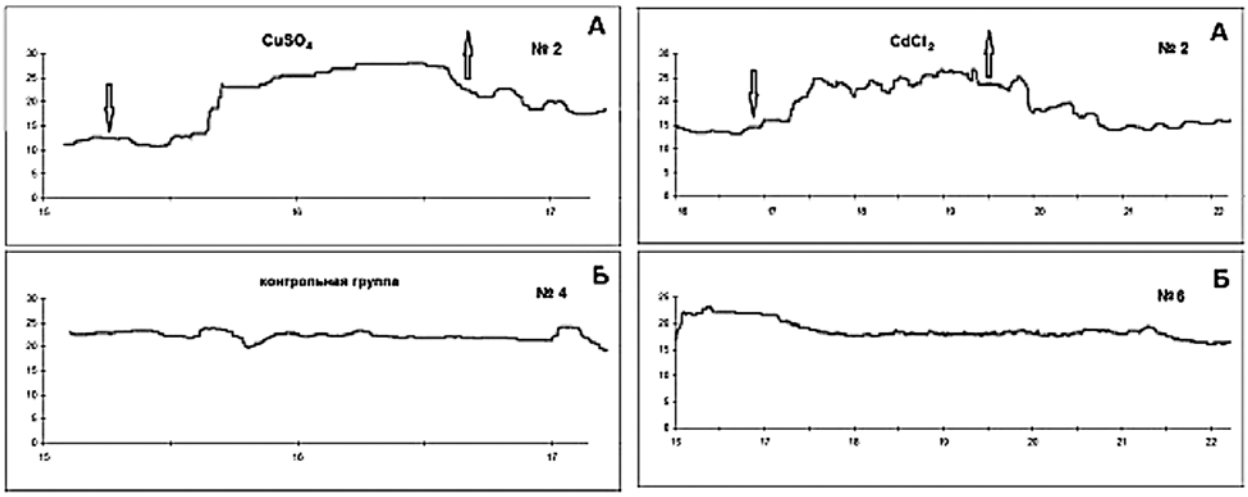
Морская поверхность является самым значительным источником генерации аэрозолей. Для солевых аэрозолей мощность морского источника генерации оценивается в 5900 Мт/год и превышает мощность почвенного пылевого источника почти в 6 раз. На границе вода-атмосфера, т.е. в поверхностном микрослое, происходит аккумуляции загрязняющих веществ, поднимающихся из водной массы, а так же осаждающихся из атмосферы. В воду прибрежных акваторий разнообразные неспецифические поллютанты поступают с поверхностным стоком, с плохо очищенными сточными водами городов, из донных отложений, в результате вредоносного «цветения» водорослей и т.д. Для анализа степени загрязнения водной и воздушной среды в настоящее время перспективным становится применение биологических методов, существенно дополняющие физико-химические методы мониторинга. Среди методов контроля качества воды достаточно распространены способы непрерывной, неинвазивной регистрации физиологического состояния специально отобранных организмов (биоиндикаторов). В этих случаях животные могут с успехом выполнять функцию экологической «мишени» для наиболее оперативной, объективной и интегральной оценки изменений среды, опасных для их жизнедеятельности. Как показали многочисленные исследования, весьма эффективными методом биоиндикации являются биоэлектронные системы, способные регистрировать и анализировать в реальном времени кардиоактивность беспозвоночных животных (моллюсков, декапод) и их реакции на изменения в окружающей среде (Bamber, Depledge, 1997; Холодкевич и др., 2006; Камардин и др., 2010). В настоящем исследование впервые указанный подход был использован с целью изучения физиологических реакций наземных легочных моллюсков при воздействии искусственных и природных морских аэрозолей. Эксперименты проводили в течение двух лет в лаборатории НИЦЭБ и в естественных условия на Черноморском побережье в районе г. Севастополя.

В качестве организма-биоиндикатора выбраны наземные улитоки (рода *Achatina* и *Helix*). Для неинвазивной регистрации и анализа трендов частоты сердечных сокращений (ЧСС) моллюсков использовали оригинальный многоканальный волоконно-оптический фотоплетизмограф (Холодкевич и др., 2006). Для наблюдения поведенческих реакций и оценки физиологического состояния животных, специально разработали механическую систему контроля за вертикальными перемещениями раковины моллюска, свободно ползающего по шару, находящемуся в емкости с водой. Экспериментальная установка состояла из двух камер: контрольной и индикаторной, в которых поддерживались стабильные значения температуры, влажности, освещенности, а также стационарность воздушного и аэрозольного потоков (Хололдкевич и др., 2010; Kamardin et al., 2011). Для моделирования аэрозольных частиц был выбран ультразвуковой увлажнитель воздуха с микровентилятором, способный генерировать монодисперсный аэрозольный поток из исследуемого раствора. В полевых экспериментах использовали природный морской аэрозоль. При небольшой силе ветра (менее 4 м/сек) для создания потока аэрозольных частиц применялся дополнительный ультразвуковой увлажнитель погружного типа, без встроенного микровентилятора. Во всех случаях образовавшиеся аэрозоли направлялись на моллюсков и воздействовали на них.

Химическим загрязнителем воздуха служило полициклическое ароматическое соединение – бифенил (с примесью θ-терфенила) в малой концентрации, обнаруженный нами в дымовых выбросах.

Известно, что бифенил (Б) может биоаккумулироваться у беспозвоночных, в частности, у моллюсков (Бочко и др., 2005). В опытах с острой токсичностью бифенил, использованный в качестве модельной примеси к водно-спиртовым аэрозолям, и действовавший в течение 30–60 минут на моллюсков и оказал на них лишь слабое влияние. Наблюдалась короткая защитная реакция, после которой улитка начинала вновь двигаться. Обнаруженные при действии указанных аэрозолей изменения ЧСС и поведения, отражают, по-видимому, модификацию рефлекторной деятельности моллюсков.

Хорошо известно токсическое влияние на показатели жизнедеятельности водных моллюсков соединений тяжёлых металлов (ТМ). Менее изучены в этом плане лёгочные моллюски. В наших опытах в ответ на подачу в террариум аэрозоля из дистиллированной воды с pH 7.2 наблюдали двигательную активность ахатин. На этом фоне в индикаторную камеру добавляли модельные аэрозоли, содержащий соли Cd и Cu (рис.1, **I, II**). При действии относительно высоких концентраций ТМ ($CuSO_4$ 14,4 мг/м^3 и Cd 4,8 мг/м^3) обнаружили увеличение ЧСС по сравнению с контрольным уровнем. Этот эффект можно объяснить влиянием ионов ТМ на биоэлектрические свойства поверхностно расположенных рецепторных клеток головы и антенн и/или непосредственным влиянием ТМ на нейроны и синаптические контакты ЦНС в результате проникновения ионов ТМ в гемолимфу. В литературе имеются указания о негативном влиянии ТМ на периферические рецепторные образования. Ранее выдвигалась гипотеза об постоянно присутствующем тормозном влиянии периферических рецепторов на кардиоактивность моллюсков (Камардин и др., 2010). Следовательно, обнаруженное у ахатин под влиянием аэрозолей с ионами ТМ увеличение ЧСС можно объяснить снижением тормозных влияний рецепторов на регуляторные механизмы сердца.



I **II**

Рис. 1. Оригинальные записи изменения ЧСС ахатины на воздействие аэрозоля, содержащего 14,4 мг/м^3 Cu (**I, A**) и 4,8 мг/м^3 $CdCl_2$ (**II**, А) На **I и II,** Б – ЧСС контрольного моллюска. Стрелками указано начало и окончание действия аэрозоля с ТМ. По оси ординат – ЧСС (уд/ мин); по оси абсцисс – время в часах.

В одной из серий опытов в качестве возможных поллютантов использовали спиртовые вытяжки из синезеленых водорослей, распространённых в прибрежных водах Финского залива. В момент «цветения» морских планктонных водорослей, их токсические вещества попадают в организмы гидробионтов (рыб, беспозвоночных), и могут выделяться в аэрозоли из микрослоя вода-воздух (Anderson et al., 2011). Суммарная концентрация органических веществ в экстракте из разрушенных ультразвуком клеток сине-зеленых водорослей составляла 180,0 мг/л. Аэрозоль, приготовленная их 10 % спиртового экстракта водорослей не приводил к существенным сдвигам величины ЧСС, несколько изменяя, однако, вид кривой временного хода изменения ЧСС. Получить очищенный токсин из пресноводных сине-зеленых водорослей в необходимом количестве не представилось возможным, поэтому в модельных экспериментах использовали коммерческий природный токсин тетродотоксин (ТТХ), который наряду сакситоксином (STX) и окадаеновой кислотой (ОА) находятся в тканях мор-

ских животных и очень опасны для человека (Meng et al., 2011). Тетродотоксин считается сильным небелковым ядом естественного происхождения нейропаралитического (кураreподобного) действия. В проведённых экспериментах ТТХ при концентрации (31,9 мкМ в аэрозоле) у ахатин не был выявлен нейропаралитический эффект. Они сохраняли мышечный тонус, однако при этом заметно снижались двигательная активность и ЧСС.

В лабораторных условиях исследовалось влияние аэрозоля, полученного из разбавленной морской воды с концентрацией 6 ‰. На рис. 2 приведена динамика изменения ЧСС у двух ахатин из индикаторной группы при воздействии этого аэрозоля. Видно, что замена в генераторе дистиллированной воды на морскую воду приводила к повышению ЧСС одновременно у обеих особей по сравнению с контрольным моллюском, в отсек к которому подавали аэрозоль из дистиллированной воды (рис. 2, **I**).

На побережье Черного моря в полевых условиях регистрировали динамику изменения ЧСС у двух вида наземных легочных моллюсков: ахатин и хеликс (рис. 2, **II**). При воздействии слабого ветра с моря обнаружили монотонное уменьшение ЧСС, вызванное, по-видимому, снижением температуры окружающего воздуха и подсыханием кожи моллюсков. В некоторых опытах на фоне монотонного снижения ЧСС наблюдалась небольшая волна повышения ЧСС. Она могла быть результатом постепенного накопления на рецепторной поверхности органов чувств моллюсков аэрозольных частиц морской воды (рис.2, **II**). Обнаруженную в полевых условиях волну повышения ЧСС можно рассматривать как изменение, близкое по происхождению к тахикардии, выявляющейся в лабораторных экспериментах.

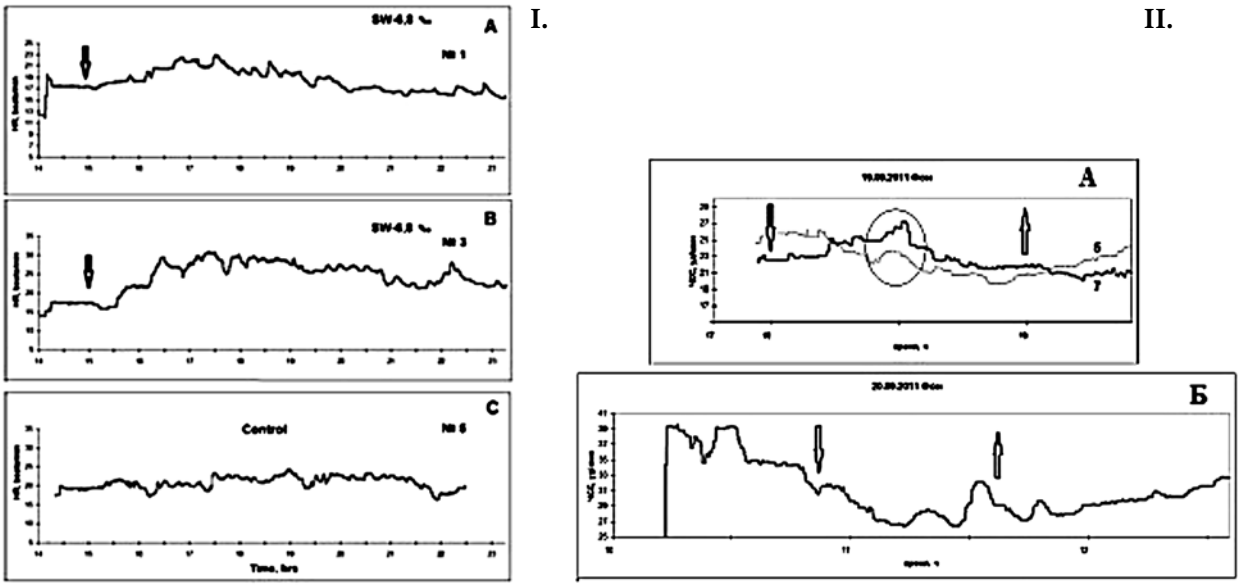


Рис. 2. I – Оригинальные записи изменения ЧСС у двух ахатин (А, В) при воздействии аэрозоля, приготовленного из черноморской разбавленной в 3 раза морской воды, и ЧСС контрольного моллюска при действии аэрозоля из дистиллированной воды (С). Стрелки – момент включения генератора аэрозоля. **II** (А) – суперпозиция ЧСС у двух ахатин (5, 7) при воздействии природного аэрозоля (сила ветра 5 м/с). Для усиления эффекта в камеру добавлялся искусственный аэрозоль из морской воды (стрелки- момент включения и выключения генератора)(**II** Б). Остальные обозначения см. рис. 1

Суммируя результаты проведённых в лабораторных и полевых условиях экспериментов, подчеркнём возможность выявления у лёгочных моллюсков (ахатин и хеликс) поведенческих реакций, а также изменений ЧСС в ответ на воздействия аэрозолей, содержащих относительно высокие концентрации техногенных и/или природные загрязнители воздуха. Разработанная методика с использованием в качестве биондикаторов лёгочных моллюсков, а их кардиоактивности как биомаркера рассматривается как перспективная выбранные животное – моллюски, могут быть использованы как биоиндикаторы, а их кардиактивность и поведение, как биомакеры при разработке инструментального способа непрерывного контроля за морскими или другим видами аэрозолей в реальном времени.

Список литературы

1. *Бочко О.Ю., Солдатов А.А.* Распределение полихлорированных бифенилов в тканях мидии *Mytilus galloprovincialis* в естественных и экспериментальных условиях // Экология моря, 2005, вып.71, с. 68–72
2. *Камардин Н.Н., Корниенко Е.Л., Удалова Г.П, Холодкевич С.В.* Влияние ионов тяжелых металлов на кардиорегуляторные рефлексы у моллюсков // «Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов» Экологическая физиология и биохимия водных организмов. Сборник научных статей. Петрозаводск, 2010. Т. 1. С. 60–67.
3. *Камардин Н.Н., Любимцев В.А., Холодкевич С.В.* Биомониторинг точечных источников загрязнения Балтийского моря дымовыми газами предприятий. Международный экологический форум « день Балтийского моря». Сборник материалов. СПб., 2011. С. 63.
4. *Холодкевич С.В., Иванов А.В., Куракин А.С., Корниенко Е.Л., Федотов В.П.* Биомониторинг качества поверхностных вод в реальном времени путем измерения кардиоактивности Decapoda и Mollusca (Real time biomonitoring of the surface water quality by means Decapoda and Mollusca cardioactivity measurement) // VII Всероссийская конференция по промысловым беспозвоночным (памяти Б.Г. Иванова): Тезисы докладов. М.: Изд-во ВНИРО, 2006. (Мурманск, 9–13 октября 2006 г.). С. 39–43.
5. *Холодкевич С.В., Камардин Н.Н., Любимцев В.А., Иванов А.В., Корниенко Е.Л.* Биоиндикация загрязнений воздушной среды на основе биомаркеров кардиореспираторной системы моллюска *Achatina fulica* // ДАН, 2010, Т. 430. № 5. С. 715–717.
6. *Anderson D.M.* Marine biotoxins from harmful algal blooms (Harbs): old and new technologies to meet monitoring challenges // Abstracts 15th Inter. Symposium on toxicity assessmen t/ Hong Kong, 2011. p. K–11.
7. *Bamber S.D., Depledge M.H.* Evalution of changes in the adaptive physiology of shore crab (Carcinus maenas) as an indicator of pollution in estuarine environments // Marine Biol. 1997. V. 129 (4), p.667–672.
8. *Meng X.M., Lu S.Y., Li Y.S. et al.* Construction, expression and activity analysis of fusion single-chainjm antibody against three marine biotoxins // Abstracts 15th Inter. Symposium on toxicity assessment. Hong Kong, 2011. P. O–69.

О МАССОВОМ РАЗВИТИИ НИТЧАТЫХ МАКРОВОДОРОСЛЕЙ В БАРГУЗИНСКОМ ЗАЛИВЕ БАЙКАЛА

Кобанова Г.И.
НИИ биологии ФГБОУ ВПО «ИГУ», Иркутск, Россия

THE MASS DEVELOPMENT OF FILAMENTOUS MACROALGAE IN THE BARGUZINSKY BAY OF BAIKAL

Kobanova G.I.
Scientific research institute of biology FSBGE HPE "ISU", Irkutsk, Russia
kobanov@iszf.irk.ru

Коренные жители иначе как море Байкал не называют. Его огромные глубины и безбрежные просторы способствуют этому. Баргузинский залив самый большой на Байкале. Он расположен на восточном берегу в центральной части озера, имеет округлую форму и слабо изрезанные берега. Длина залива достигает 30 км, ширина 25 км. Залив соединяется с озером на юго-западной стороне посредством широкого пролива (около 20 км). Самый крупный приток залива – река Баргузин. Хорошо прогретые в летний период воды реки оказывают существенное влияние на биоту залива. Большое влияние на залив оказывают господствующие байкальские ветра. Залив характеризуется большими рыбными запасами, которые имеют промысловое значение. Однако в 2000-е годы сильной помехой для рыболовного промысла стала тина. Сильные осенние шторма выбрасывают тину на побережье. В сентябре 2011 г. побережье самого южного села Максимиха покрывал в нескольких местах мощный слой тины. Общая протяженность полосы тины достигала километра, а ширина – 2–4 м (рис. 1). Как известно, тину образуют нитчатые макроводоросли, а их интенсивное развитие – результат эвтрофирования водоема.

Рис. 1. Береговая полоса в районе села Максимиха покрыта мощным слоем нитчатых макроводорослей (Фото В. Петрова)

Анализ образцов из скоплений показал, что зеленые нитчатые макроводоросли достигли массового развития в заливе. Среди них найдены нити с мелкими размерами клеток, но основу составляли крупные нити, сплошь покрытые диатомовыми эпифитами.

Мелкие нити по всем основным параметрам вполне соответствуют представителям порядка эдогониевые – *Oedogoniales,* которые характеризуются специфическим делением вегетативных клеток, сопровождающимся образованием колпачков. Род *Oedogonium* имеет простые не ветвящиеся нити. В современной сводке по макроводорослям Байкала Л.А. Ижболдина (2007) приводит три вида рода *Oedogonium*, которые еще в тридцатые годы прошедшего столетия зарегистрировал К.И. Мейер.

В анализируемых материалах мелкие нитчатки по размерным параметрам (ширина клеток – 10–15,7 мкм, длина до 36–46 мкм) соответствовали известному для Байкала виду *Oedogonium sociale* (рис. 2). Но не было встречено нитей в фертильной стадии, когда водоросли производят органоиды полового воспроизводства – оогонии и антеридии. Структура этих органоидов входит в число основных таксономических признаков и при их отсутствии трудно гарантировать точность определения.

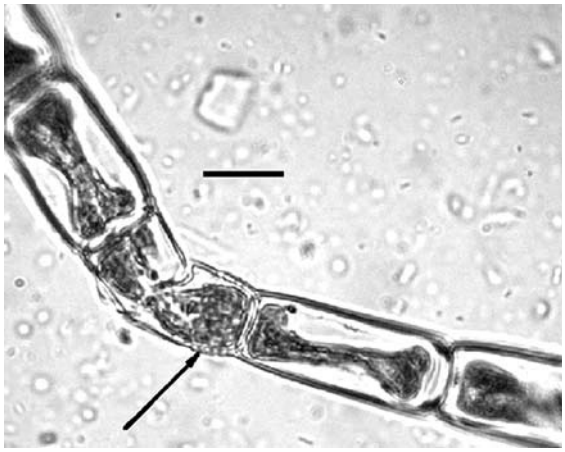


Рис. 2. *Oedogonium* sp. Колпачки хорошо выражены (стрелка)

Основу тины составляли темно-зеленые нити, длинные, извилистые, спутанные, более или менее одинаковой ширины по всей длине, обычно простые, реже разветвленные. Клетки удлиненно-цилиндрические, до 65 мкм шириной, с длиной до 2–5 раз больше ширины, у клеточных перегородок не перетянутые. Клетки ветвей и основных нитей почти одинаковой ширины. Хлоропласт пристенный, сетчатый. Оболочка клеток толстая с ясно выраженной слоистостью (рис. 3). Слабое ветвление нитей характерно для видов рода *Rhizoclonium* Kütz. По размерным характеристикам водоросли практически соответствуют виду *Rhizoclonium hookeri* Kütz., который предпочитает пресные воды богатые кальцием. Однако в странах СНГ этот вид не выявлен, а для Байкала указывается

лишь немногочисленный *Rhizoclonium* sp. Как писала известный альголог Н.А. Мошкова (1979), для определения видов этого рода необходимо иметь свежий в хорошем состоянии материал и массу нитей следует пересмотреть. Кроме того, указанный род изучен крайне мало. Он состоит в близком родстве с родом *Cladophora* и отличается от него лишь меньшим количеством ядер. Цитологические исследования байкальских нитчаток еще следует провести.

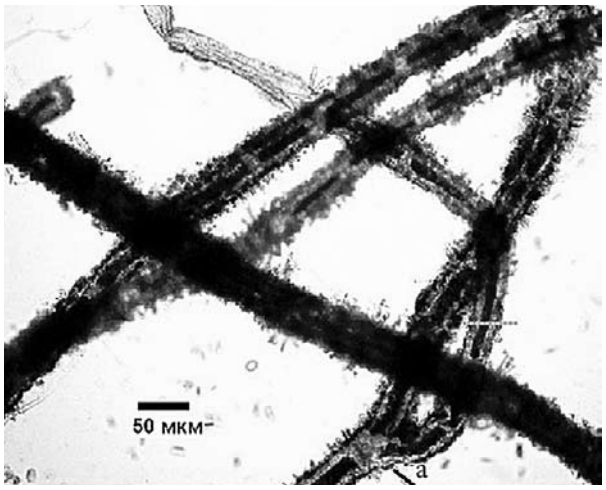


Рис. 3. Нитчатые водоросли, составляющие основу прибрежной «грязи». Ветвление нити (стрелка)

В свою очередь род *Cladophora* довольно разнообразно представлен в Байкале. Из представителей этого рода у восточного побережья южного и среднего Байкала, а также в районе поступления сточных вод Байкальского целлюлозно-бумажного комбината хотя и в небольшом количестве, но часто отмечали в девяностые годы *Cladophora glomerata* (Ижболдина, 2007). В нашем материале встречались также нити с более частым ветвлением. А массовое поселение на нитях эпифитных организмов – характерная особенность *Cladophora glomerata*. В качестве отличительного признака можно назвать более мелкие размеры клеток и наличие толстой слоистой оболочки (рис. 4). Но надо учесть, что кладофора чрезвычайно полиморфна, а слоистость оболочки, возможно, следует расценить как защитную реакцию, возникшую после выброса нитей на берег. Но вполне возможно, что представители обоих родов вегетировали в заливе в 2011 г.

Надо сказать, что в течение последнего десятилетия проблемой Балтийского моря и Финского залива является эвтрофирование прибрежной зоны и, наблюдается массовое развитие быстрорастущей зеленой макроводоросли *Cladophora glomerata.* В восточной части Финского залива она составляет основу литоральных альгоценозов и вызывает аноксию и заморные явления. Кроме того, как показано специальными исследованиями, она является благоприятным субстратом для интенсивного размножения патогенных бактерий и в связи с этим много научных работ посвящено изучению альгофлоры прибрежных сообществ восточной части Финского залива (Никулина, Губелит, 2007, Березина Голубков, Губелит, 2009, Губелит, 2009, Gubelit, Berezina, 2010).

Для уточнения таксономии макроводорослей из Баргузинского залива необходимы дальнейшие исследования, но уже сейчас ясно, что мы столкнулись с необычным, без сомнения, негативным для Байкала явлением. Надо сказать, что осенью 2011 г. погода стояла солнечная, практически без осадков в течение всего сентября – октября, и была намного теплее в ноябре в сравнении с предыдущими годами. Вполне возможно, что именно погодные условия и, в первую очередь температурный фактор, вызвали обильное развитие выявленного сообщества водорослей. Но с другой стороны такая высокая биомасса нитчатых макроводорослей не могла сформироваться при низком содержании биогенных элементов. Кроме того, имеются сведения, что их обилие в заливе пополняется из Байкала. Этому способствуют климатические и гидрологические факторы – ветровая деятельность и существующие в озере течения. Так, при облетах 20-километровой территории в сторону юга, с вертолета отчетливо прослеживалась сплошная полоса водорослей, распространяющаяся вдоль побережья и направляемая течением в сторону залива. Воздействие ветров северо-западного, северного, северо-восточного направлений способствуют нагону распространяющихся макроводорослей внутрь залива и в частности к селу Максимиха.

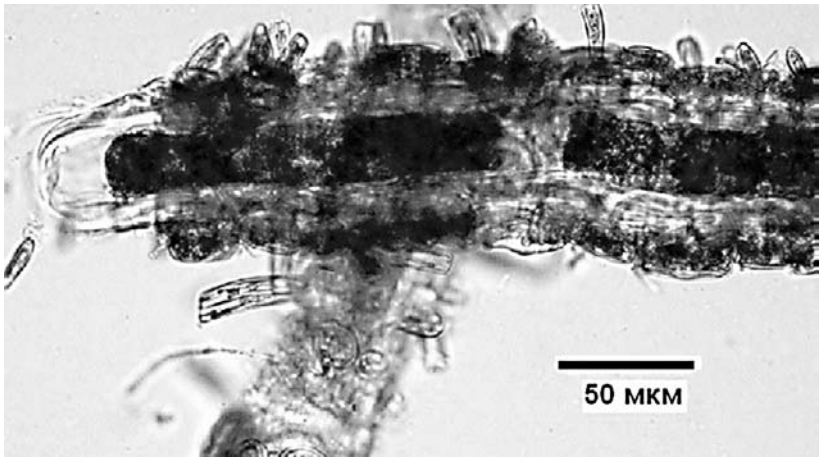


Рис. 4. Нити окружены толстой слоистой оболочкой и огромным количеством эпифитов

На данный момент мы не располагаем данными о форме таллома и способе его прикрепления к субстрату, что необходимо для точной идентификации вида, и не можем судить о сапробиологических характеристиках обнаруженных нитчаток. Однако состав диатомей, в массе поселяющихся на нитчатках, вполне позволяет охарактеризовать экологическую обстановку в заливе. Из них наиболее обильно представлена популяция космополитной *Roicosphenia abbreviata* (Agardth) Lange-Bertalot. Ей сопутствуют *Cocconeis pediculus* Ehr. и *C. placentula* Ehr. Все эти виды характеризуются как бета–мезосапробные организмы. Они обитают в водоемах разного трофического уровня, но предпочитают мезотрофно-эвтрофные воды, с повышенными значениями pH (Харитонов, 2010). В соответствии с этим тип трофности Баргузинского залива в современный период не может быть ниже мезотрофно-эвтрофного уровня.

Проведение регулярных исследований прибрежных альгоценозов способствовали бы выявлению процессов эвтрофирования экосистемы Байкала на более ранних этапах.

Автор искренне признателен В. Петрову и М.П. Рихвановой за предоставленные для анализа материалы.

Список литературы

1. *Березина Н. А., Голубков С.М., Губелит Ю.И.* Структура литоральных зооценозов в зоне нитчатых водорослей в эстуарии реки Невы. Биология внутренних вод. 2009. № 4. С. 48–56.
2. *Голубков С.М., Никулина В.Н., Губелит Ю.И.* Эвтрофирование и вторичное загрязнение прибрежной зоны Финского залива. Сборник материалов 6-ой международной конференции и выставки Aquaterra. Санкт-Петербург. 2003. С. 72–75.
3. *Gubelit Yu.I., Bere.zina N.A.*The causes and consequences of algal blooms: The *Cladophora glomerata* bloom and the Neva estuary (eastern Baltic Sea). Marine Pollution Bulletin. Elsevier. 2010. Vol. 61, № 4–6. P. 183–188.
4. *Губелит Ю.И.* Биомасса и первичная продукция *Cladophora glomerata* Kutz. В эстуарии реки Невы. Биология Внутренних Вод. 2009. №4. С. 8–12.
5. *Ижболдина Л.А.* Атлас и определитель водорослей бентоса и перифитона озера Байкал (мейо- и макрофиты) с краткими очерками по их экологии. Новосибирск: Наука-Центр, 2007. 248 с.
6. *Мошкова Н.О.* Визначник прісноводних водоростей Української РСР. Київ: Наук. думка, 1979. VI. 500 с.
7. *Никулина В.Н., Губелит Ю.И.* Водоросли литорали, как показатель экологического состояния прибрежья восточной части Финского залива. Биология внутренних вод. 2007. № 1. С. 40–45.
8. *Харитонов В.Г.* Конспект флоры диатомовых водорослей (Bacillariophyceae) Северного Охотоморья. Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2010. 189 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ ИЗ ПОВЕРХНОСТНЫХ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТАГАНРОГСКОГО ЗАЛИВА

Ковалева Г.В., Золотарева А.Е.

Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

DIATOMS FROM SURFACE SEDIMENTS OF THE TAGANROG BAY

Kovaleva G.V., Zolotareva A.E.

Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia

kovaleva@ssc-ras.ru

Диатомовые являются одной и наиболее изученных групп микроводорослей Азовского моря. Более подробно были исследованы планктонные диатомовые водоросли (Усачев, 1927; Арнольди, 1923; Пицык, 1951, 1955, 1963; Прошкина-Лавренко, 1963, Студеникина и др., 1999 и др.). В последние годы достаточно внимания было уделено также бентосным и перифитонным диатомовым прибрежной части Азовского моря (Ковалева, 2006, 2008). Начиная с 2006 года стали проводиться целенаправленные исследования диатомовых водорослей из позднечетвертичных (новоазовских) отложений Азовского моря (Ковалева, Польшин, 2006; Ковалева, 2007; 2008; Матишов, Ковалева, Новенко, 2007; Матишов, Ковалева, Польшин, 2009 и др.).

Попытки реконструкций экологических условий в период накопления осадков показали, что для точной интерпретации данных диатомового анализа позднечетвертичных отложений Азовского моря необходимо изучить особенности распределения диатомовых водорослей в зависимости от их современного ареала обитания и приуроченности к определенным гидролого-гидрохимическим параметрам водной среды.

До настоящего времени не было исследовано насколько сопоставим видовой состав диатомовых, обнаруженных в поверхностных осадках, с современной планктонной флорой, кроме того, не изучались особенности переноса и осаждения створок диатомовых на участках со сложными гидродинамическими условиями. Это определило цель данной работы – изучение видового состава диатомовых водорослей из поверхностных осадков Таганрогского залива, отобранных в районах с разными гидродинамическими условиями среды.

Материалом для данной работы послужили 7 проб (рис. 1) поверхностных донных отложений Таганрогского залива, отобранных с помощью дночерпателя Петерсена.

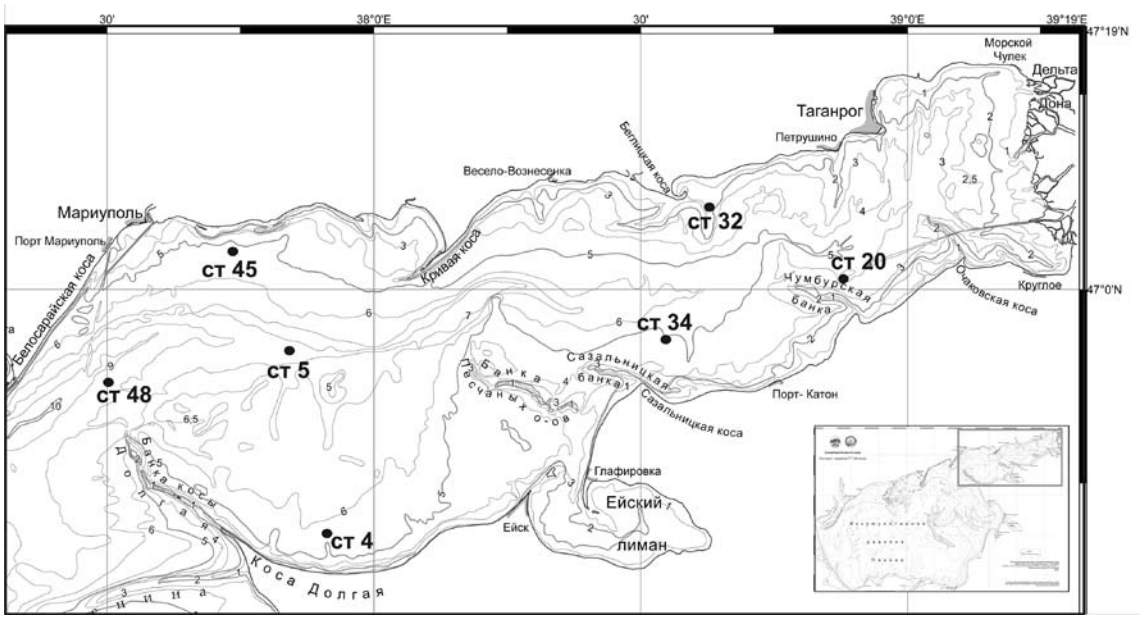


Рис. 1. Карта-схема отбора проб рейса на НИС «Профессор Панов» (12.07–14.07.2010)

Пробы для диатомового анализа были приготовлены по стандартной методике (Диатомовые водоросли СССР, 1974) с использованием тяжелой жидкости (плотность 2,6). Для приготовления постоянных препаратов использовали высокопреломляющую смолу Эльяшева (1957). Идентификацию видовой принадлежности диатомовых осуществляли при помощи светового микроскопа «Leika DME» (х 1000), а так же сканирующего электронного микроскопа «Carl Zeiss EVO 40 XVP». Таксономическую принадлежности видов определяли с использованием следующих руководств: Диатомовые водоросли СССР, 1988, 1992; Диатомовые водоросли, 2002; Диатомовый анализ, 1949, 1950; Прошкина-Лавренко, 1963; Witkowski at all, 2000 и др.). Экологические характеристики видов указаны в соответствии с приведенными выше руководствами, а так же по монографии С.С. Бариновой с коллегами (Баринова, Медведева, Анисимова, 2006).

В результате исследования было идентифицировано 40 таксонов диатомовых водорослей рангом ниже рода (таблица 1).

Таблица 1

Видовое разнообразие диатомовых водорослей в поверхностных донных отложениях Таганрогского залива

Таксон	экология	соленость	температура	Станции						
				4	5	20	32	34	45	48
Actinocyclus octonarius Ehr.	п	с-м		+	+	+	+	+	+	+
Actinocyclus octonarius var. *tenella* Ehr.	п	-			+			+	+	+
Actinoptychus senarius Ehr.	п	с-м		+	+	+	+	+		+
Amphora coffeaeformis (Ag.) Kütz.	б	с	-				+			
Amphora ovalis (Kütz.) Kütz.	б	п					+			+
Amphora pediculus (Kütz.) Grun	б	п-с		+		+	+		+	
Aulacoseira granulata (Ehr.) Ralfs	п	п-с		+	+	+			+	+
Aulacoseira italica (Ehr.) Simonsen.	п	п-с	хол	+		+	+			
Caloneis bacillum (Grun.) Cl	б	п								+
Chaetoceros lorenzianus Grun. (споры)	п	м	тепл		+		+			
Chaetoceros rigidus Ostf.	п	с								+
Chaetoceros sp. (споры)	п	-	-	+	+	+	+	+	+	+
Coscinodiscus gigas Ehr.	п	с-м	тепл	+	+	+	+	+	+	+
Coscinodiscus granii Gough.	п	с-м								+
Cyclotella meneghiniana Kütz.	п	п				+	+	+	+	
Cymatopleura solea (Breb.) W.Sm	б	с					+			
Diploneis bombus Ehr.	б	м	эт							+
Ditylum brightwelli (West.) Grun	п	с-м	ут/в	+	+		+	+	+	+
Fragilaria construens var. *subsalina* Hust.	б	п-с		+		+	+		+	+
Fragilaria construens var. *triundulata* Reich.	б	п-с					+			+
Fragilaria sp.	б	-					+			
Gyrosigma acuminatum (Kütz.) Rabenh.	б	п-с	хол						+	
Navicula rhynocephala var. *orientalis* Kütz.	б	п-с	-				+			+
Navicula veneta Kütz.	б	п-с	-	+	+		+		+	+
Nitzschia granulata Ehr.	б	м	-				+			+
Nitzschia lanceolata var. *minor* (Ag.) Kütz.	б	с				+			+	
Nitzschia marginulata Grun	б	м	-				+			+
Nitzschia sigma (Kutz.) W. Sm.	б	п-с								+

Продолжение таблицы 1

Opephora martyi Herib	б	п-с		+	+	+	+	+	+	+
Pseudosolenia calcar-avis (M. Schultze) Schroeder	п	м	эт	+	+		+		+	+
Stephanodiscus minutulus (Kutz.)Cl. et Moll.	п	п-с								+
Surirella ovata Kütz.	б	п-с					+			
Sceletonema costatum (Grew.) Cl.	п	эг	эт							+
Thalassionema nitzshioides Grun	п	эг		+	+	+	+	+	+	+
Thalassiosira baltica (Grun.) Ostf.	п	с	-	+	+	+	+	+	+	+
Thalassiosira eccentrica (Ehr) Cl.	п	с-м	-	+	+		+	+	+	+
Tryblionella debilis Arn. (= *Nitzschia debili*s (Arn.) Grun, *N. tryblionella* var. *debilis* (Arn.) Mayer.)	б	м								+
Tryblionella gracilis var. *ambigua* (Grun.) Bukht. (=*Nitzschia tryblionella* var. *ambigua* Hantzsch)	б	п-с				+	+		+	
Tryblionella hungarica (Grun.) Mann (=*Nitzschia hungarica* Grun.)	б	с								+
Tryblionella punctata W.Sm (=*Nitzschia punctata* (W.Sm.) Grun.)	б	с	-	+	+		+		+	+

Условные обозначения:
Экология: п – планктонный; б – бентосный; Солёность: п – пресноводный, п-с – пресноводно-солоноватоводный, с – солоноватоводный, с-м – солоноватоводно-морской, м – морской, эг – эвригалинный; Температура: тепл. – тепловодный, хол. – холодоводный; ут/в – умеренно тепловодный**;** эт – эвритермный.

Видовое разнообразие диатомовых водорослей в донных отложения изменялось от 11 до 28 видов на станции. Наибольшим видовым разнообразием отличались роды *Tryblionella, Nitzschia, Fragilaria, Chaetoceros, Amphora* (Таблица). По экологической приуроченности виды распределились практически поровну – 22 бентосных и 18 планктонных видов. По отношению к солености было выявлено 3 пресноводных, 13 пресноводно-солоноватоводных, 7 – солоноватоводных, 6 – солоноватоводно-морских, 6 – морских и 2 – эвригалинных вида, а так же 4 таксона с неизвестной галобностью. В количественном отношении (по визуальной шкале обилия клеток в препарате) преобладали планктонные виды.

По частоте встречаемости все виды диатомовых водорослей были ранжированы на 4 условные группы: единично встречающийся (если вид отмечен только на одной станции), редко встречающиеся (если вид отмечен в донных отложениях не чаще, чем на 2–3 станциях), нередко встречающиеся (более чем на 3 станциях), часто встречающиеся (на 6–7 станциях).

К единично встречающимся в донных отложениях видам можно отнести: *Sceletonema costatum* (Grew.) Cl., *Cymatopleura solea* (Breb.) W.Sm*, Stephanodiscus minutulus* (Kutz.)Cl. et Moll., *Coscinodiscus granii* Gough., *Chaetoceros rigidus* Ostf., *Diploneis bombus* Ehr., *Caloneis bacillum* (Grun.)Cl, *Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabenh.*, Tryblionella hungarica* (Grun.)Mann, *Nitzschia sigma* (Kutz.) W. Sm., *Tryblionella debilis* Arn., *N. tryblionella* var. *debilis* (Arn.) Mayer.), *Surirella ovata* Kütz (таблица 1).

К часто встречающимся в донных отложениях видам были отнесены: *Actinocyclus octonarius* Ehr., *Actinoptychus senarius* Ehr.*, Coscinodiscus gigas* Ehr., *Chaetoceros* sp. (споры), *Thalassiosira baltica* (Grun.) Ostf., *Thalassiosira eccentrica* (Ehr) Cl., *Opephora martyi* Herib, *Thalassionema nitzshioides* Grun, *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Ralfs – они встречаются практически на каждой станции изучаемого района (таблица 1).

Корреляционный анализ данных показал, что по видовому составу диатомовых водорослей выделяются три кластера. В один из них водят станции 48, 45, 5 – расположенные в западной части Таганрогского залива. Во второй кластер сгруппированы еще две станции – 32 и 20, находящиеся в восточной части залива, ближе к дельте реки Дон, а также станции 34 и 4, находящиеся вблизи южного побережья залива (вдоль которого проходит основной заток вод из моря) (рис. 2).

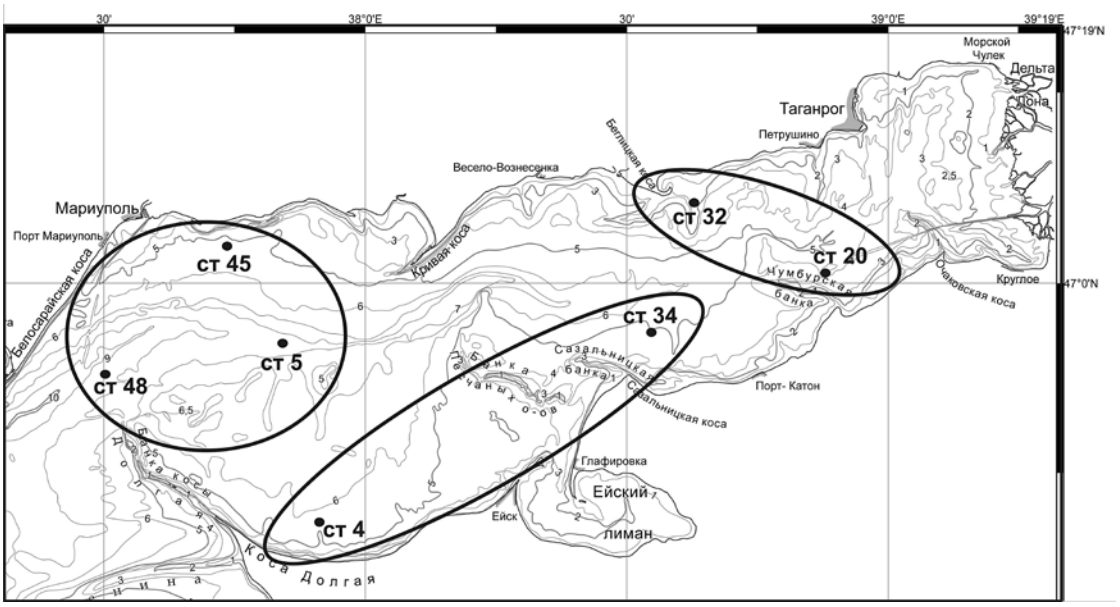


Рис. 2. Схема районирования Таганрогского залива по распределению диатомовых водорослей в донных отложениях

Полученные данные сравнили с результатами проведенного ранее флористического районирования (Ковалева, 2006) на основе исследований современных бентосных и перифитонных диатомовых водорослей прибрежной части Таганрогского залива, в результате которого были выделены три основных района:

Район северного побережья Таганрогского залива, где пресноводный сток из Дона заметно влияет на солевой состав вод в Таганрогском залива и вследствие этого во флоре залива преобладают пресноводные и пресноводно-солоноватоводные виды микроводорослей. Для вод Таганрогского залива характерна низкая прозрачность и широкое распространение подвижных илистых грунтов, что лимитирует развитие бентосных и эпифитных водорослей, развивающихся только в узкой прибрежной полосе.

В прибрежной части залива в этом районе отмечено невысокое видовое разнообразие бентосных и эпифитных диатомовых водорослей (около 30 видов). Характерные виды: *Amphora pediculus, A.ovalis, Cymatopleura elliptica, C. solea, Fragilaria construens, F. pinnata* var. *lancetula, Gyrosigma acuminatum, Hantzschia amphioxis, Tryblionella apiculata, T. gracilis, Nitzschia inconspicua и Surirella ovata.* В обрастаниях часто встречаются: *Amphora pediculus, Cocconeis pediculus, Cymbella parva* (Ковалева, 2006).

Район южного побережья залива (включая косы). В этом районе также часто отмечаются илистые и глинистые грунты, поэтому микробентосные водоросли развиты слабо. Чаще всего в бентосе встречаются *Cymatopleura elliptica, C. solea, Nizschia inconspicua, Fragilaria construens, F. pinnata.*

В обрастаниях на макрофитах наиболее часто развиваются *Cocconeis pediculus, C. placentula, C. placentula var. euglypta, C. scutellum var. parva, Amphora pediculus, A. ovata.* Обильные обрастаниях на искусственных субстратах (сети, поплавки и пр.) сформированы в основном диатомовыми водорослями: *Luticola mutica, Luticola cochnii, Nitzschia filiformis, Navicula ramosissima* f. *caspia, Diatoma tenuis, D.vulgare var.brevis, Navicula lanceolata* var. *tenella* (Ковалева, 2006).

Западный район Таганрогского залива. Этот район четко отличается по своим гидрологическим параметрам, поскольку находится в зоне смешения пресных вод из Таганрогского залива и, вод из Азовского моря. Во флоре микроводорослей этого района отмечены виды морского происхождения, которые характерны для южной части Азовского моря: *Diploneis stroemii, Mastogloia smithii, Rhopalodia musculus.* В обрастаниях на макрофитах и морских трава в массе встречаются *Melosira moniliformis, Podosira hormoides, Synedra ulna, Cocconeis placentula* (Ковалева, 2006). Гидрологические особенности этого района сказываются и на развитии планктонных водорослей, которое чаще всего имеет смешанный состав.

Обобщив результаты изучения современных диатомовых водорослей из прибрежных районов с результатами анализа донных отложений в глубоководной части залива было выполнено районирование акватории Таганрогского залива (рис. 3), где отчетливо выделяются три основных зоны:

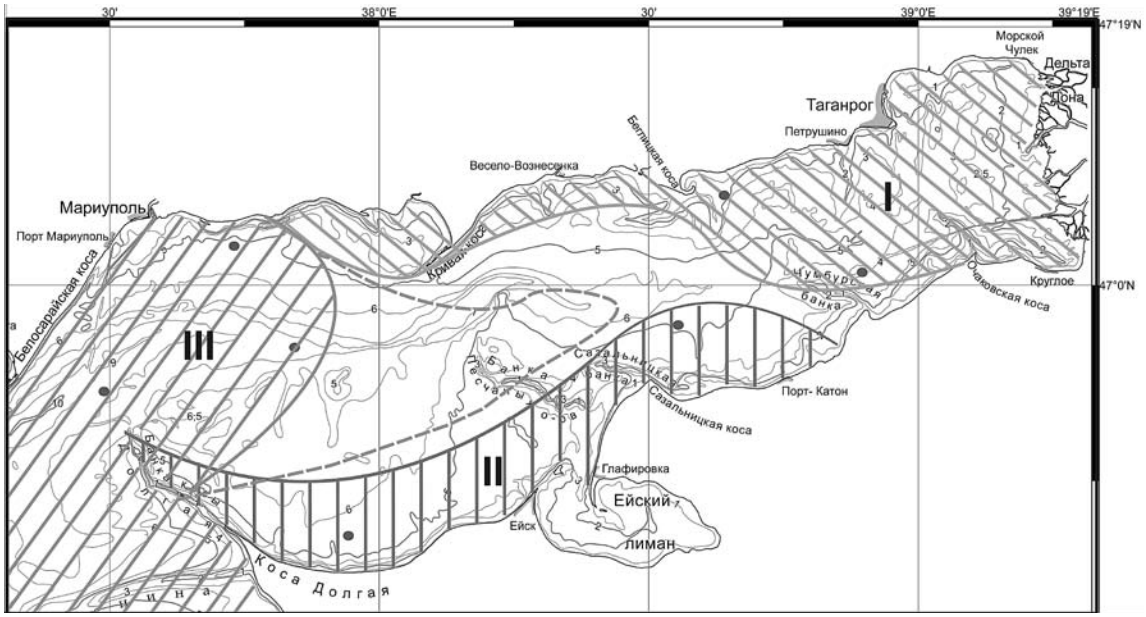


Рис.3. Районирование Таганрогского залива на основе распределения диатомовых водорослей

I. Восточный (преддельтовый) район и северное побережье залива – зона пресноводного стока, с преобладанием пресноводных видов континентального происхождения;

II. Южное побережье залива, вдоль которого происходит основной заток азовоморской воды;

III. Западная часть залива – зона постоянного смешения солёных и пресных вод с преобладанием солоноватоводных и морских видов.

Результаты флористического районирования по распределению диатомовых хорошо сопоставимы со схемой течений Таганрогского залива (рис. 4), что свидетельствует о том, что диатомовые водоросли являются прекрасным индикатором гидрологических условий.

На схеме течений (рис. 4) показано, что заток азовоморских вод происходит вдоль южного побережья (достигая восточного района залива), а пресноводный сток из Дона наиболее заметен вдоль северного побережья. На схеме так же заметно наличие круговых течений, которые, вероятно, способствуют переносу в глубоководную часть залива створок диатомовых водорослей, обитающих в прибрежной полосе.

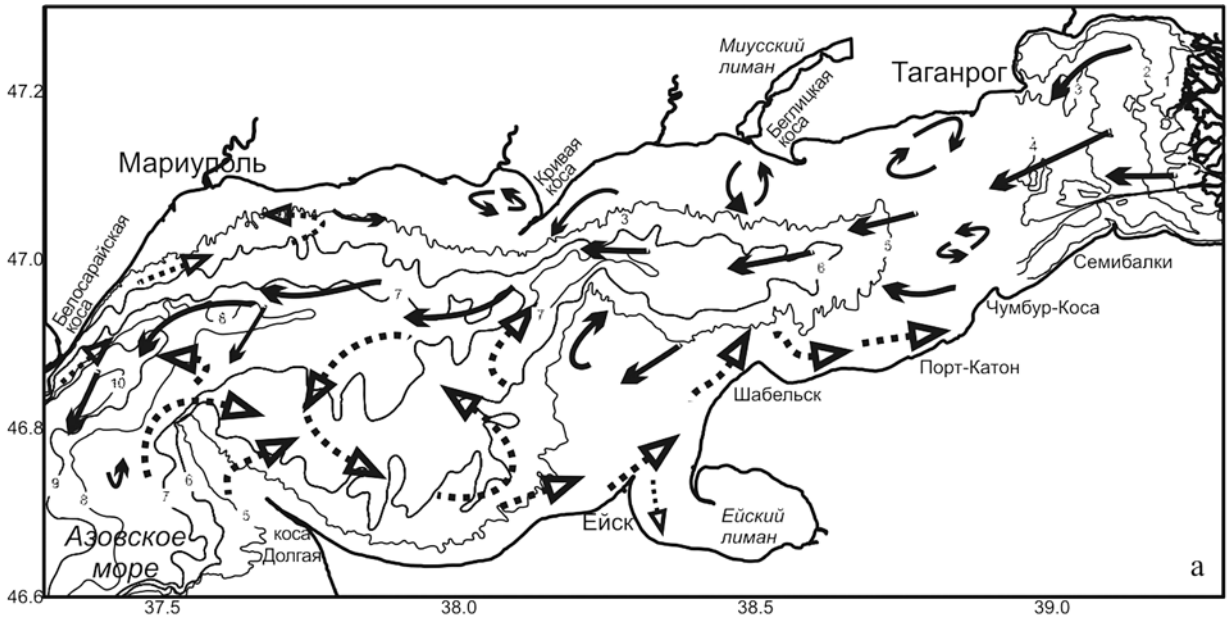


Рис. 4. Летняя схема течений в Таганрогском заливе (из: Матишов и др., 2007)

Анализируя сопоставимость видового состава диатомовых из поверхностных осадков Таганрогского залива с литературными данными по распределению современных планктонных диатомовых водорослей (Студеникина и др., 1999; Ковалева, 2008) – было отмечено несколько несовпадений. Так например, такой массовый и круглогодично встречающийся в заливе вид, как *Sceletonema costatum* (Grew.)Cl. – в донных отложения отмечен, как редкий. Вероятно, это связано с тем, что тонкий панцирь *Sceletonema costatum* (створки которого соединены еще более хрупкими выростами) – легко растворяются в процессе фоссилизации, а так же в процессе лабораторной обработки проб.

Массивные и грубые панцири представителей бентосных родов *Amphora, Nitzschia, Caloneis, Diploneis*, напротив, слабо подвергаются растворению в процессе фоссилизации и лабораторной обработки. Не смотря на то, что ареал их обитания ограничен мелководной прибрежной зоной с подходящим субстратом, они найдены в донных отложениях глубоководной части залива. Но поскольку сворки этих видов отмечены как редкие, их обнаружение связывается нами с переносом течениями.

В донных осадках Таганрогского залива часто встречены калиптры *Pseudosolenia calcar-avis* (M. Schultze) Schroeder – полигалобного вида, морского происхождения, который обычно распространен в южной и центральной части моря. Его появление в фитопланктоне обычно связывают с адвекциями черноморских вод, а в современном планктоне Таганрогского залива он встречается редко. По результатам данного исследования, створки *Pseudosolenia calcar-avis* встречаются в донных отложения Таганрогского залива нередко. Это может объясняться как тем, что с течениями в залив могут проникать клетки видов обитающих далеко от места их захоронения, так и тем, что в последнее время гидрологами отмечается тенденция к смещению границы солености 7–9 ‰ к восточному району Таганрогского залива. В таком случае, находки калиптр *Pseudosolenia calcar-avis* могут быть косвенным подтверждением процесса смещения границы хорогалинной зоны на восток.

В то же время такие пресноводные виды, как *Aulacoseira granulata* (Ehr.) Ralfs *A. italica* (Ehr.) Simonsen и *Cyclotella meneghiniana* Kütz., отмечаемые в планктоне залива преимущественно в восточной части, судя по их обнаружению в донных отложениях – выносятся с течениями в западный район Таганрогского залива.

Следует отметить, что видовой состав диатомовых из донных отложений не может полностью соответствовать распределению современных планктонных, или бентосных водорослей, поскольку является интегральным показателем. Видовое разнообразие диатомовых в донных отложениях формируется как за счет планктонных, так и за счет бентосных и перифитонных форм, соотношение и состав которых зависит от длительного воздействия гидрологических (течения) и гидрохимических (соленость) параметров среды.

Как показали результаты этого пилотного исследования, для более точной интерпретации данных диатомового анализа необходимо учитывать не только экологические особенности, но обилие данного вида в образцах, поскольку наличие единичных створок может быть связано со случайным заносом (в районах со сложными гидродинамическими условиями). Кроме того, при проведении палеореконструкций на основе диатомового анализа необходимо обращать особое внимание на виды с хрупкими легкорастворимыми панцирями, которые утрачиваются в процессе фоссилизации или лабораторной обработки.

Список литературы

1. *Арнольди В.М.* О фитопланктонне Азовского моря // Доклад на совещании научных работников Главрыбы.: Сб. Рыбное хозяйство. М., 1923. кн. III. 12 с.
2. *Баринова С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В.* Биоазнообразие водорослей-ндикаторов окружающей среды. Pilies Studio, Тель Авив, 2006. 498 стр.
3. Диатомовые водоросли России и сопредельных стран (ископаемые и современные). СПб.: Наука, 2002. Т. 2. Вып. 3. 111 с.
4. Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). Л.: Наука, 1974. Т. 1. 403 с.
5. Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). Л.: Наука, 1988. Т. 2, Вып. 1. 116 с.
6. Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). СПб.: Наука, 1992. Т. 2, Вып. 2. 125 с.
7. Диатомовый анализ. Л.: Госгеолитиздат, 1949. Т. 2. 238 с.
8. Диатомовый анализ. Л.: Госгеолитиздат, 1950. Т. 3. 398 с.

9. *Ковалева Г.В.* Микроводоросли бентоса, перифитона и планктона прибрежной части Азовского моря // Автореф. дис. … канд. биол. наук. Санкт-Петербург, 2006. 18 с.
10. *Ковалева Г.В.* Обнаружение слоев с *Actinocyclus octonarius* Ehr. и *Actinoptychus senarius* (Ehr.) Ehr. в позднечетвертичных осадках Темрюкского залива (Азовское море) // Материалы LII сессии Палеонтолог. об-ва РАН: Палеонтология, палеобиогеография и палеоэкология (2–6 апреля 2007, Санкт-Петербург). СПб., 2007. С. 68–70.
11. *Ковалева Г.В.* Систематический список микроводорослей бентоса и планктона прибрежной части Азовского моря и прилегающих водоемов // Современные проблемы альгологии: Материалы международной научной конференции и VII Школы по морской биологии (9–13 июня 2008 г., г. Ростов-на-Дону). Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2008. С. 174–192.
12. *Ковалева Г.В., Польшин В.В.* Особенности осадконакопления в юго-восточной части Азовского моря по результатам диатомового анализа // Проблемы геологии и освоения недр юга России: Мат. междунар. конф. (г. Ростов-на-Дону, 5–8 сентября 2006 г.). Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2006. С. 19–21.
13. *Матишов Г.Г., Ковалева Г.В., Польшин В.В.* Новые данные о скорости седиментации в Азовском море в позднем голоцене // Доклады АН, 2009. Т. 428, № 6, С. 820–823.
14. *Матишов Д.Г., Ильин Г.В., Моисеев Д.В.* Сезонная термохалинная изменчивость водных масс в Таганрогском заливе Азовского моря // Вестник ЮНЦ РАН, 2007. № 1. С. 17–25.
15. *Матишов Г.Г., Ковалева Г.В., Новенко Е.Ю.* Результаты спорово-пыльцевого и диатомового анализа грунтовых колонок азовского шельфа // Доклады академии наук. 2007. Т. 416, № 2. С. 250–255.
16. *Пицык Г.К.* О фитопланктоне Азовского моря // Тр. Азово-Черноморск. научно-исследов. института морского рыбн. хоз. и океанографии. Керчь, 1951. Вып. 15. С. 313–330.
17. *Пицык Г.К.* Фитопланктон Азовского моря в условиях зарегулирования реки Дон // Тр. Азово-Черноморск. научно-исследов. института морского рыбн. хоз. и океанографии. Керчь, 1955. Вып. 16. С. 279–309.
18. *Пицык Г.К.* О качественном составе фитопланктона Азовского моря // Тр. Севастоп. биолог. ст. 1963. Т. XVI. С. 71–89.
19. *Прошкина-Лавренко А.И.* Диатомовые водоросли планктона Азовского моря. М.; Л.: АН СССР, 1963а. 190 с.
20. *Студеникина Е.И., Алдакимова А.Я., Губина Г.С.* Фитопланктон Азовского моря в условиях антропогенных воздействий. Ростов-на-Дону: Эверест, 1999. 175 с.
21. *Усачев П.И.* О фитопланктоне Азовского моря // Сб. в честь проф. Н.М. Книповича. М., 1927. С. 405–429.
22. *Эльяшев А.А.* О простом способе приготовления высокопреломляющей среды для диатомового анализа// Тр. НИИ геологии Арктики, 1957. №4. С. 74–76.
23. *Witkowski A., Lange-Bertalote H., Metzelin D.* Diatom flora of marine coast, Part I // Iconographia Diatomologica. Vol. 7. 2000. 925 p.

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА КИТООБРАЗНЫМИ В ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ В АВГУСТЕ 2010 г.

Кондаков А.А., Олейников Е.П.
Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

SOME RESULTS OF SMALL CETACEAN OBSERVATION ON EASTERN PART OF THE BLACK SEA (AUGUST 2010)

Kondakov A.A., Oleinikov E.P.
Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia

В период проведения комплексной экспедиции НИС «Денеб» в восточной части Черного моря 27 августа 2010 г. был заложен учетный полигон, представляющий собой прямоугольник. Маршрутные наблюдения за морскими млекопитающими два наблюдателя проводили непрерывно с 7:18 утра до 20:12 вечера с ходового мостика судна. Ширина учетной полосы составила 300 м. При необходимости использовались бинокли с 12 и 24-кратным увеличением. Регистрировали видовую принадлежность отмеченных животных, их численность, формы поведения и направление движения. Место регистрации фиксировалось при помощи GPS-приемника.

Дистанция между северной границей полигона и ближайшим берегом была 22,9 км. Протяженность каждой учетной трансекты составляля 18,2 км, а расстояние между трансектами – от 1,4 до 1,7 км. Всего при проведении дневного учета на этой площадке было пройдено 185 км, а обследованная площадью составила 251,2 км^2.

Всего было отмечено семь встреч дельфинов, всего 26 животных. Все отмеченные на маршруте дельфины относятся к виду – *Delphinus delphis* (белобочка), который занесен в Красную книгу РФ. Трижды были отмечены одиночные особи, в двух случаях в группах было по три дельфина. Также были зафиксированы 2 встречи – с группами в семь и десять особей. В группе с семью дельфинами было отмечено два детеныша возрастом до 1 года. Наблюдаемые животные активно перемещались, проявляли элементы кормового и игрового поведения.

В настоящее время завершается статистическая обработка данный, экстраполяция результатов учета на прилегающие районы, а также сравнительный анализ с результатами обработки данных, полученных при помощи программы Distance.

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИЕ СПЕКТРЫ СОВРЕМЕННЫХ ДОННЫХ ОСАДКОВ АЗОВСКОГО МОРЯ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Красноруцкая К.В.[1], Новенко Е.Ю.[2,3]

[1] Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

[2]Институт географии РАН, Москва, Россия

[3]Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, географический факультет, Москва, Россия

POLLEN SPECTRA OF THE MODERN SEABED SEDIMENTS OF THE SEA OF AZOV AS AN INDICATOR OF VEGETATION IN THE COASTAL AREAS

Krasnorutskaya K.V. [1], Novenko E.Yu.[2,3]

[1] Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia
kristi_kras007@mail.ru

[2]Institute of Geography RAS, Moscow, Russia

[3]M.V. Lomonosov Moscow State University, Faculty of geography, Moscow, Russia
lenanov@mail.ru

Вопросу о достоверности реконструкций, основывающихся на материалах морских отложений, посвящен ряд работ (Вронский 1976, Исагулова 1978, Абрамова, 1977; Матишов, Новенко, 2008, Матишов и др., 2011). Большое внимание при изучении морских отложений уделяется поверхностному слою донных осадков, что позволяет установить основные закономерности седиментации и распределения пыльцы и спор в водоеме, а также найти степень отражения в спектрах состава окружающего растительного покрова.

В ходе исследования были изучены образцы поверхностного слоя донных осадков, отобранные на южном, восточном, западном, северном и центральном участке Азовского моря в ходе рейсов НИС «Денеб» в 2007 году, а также обобщены опубликованные данные о составе спорово-пыльцевых спектров Таганрогского залива (Исагулова, 1978).

Образцы для спорово-пыльцевого анализа были подготовлены по стандартной методике (Гричук, 1940) в модификации с использованием раствора йодистого кадмия. Обработка данных и построение спорово-пыльцевых диаграмм проводились с помощью программы TILIA и приложения TILIA-Graph (Grimm, 1990).

По данным Е.З. Исагуловой (1978) общим признаком спорово-пыльцевых спектров Таганрогского залива является преобладание пыльцы травянистых растений и значительное содержание пыльцы сосны. Флористический состав и процентное соотношение пыльцы в спектрах изменяется в зависимости от места расположения проб.

Спорово-пыльцевые спектры илов северной, южной и центральной части Таганрогского залива относятся к степному типу (по классификации Е.З. Исагуловой (1978)). Группа травянистых растений составляет порядка 70 % и представлена степными травами – доминирует пыльца маревых. Постоянными компонентами спектров являются *Artemisia*; Poaceae и *Ephedra*, представленные, однако, очень небольшим количеством пыльцы. В группе пыльцы древесных преобладает сосна и береза. Находки в этом районе акватории пыльцы широколиственных пород довольно редки. Обнаружены единичные пыльцевые зерна *Quercus*, *Salix* и *Alnus*. Наибольшее число пыльцы лиственных форм обнаружено в пробах, взятых в непосредственной близости от берега.

Спорово-пыльцевые спектры из отложений западной части Таганрогского залива относятся к лесостепному типу. Несмотря на то, что в образцах значительную часть составляет пыльца степных трав, наблюдается заметное видовое разнообразие пыльцы лесообразующих пород (сосна и береза). Пыльца сосны в некоторых спектрах составляет 70 % и более.

Для проб восточной окраины Таганрогского залива характерны спорово-пыльцевые спектры смешанного типа, на формирование которых существенное влияние оказывает привнос материала

водами реки Дон. В таких спектрах возрастает содержание пыльцы деревьев и кустарников. Процентное содержание пыльцы древесных и травянистых растений становится почти равным.

Рассмотренный выше состав и соотношение основных компонентов спектров отражает распространенные на побережье Таганрогского залива разнотравно-дерновиннозлаковые степи. Значительное содержание пыльцы сосны в донных осадках объясняется как ветровым, так и водным заносом материала из северных районов, где распространены искусственные насаждения породы.

Результаты проведенных исследований донных осадков Азовского моря показали, что распределение палинологического материала по всей площади достаточно равномерно (рис. 1). Отличие наблюдается лишь в восточной части акватории.

Рассмотренные спорово-пыльцевые спектры северной, западной, южной и центральной части моря характеризуются высоким содержанием пыльцы степных растений и отражают распространение степных и луговых формаций с ограниченным развитием лесной растительности на побережье. Содержание пыльцы древесных пород не превышает 20 %. Основную долю в группе древесных составляет пыльца *Betula*, также заметна роль пыльцы *Pinus* и *Quercus*. Благодаря возможно ветровому, а в некоторой степени и водному заносу можно объяснить наличие в спектрах, хоть и незначительное, пыльцевых зерен *Corylus*, *Carpinus* и других древесных пород, которые не присутствуют в составе окружающей растительности.

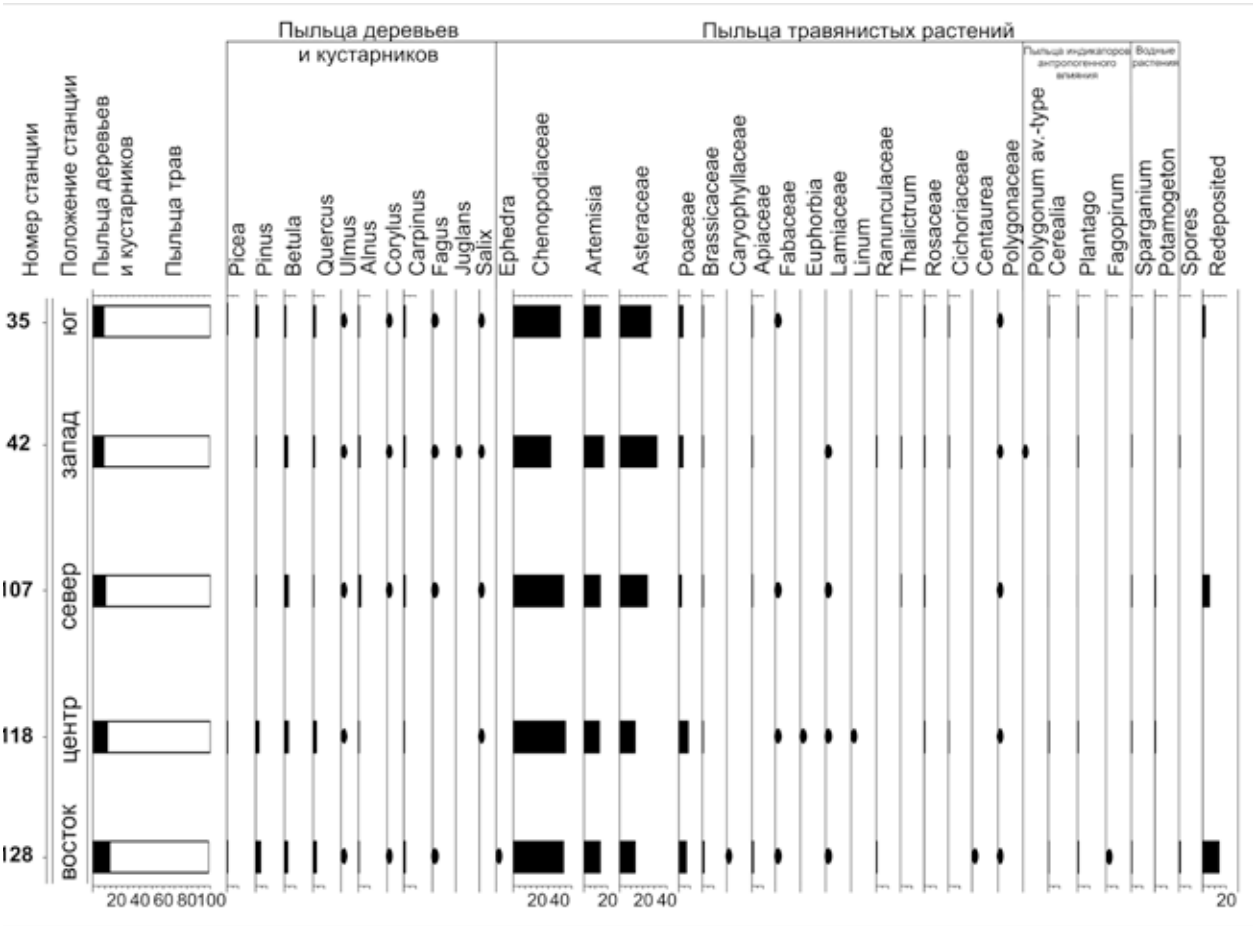


Рис. 1. Состав спорово-пыльцевых спектров поверхностных донных осадков различных участков Азовского моря

Пыльца травянистых растений отличается высоким разнообразием и отражает в достаточной мере состав окружающего растительного покрова. Абсолютными доминантами являются представители семейства Chenopodiaceae (до 40 %), и Asteraceae (до 35 %) и рода *Artemisia* (15 %).

Количество пыльцы злаков в спектрах занижено (около 10 %) по отношению к содержанию их в растительном покрове, что связано с относительно меньшей их пыльцевой продуктивностью, а также с худшей сохранностью их пыльцы, обладающей тонкой экзиной, по сравнению с пыльцой многих ксерофитов.

Широко представлена пыльца разнотравья (Apiaceae, Fabaceae, Rosaceae, Lamiaceae, Brassicaeae и др.), также присутствует пыльца эфедры (*Ephedra*). В небольших количествах встречается пыльца водных растений (*Sparganium*, *Typha latifolia* и *Potamogeton*). Группа компонентов – индикаторов антропогенного воздействия на растительный покров выделяется во всех образцах и указывает на явную нарушенность сообществ (*Polygonum aviculare-type*, *Plantago, Fagopyrum*). Встречается пыльца культурных злаков (*Cerealia*) (около 3 %).

Полученные данные согласуются с результатами исследований, проводимых в 70–80 гг. XX в. где общая характеристика состава спектров осадков дана В.А Вронским (1976). В спектрах осадков преобладающую позицию занимала пыльца трав (72–92 %). Пыльца древесных пород составляла 4–20 %, среди которой доминировала пыльца обыкновенной сосны (2–14 %), пыльца березы была обнаружена в количестве 1–6 %, ольхи 0,5–3 %. В составе травянистой пыльцы преобладали пыльцевые зерна маревых (35–56 %) и полыней (10–22 %). В значительных количествах выявлена пыльца злаков (до 18 %) и сложноцветных (2–10 %).

Доминирующая в спектрах пыльца полыни, маревых и злаков отражает основной тип растительности побережья Азовского моря – разнотравно-дерновиннозлаковые, а также полынно-маревые сообщества.

Состав спектров восточной и юго-восточной части моря, как по полученным данным, так и по материалам В.А. Вронского (1976) характеризуется наибольшим содержанием пыльцы древесных пород, а также максимальным количеством спор папоротников (Polypodiaceae). Это объясняется влиянием предкавказских широколиственных лесов и частичным ветровым, а также водным заносом материала.

Установлено, что состав спектров донных осадков достаточно полно отражает зональный тип растительного покрова побережья. Кроме того, распределение палинологического материала по всей акватории Азовского моря происходит равномерно, что позволяет впоследствии использовать усредненные данные при анализе ископаемых спектров.

Список литературы

1. *Абрамова Т.А.* История развития растительного покрова Прикаспия в позднем кайнозое (по палеоботаническим данным) // Вестник Московского университета, Сер. геогр., 1977. Вып. 1. С. 74–80.
2. *Вронский В.А.* Маринопалинология южных морей. Ростов-на-Дону: Изд-во Ростовского университета, 1976. 200 с.
3. *Гричук В.П.* Методика обработки осадочных пород, бедных органическими остатками, для целей пыльцевого анализа// Проблемы физической географии, 1940. В.8. С. 53–58.
4. *Исагулова Е.З.* Палинология Азовского моря. Киев: Наукова думка, 1978. 88 с.
5. *Матишов Г.Г., Новенко Е.Ю.* Палинологические исследования донных отложений// Азовское море в конце XX-начале XXI веков: геоморфология, осадконакопление, пелагические сообщества. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2008. С. 112–134.
6. *Матишов Г.Г., Новенко Е.Ю., Краснорцкая К.В.* Динамика ландшафтов Приазовья в позднем голоцене // Вестник Южного научного центра РАН, 2011. Т. 7, № 3. С. 35–43.
7. *Grimm E.C.* TILIA and TILIA GRAPH.PC spreadsheet and graphics software for pollen data // INQUA, Working Group on Data-Handling Methods. Newsletter. 1990. №4. P. 5–7.

ЦИЛИАТОПЛАНКТОН АКВАТОРИИ НОВОРОССИЙСКОГО ПОРТА ЧЕРНОГО МОРЯ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ЭВТРОФИРОВАНИЯ ВОД

Кренёва К.В.
Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

CILIATOPLANKTON OF THE NOVOROSSIYSK SEA PORT (BLACK SEA) UNDER ANTHROPOGENIC EUTROPHICATION CONDITIONS

Kreneva K.V.
Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia
kreneva@ssc-ras.ru

Портовые акватории являются одним из самых уязвимых участков шельфовой зоны морей. Биота портовых акваторий одновременно испытывает воздействие разных типов загрязнений. Это затрудняет мониторинг и прогнозирование состояния качества вод. Инфузории являются универсальным показателем качества вод, который можно использовать после исчезновения большинства тестовых объектов. Они способны существовать вплоть до гипертоксобной зоны, эффективно участвуя в процессах самоочищения, потребляя взвешенную органику и катализируя рост бактерий активным выеданием.

Нами были проведены исследования цилиатопланктона Новороссийской бухты в летний и ренне-осенний период.

Сбор проб цилиатопланктона проводился согласно стандартным методам (Руководство …, 1980). При обработке проб было использовано несколько методик. Материал был зафиксирован кислым раствором Утермёля. Дальнейшая обработка представляла собой комбинацию камерного и отстойного методов.

Всего за период исследований на акватории Новороссийской бухты было обнаружено 25 форм инфузорий, идентифицировано 23 формы (табл. 1).

Таблица 1

Встречаемость видов инфузорий на акватории Новороссийской бухты (2011 г.)

Список видов	июнь	июль	сентябрь
Tintinnopsis cylindrica Daday, 1886	*	*	*
Tintinnopsis campanula Ehrenberg,1867	*		
Tintinnopsis karajacensis Brandt, 1908	*		
Tintinnopsis beroidea Entz,1884	*		
Tintinnopsis directa Hada, 1964	*		
Tintinnopsis parvula Jorg., 1912	*	*	
Tintinnopsis davidovi Daday, 1886			*
Eutintinnus lususundae Entz, 1885		*	*
Salpingella sp.			*
Favella ehrenbergii (Claparıde et Lachmann, 1858)	*	*	*
Laboea strobila (Lohm., 1908)	*	*	
Strombidium cornucopiae (Wailes, 1929)	*	*	
Strombidium conicum (Lohm., 1908)	*	*	*
Rimostrombidium caudatum Kahl, 1932	*		
Rimostrombidium velox (F.-Fr., 1924)	*		
Pelagostrobilidium spirales (Leeg., 1915)	*	*	*
Tiarina fuzus (Cl. et Lach.,1858) Bergh, 1880		*	

Продолжение таблицы 1

Didinium nasutum (O.F. Muller, 1876)	*		
Askenasia stellaris Leegaard, 1920		*	
Askenasia volvox (Cl. et Lachm., 1858)	*		
Marionecta rubra (Lochmann, 1908)	*	*	
Mesodinium pulex (Cl. et Lachm., 1858)	*	*	*
Podophrya sp.			*

Ядро сообщества инфузорий составляли *Tintinnopsis cylindrica, Tintinnopsis campanula* и *Laboea strobila*. Количество видов по станциям колебалось от 1 до 9 (среднее 5).

Плотность инфузорий была не высокой и колебалась от 0,1 до 3 млн экз/м^3, в среднем 1,2 млн экз/м^3. Биомасса колебалась от 24 до 711 мг/м^3, в среднем составляя 470 мг/м^3.

В целом количественные показатели были распределены довольно равномерно, но на станциях в кутовой части порта наблюдались очень низкие значения плотности и биомассы. Видовой состав на этих станциях ограничивался 1–2 видами. Это говорит о неблагоприятных условиях развития инфузорий на этом участке акватории.

В июле доминировали *Marionecta rubra, Mesodinium pulex* и *Tintinnopsis cylindrica*. Количество видов по станциям колебалось от 1 до 5 (среднее 3). Всего в этот период было обнаружено 13 видов планктонных инфузорий.

Количественные показатели сообщества инфузорий были довольно низкими. За исключением участков акватории, на которых наблюдалось массовое развитие *Marionecta rubra* и *Mesodinium pulex*. *Marionecta rubra* является видом-миксотрофом, способным вызвать «красное цветение», что является опасным как для гидробионтов, так и для людей.

Плотность инфузорий колебалась от 0,1 до 5,2 млн экз/м^3, в среднем 1,5 млн экз/м^3. Биомасса колебалась от 27 до 2000 мг/м^3, в среднем составляя 450 мг/м^3.

Низкое видовое разнообразие по станциям и большая амплитуда колебаний количественных показателей на исследованной акватории, указывают на неблагополучную ситуацию.

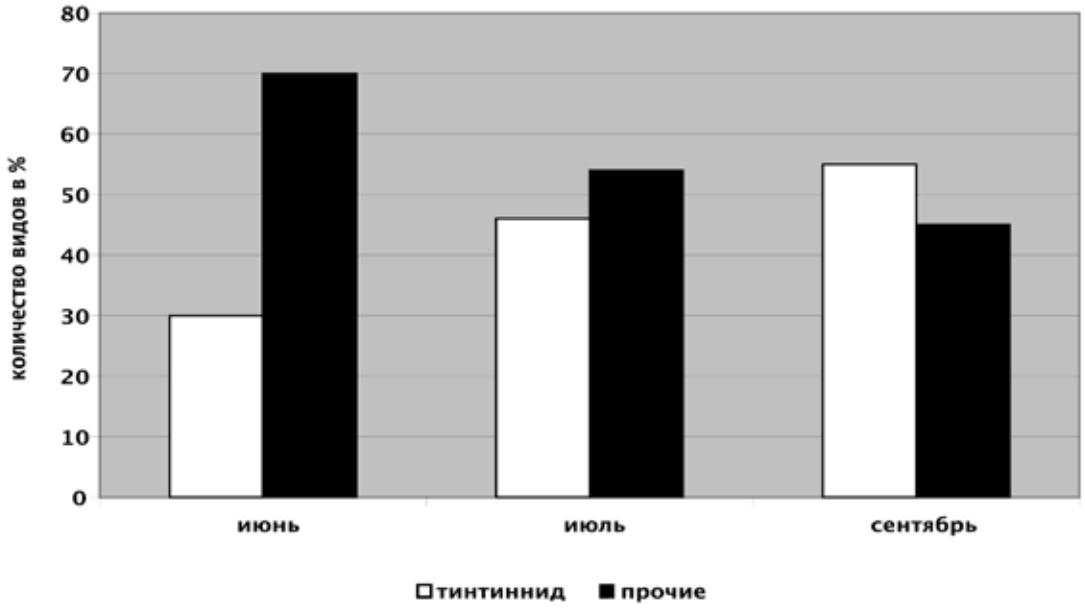


Рис. 1. Соотношение тинтиннид и остальных видов инфузорий по месяцам

В сентябре нами было отмечено наименьшее количество видов инфузорий – 8. Однако наблюдалась наибольшая выровненность распределения видов по акватории. Среднее количество видов на станции – 4.

Ядро сообщества инфузорий составляли *Tintinnopsis directa, Salpingella sp.* и *Tintinnopsis cylindrica.* Следует отметить, что в сентябре тинтинниды доминировали по количеству видов и составляли до 98 % сообщества по плотности и биомассе. В сбалансированном сообществе инфузорий доля тинтиннид обычно не превышает 5 % (Сорокин, 1975).

Количественные показатели сообщества инфузорий были высокими. Плотность инфузорий колебалась от 0,5 до 8,4 млн экз/м^3, в среднем 3,4 млн экз/м^3. Биомасса колебалась от 285 до 3111 мг/м^3, в среднем составляя 1250 мг/м^3. Распределение количественных показателей было довольно равномерно.

На основании проведённых исследований, можно сказать, что состояние сообщества цилиатопланктона Новороссийской бухты находится на уровне эвтрофных, а возможно и гипертрофных вод (Сорокин, 1975). По сравнению с 90-ми годами биомасса сообщества инфузорий возрасла в 1,5–3 раза, а с 85–86 гг. в 20 раз. Уменьшение общего количества видов на исследуемой акватории, отсутствие баланса между крупными таксонами инфузорий и массовое развитие миксотрофных видов, таких как *Marionecta rubra* и *Mesodinium pulex,* также говорит о крайне неблагоприятной обстановке планктонного сообщества Новороссийской бухты в летний и ранне-осенний период.

Список литературы

1. *Гаевская Н.С.* Простейшие (Protozoa) // Жизнь пресных вод СССР. М.; Л.: АН СССР, 1949. Т. 2. С. 229–310.
2. Руководство по методам биологического анализа морских вод и донных отложений. Л.: Гидрометеоиздат, 1980. 186 с.
3. Экологический энциклопедический словарь. Кишинев: Главная редакция Молдавской советской энциклопедии. И.И. Дедю, 1989.
4. *Селифонова Ж.П.* Роль планктонных сообществ Новороссийской бухты в процессах самоочищения // Сборник научных трудов «Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна». Ростов-на-Дону, 1999. С. 207–211.
5. *Сорокин Ю.И.* Гетеротрофный микропланктон, как компонент морских экосистем // Журнал общей биологии. 1975. Т. 36. С. 716–728.

АРХИТЕКТУРА ГИС-ОРИЕНТИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Кулыгин В.В.
Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

ARCHITECTURE OF GIS-BASED INFORMATION ANALYSIS SYSTEM

Kulygin V.V.
Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia
kulygin@ssc-ras.ru

Активное внедрение геоинформационных технологий в сфере природопользования в последние два десятилетия привело к появлению большого числа информационных систем (Архипова и др., 2009). При этом создание ГИС-компоненты в структуре прикладных информационных систем обычно осуществлялось независимо от разработки базы данных и без учета реализации аналитических функций. Для использования ГИС-компоненты не только в качестве средства представления картографических данных, но и как основу для выполнения задач аналитического характера, необходимо формирование в рамках информационной подсистемы интегрированного, целостного и непротиворечивого представления данных (Кулыгин, 2010).

На основе анализа существующих разработок была составлена обобщенная архитектура ГИС-ориентированной информационно-аналитической системы (ИАС), представленная в терминах слоев, что позволяет одновременно получить представление как о содержательной составляющей архитектуры, так и о технологии реализации ИАС.

Концепция слоев – одна из общеупотребительных моделей, используемых разработчиками программного обеспечения для разделения сложных систем на более простые части. Ее основной принцип заключается в том, что слой более высокого уровня пользуется службами, предоставляемыми нижележащим слоем, но тот не «знает» о наличии соседнего верхнего слоя. Разделение системы на слои предоставляет целый ряд преимуществ: отдельный слой можно воспринимать как единое самодостаточное целое, не заботясь о наличии других слоев; возможна альтернативная реализацию базовых слоев; зависимость между слоями можно свести к минимуму.

В составе ГИС-ориентированной ИАС выделим три основных слоя: представление, логика предметной области и источник данных (рис. 1).

Слой представления охватывает все, что имеет отношение к взаимодействию пользователя с системой. К главным функциям слоя представления относятся отображение информации и интерпретация вводимых пользователем команд с преобразованием их в соответствующие операции в контексте логики предметной области и источника данных. В ГИС-ориентированных системах обычно возможны три варианта его реализации: приложение с графическим интерфейсом, промышленный ГИС-пакет или HTML-представление в браузере.

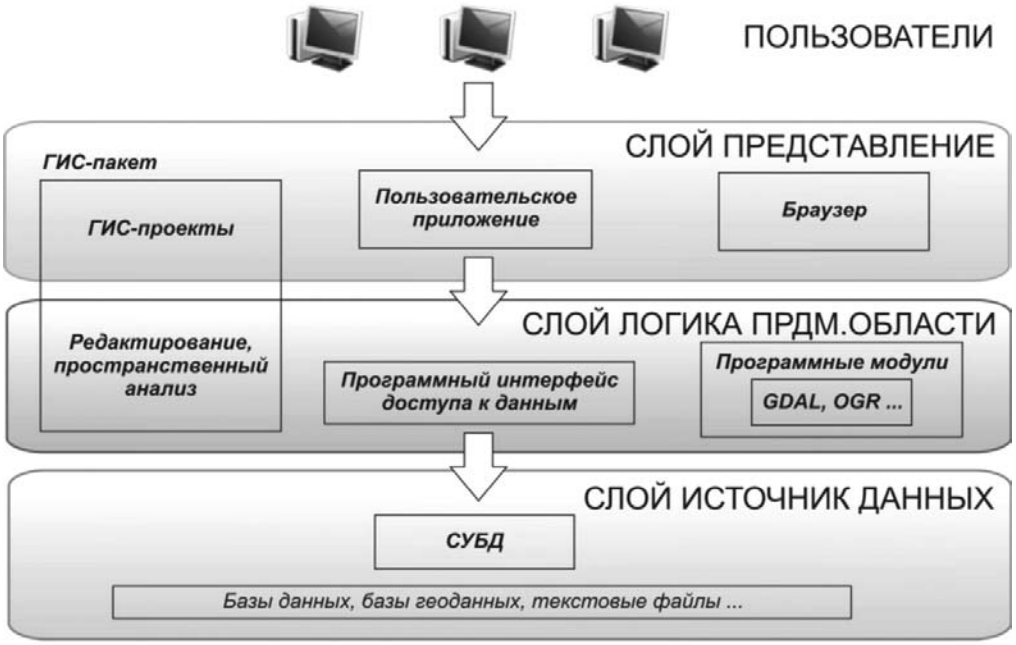


Рис. 1. Обобщенная архитектура ГИС-ориентированной ИАС

Под слоем источник данных в общем случае понимается подмножество функций, обеспечивающих взаимодействие со сторонними системами и файловыми массивами. Для большинства программных приложений основная часть логики источника данных сосредоточена в СУБД.

Логика предметной области описывает основные функции приложения, предназначенные для решения поставленных перед ИАС задач. Это уровень реализации аналитических функций, кроме того к нему относятся функции проверки и трансформации данных, обработка команд, поступающих от слоя представления, а также передача информации слою источника данных.

В структуре ГИС-ориентированной ИАС можно выделить две основные подсистемы, информационную и аналитическую, разработка каждой из которых должна производиться с учетом пространственного характера решаемых задач.

Из представленной схемы видно, что выбор варианта архитектуры ИАС связан с выбором реализации аналитической составляющей. Самый простой и быстрый способ реализации системы это

использование промышленного ГИС-пакета (как общего назначения, так и специализированного), поскольку он включает компоненты сразу для двух уровней: представления и логики предметной области. Если стандартных инструментов, предоставляемых ГИС-пакетом, недостаточно для реализации аналитических функций, то создаются собственные инструменты, которые могут быть или внедрены в ГИС-пакет с использованием его внутренних средств программирования, или быть реализованы как внешняя программа, вызываемая из ГИС-пакета (Кулыгин, Сорокина, 2010).

Другой подход, разработка специального пользовательского приложения, предпочтителен если для работы на уровне представления не требуется перегруженный интерфейс ГИС-пакета. ГИС-интерфейс в составе пользовательского приложения реализуется или собственными программными средствами, или с помощью промышленных программных компонент. Подобный подход более трудоемкий, но он позволяет создать пользовательский интерфейс, не содержащий ничего лишнего и удовлетворяющий требованиям предметной области. Поскольку нет смысла дублировать некоторые необходимые для работы ИАС функции ГИС-пакета, то можно продолжить использование ГИС-пакета для решения части задач общего характера (задачи редактирование геоданных, построение карт и т.д.), а в пользовательском приложении уделить внимание задачам, тесно связным со спецификой предметной области.

Наличие нескольких компонент ИАС на уровне представления позволяет не только выбирать из них наиболее подходящий для решения конкретной задачи, но и разграничить доступ к функционалу ИАС разных групп пользователей.

Реализация пользовательских интерфейсов в стиле Web-обозревателей выглядит наиболее перспективно, поскольку отсутствует потребность в наличие дополнительного клиентского программного обеспечения. Однако, несмотря на развитие технологий web-ГИС и существование соответствующих спецификаций (WMS, WFS, WCS), разработанных ГИС-консорциумом OGC, далеко не весь функционал ГИС-ориентированной ИАС можно эффективно реализовать средствами HTML-представления, в первую очередь это относится к операциям, требующим активного взаимодействия с пользователем.

Обычно слои организуют таким образом, чтобы логика предметной области полностью скрывала источник данных от представления, для чего, в частности, разрабатывается программный интерфейс доступа к данным. Однако этот компонент не обязателен, и код представления может обращаться к источнику данных непосредственно. Хотя такой вариант не безупречен с теоретической точки зрения, в практическом отношении он бывает более удобен и целесообразен: код представления может интерпретировать команду пользователя, активизировать функции источника данных для извлечения информации из базы данных и затем отобразить соответствующую картинку на экране.

Использование представленной технологии к проектированию ГИС-ориентированной ИАС в терминах архитектурных слоев позволяет производить независимую разработку составляющих и поэтапную модернизацию системы без нарушения ее функционирования. Таким образом, после разработки информационной составляющей, можно реализовать систему на основе ГИС-пакета, а затем по мере необходимости дополнять систему аналитическими программными модулями и новыми представлениями, с возможной последующей сменой основного представления на пользовательское приложение или HTML-представление.

Список литературы

1. *Архипова О.Е., Бирюков П.А., Кулыгин В.В., Сладкова Ю.М.* Информационная система оценки экологической изученности в районах освоения морских газовых месторождений на основе ГИС-технологий // Геоинформатика / Geoinformatika. № 2, 2009. С. 26–31.
2. *Кулыгин В.В.* Методологические и методические основы формирования систем поддержки принятия решений (СППР) // Интегрированное управление ресурсами и безопасностью в бассейне Азовского моря: Монография. Одесса: ИПРЭЭ НАН Украины, 2010. С. 550–575.
3. *Кулыгин В.В., Сорокина В.В.* Структура программного комплекса оценки сценариев развития эколого-экономических систем // ИнтерКарто/ИнтерГИС-16. Устойчивое развитие территорий: теория ГИС и практический опыт: Материалы Международной научной конференции (Ростов-на-Дону (Россия), Зальцбург (Австрия), 3–4 июля 2010 г.). Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2010. С. 537–543.

МОНИТОРИНГ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МЕТАЛЛОИДОВ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ БАРЕНЦЕВА МОРЯ (РАЙОН ДАМПИНГА)

Лаптева А.М.

Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича (ФГУП «ПИНРО»), Мурманск, Россия

MONITORING OF HEAVY METALS AND METALLOIDS IN THE COASTAL AREA OF THE BARENTS SEA (DUMPING AREA)

Lapteva A.M.

Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (PINRO), Murmansk, Russia

lapteva@pinro.ru

Химический состав среды так или иначе отражается на химическом составе организмов. В каждом организме, в его элементарном составе, мы встречаемся с известным проявлением геохимической роли данного вида организма. Вне геохимических процессов, идущих в биосфере, организмов не существует. Участие организмов в обмене того или иного химического элемента в земной коре называются геохимической функцией живого вещества. Одни геохимические функции являются общими всему живому веществу планеты, например, кислородная и азотная. Другие же более специализированы и принадлежат иногда огромной армии организмов, концентрирующих многие иные химические элементы, особенно те из них, которые находятся в состоянии рассеяния. Между средой и организмом идет непрерывный обмен веществ – среда и организмы постоянно связаны общей историей атомов химических элементов. Отсюда вытекает необходимость ближе подойти к химическому элементарному составу организмов всего живого вещества и обратно, химический элементарный состав организмов может быть понят и объяснен, исходя из геохимических представлений (Виноградов, 2001).

Предполагается, что при строительстве портовых сооружений в прибрежной зоне Баренцева моря, расположенной за пределами территориальных вод РФ, будет производиться свал грунта. С развитием судоходства и техническим перевооружением портов требуется проведение дноуглубительных работ, что связано с перемещением, подводным складированием или утилизацией грунтов другими способами. В то же время, поверхностные слои донных отложений морского шельфа наиболее подвержены антропогенному воздействию. Любая производственная деятельность должна сопровождаться необходимыми экологическими мероприятиями.

Цель настоящей работы – выявить общие тенденции содержания и распределения металлов и металлоидов (Cu, Zn, Ni, Cr, Mn, Co, Fe, Pb, Cd, As, Hg) в рыбе и донных осадках. Материалом исследований являлись мышцы и печень промысловых рыб, которые имеют широкое распространение в Баренцевом море (треска *Gadus morhua morhua*, пикша *Melanogrammus aeglefinus*, зубатка полосатая *Anarchichas lupus*). Рыбы и донные осадки (16 станций) были собраны в мае – июле 2011 г. в прибрежной зоне Баренцева моря (район предполагаемого дампинга).

Анализ проб проводился методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии (ААС) на приборе Shimadzu AA-6800 с использованием пламенной и непламенной атомизации. Подготовка проб мышц и печени рыб была выполнена в соответствии с ГОСТ 26929–94 (ГОСТ … 1994).

Донные осадки исследованных районов – это преимущественно пески с примесью ракуши и камней, и только на четырех станциях осадки были представлены илистыми песками.

Характерной особенностью донных осадков исследованных областей являлось повышенное содержание мышьяка (8,10–36,80 мкг/г сухой массы), а его среднее содержание составило 25,5 мкг/г.

Известно, что мышьяк – металлоид хорошо растворимый в воде. Мышьяк систематически поступает в море с речными стоками на протяжении миллионов лет, что могло бы вызвать со временем неуклонный рост его содержания вплоть до пределов, представляющих опасный уровень, но этому препятствуют связывание его в продуктах отмирания планктона и процессы сорбционного поглощения (Добровольский, 1983).

Среднее содержание кобальта и ртути в осадках на всех станциях в среднем находилось в одинаковых пределах и составило 3,70 и 0,10 мкг/г сухой массы.

В исследованных осадках прослеживалась связь между их гранулометрическим составом и содержанием металлов. Так, среднее содержание железа и марганца в песчаных осадках составило 7070 и 190 мкг/г сухой массы, в то же время в илистых песках их среднее содержание достигло 10777 и 209 мкг/г сухой массы. Особенно интенсивно накапливались в илистых осадках свинец, цинк, кадмий, никель и хром, и их содержание было выше в 2–4 раза, чем в песках.

Данные о концентрации металлов и металлоидов в рыбе представлены на рисунке 1.

Среднее содержание микроэлементов в мышцах рыб варьировало в широких пределах и составляло для железа 3,80–85,20, цинка – 2,14–2,70, мышьяка – 6,50–8,60, хрома – 0,54–0,60, меди – 0,61–0,80, свинца – 0,20–0,24, никеля – 1,20–1,40, марганца – 0,54–0,60, кобальта – 0,62–0,80, ртути – 0,04–0,10 и кадмия – 0,02–0,17 мкг/г сырой массы (см. рисунок 1).

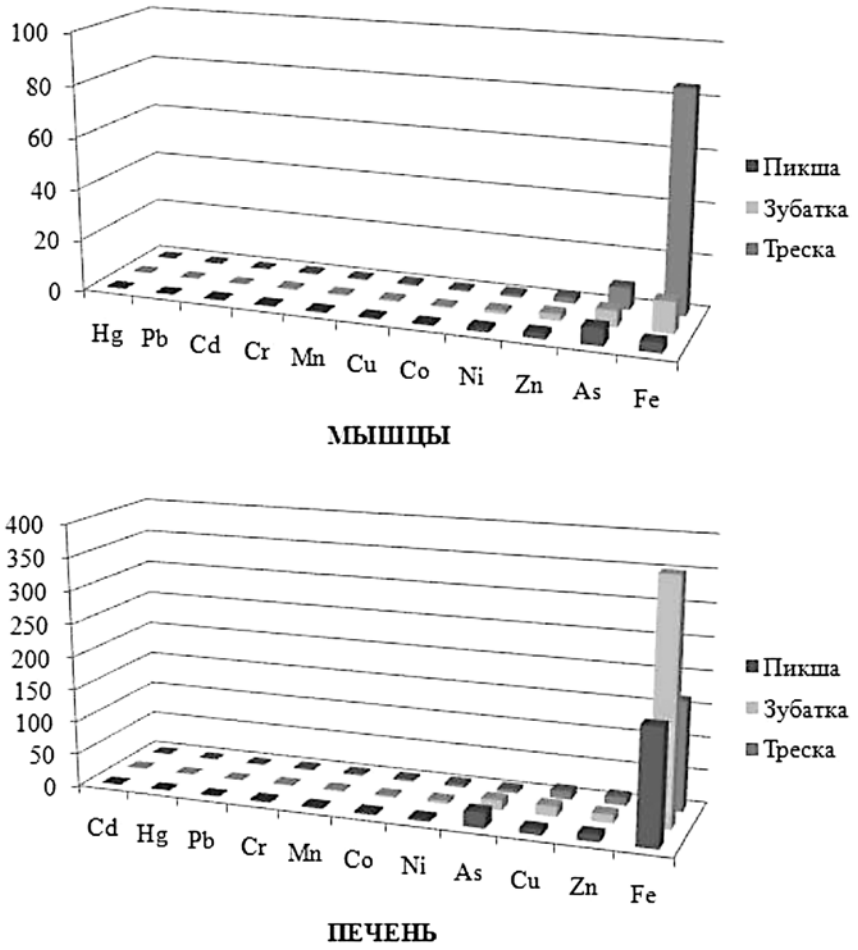


Рис. 1. Содержание микроэлементов в тканях промысловых рыб прибрежных районов Баренцева моря (район дампинга), мкг/г сырой массы

В данном ряду очевидно преобладание в тканях Баренцевоморских рыб железа, цинка, меди и мышьяка.

В России в мышцах морских рыб нормируются только свинец, мышьяк, кадмий и ртуть. Содержание свинца, кадмия и ртути в мышцах всех исследованных рыб не превышало допустимые уровни, которые составляют 1,00, 0,20 и 0,50 мкг/г сырой массы, соответственно (Гигиенические требования … 2002). Содержание же мышьяка в тканях всех видов рыб варьировало от 6,00 до 8,60 мкг/г сырой массы, что превышало установленный гигиенический норматив (5,00 мкг/г).

Считается, что между общим содержанием мышьяка в организме и его токсичностью нет однозначной зависимости. Следует отметить, что токсичные гидратированные ионы мышьяка в тканях

рыб сразу связываются в органические комплексы, которые практически безвредны для организма. При этом общая концентрация вещества в организме не меняется (Мур, Рамамурти, 1987).

Среднее содержание микроэлементов в печени рыб составляло для железа 166,0–366,0, цинка – 10,20–13,20, меди – 8,13–15,80, свинца – 0,20–0,24, марганца – 2,50–2,90, хрома – 2,10–2,33, мышьяка – 4,92–10,70, кадмия – 0,01–0,50, кобальта – 3,00–3,14, никеля – 4,00–4,70, ртути Hg 0,10–0,12 мкг/г сырой массы (см. рисунок 1).

В печени рыб концентрации микроэлементов превышали таковые в мышцах в несколько раз – так Cd в 22, Fe в 26, Cu в 17, Zn, Mn и Co в 5, Ni, Cr и Pb в 3, As и Hg в 2 раза.

Средние концентрации нормируемых элементов (Pb, Cd, Hg) в печени исследованных рыб находились в допустимых пределах и не превышали установленных нормативов 1,00; 0,70 и 0,50 мкг/г сырой массы, соответственно (Гигиенические требования … 2002).

Неоднородность содержания микроэлементов в тканях рыб связана с их различием по биохимическому строению. Содержание микроэлементов группы металлов коррелирует с содержанием липидов в тканях рыб. Кроме того, органы, играющие большую роль в процессах секреции и депонирования, характеризуются повышенными концентрациями металлов.

Сравнительный анализ содержания металлов и переходных элементов в зависимости от района вылова рыб не выявил существенных различий и связей в микроэлементарном составе рыб.

Таким образом, обнаруженное повышенное среднее содержание мышьяка в донных осадках исследованных районов, согласно норвежским критериями загрязненности донных осадков фьордов и прибрежных вод, соответствовало критерию «умеренно загрязненные» (Klassifisering av miljøkvalität … 1997).

В мышцах и печени трески, пикши и полосатой зубатки преобладали железо, цинк и медь. Наибольшие концентрации элементов отмечены в печени– органе, участвующем в детоксикации организма.

В мышцах всех исследованных рыб наблюдаются повышенные концентрации мышьяка (более 5,00 мкг/г). Мышьяк поглощается гидробионтами, в основном с пищей, и токсичные неорганические соединения мышьяка в организме способны быстро образовывать прочные комплексы с низкомолекулярными органическими веществами, которые не представляют опасности для человека и к тому же быстро выводятся из организма (Мур, Рамамурти, 1987).

Из результатов проведенных работ следует, что мониторинг при дноуглубительных работах необходимо проводить по более широкой программе, включающей в себя исследования закономерностей формирования микроэлементарного состава других групп промысловых гидробионтов (ракообразных, моллюсков, иглокожих, макрофитов и т.д.).

Список литературы

1. *Виноградов А.П.* Химический элементарный состав организмов моря. М.: Наука, 2001. 620 с.
2. ГОСТ 26929–94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения токсичных элементов. М.: Изд-во стандартов, 1994. С. 34–40.
3. *Добровольский В.В.* География микроэлементов: глобальное рассеяние. М.: Мысль, 1983. 272 с.
4. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (СанПиН 2.3.2.1078–01). М.: Минздрав России, 2002. 164 с.
5. *Мур Д.В., Рамамурти С.* Тяжелые металлы в природных водах. М.: Мир, 1987. 288 с.
6. Klassifisering av miljøkvalität i fjorder og kystfarvann. Veiledming / J. Molvær, J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei, J. Sørensen // SFT Veiledming, 1997. 97:03. 36 pp. (In Norwegian).

ВЛИЯНИЕ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА МОРФОЛОГИЧЕСКУЮ СТРУКТУРУ И ПРОДУКЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ФИТОПЛАНКТОНА В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЧЁРНОГО МОРЯ

Лифанчук А.В.

Южное отделение Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Геленджик, Россия

INFLUENCE BIOGENIC ELEMENTS IN MORPHOLOGICAL STRUCTURE AND PRODUCTIONAL CHARACTERISTIC OF PHYTOPLANKTON IN THE NORTH-EAST BLACK SEA

Lifanchuk A.V.

Southern branch of the P.P. Shirshov Institute of Oceanology RAS, Gelendzhik, Russia
lifanchuk.anna@mail.ru

Полевые наблюдения за фитопланктоном шельфа северо-восточной части Черного моря фиксируют сложную сезонную и межгодовую смены доминирующих видов планктонных фитоценозов (Паутова и др., 2007; Силкин и др., 2009). В основном эти изменения происходят в системе диатомовые водоросли – кокколитофориды. Используя лишь методологию полевых наблюдений, сложно понять смены доминант и изменения морфологической структуры фитопланктона. Дополнительные данные для понимания механизмов регуляции видовой и морфологической структуры фитопланктонного сообщества дают экспериментальные исследования с природной популяцией фитопланктона. Существенными факторами, определяющими структуру фитопланктона, являются биогенные элементы. Задачей данного исследования было определение основных факторов, регулирующих морфологическую структуру и продукционные свойства доминирующих видов фитопланктона, шельфовых вод северо-восточной части Чёрного моря.

Весной 2010 и осенью 2010–2011 годов проводились эксперименты с накопительной культурой природной популяции фитопланктонного сообщества. Пробы воды для экспериментов отбирались с горизонта 0 м над глубиной 50 м (район срединного шельфа). Выращивание проводилось в колбах Эрленмейра емкостью 500 мл, где объем культуральной среды составлял 200 мл. В экспериментах использовался аппарат для культивирования (термолюминостат), где температура среды соответствовала температуре морской воды в месте отбора проб.

Определение видов и подсчет числа клеток проводили ежедневно на световом микроскопе в счетной камере Ножотта объемом 0,05 мл. Биомассу рассчитывали методом «истинного объема» (Киселёв, 1969), при этом использовали данные собственных измерений.

В экспериментах применяли накопительный режим культивирования. Добавляли нитраты (12–14 мкм) в форме KNO_3, и фосфаты (1 мкм) в форме Na_2HPO_4. Опыты проводили по схеме полного факторного эксперимента (Максимов, Федоров, 1969).

Во всех экспериментах получали кривую биомассы (численности) видов водорослей, составляющих природную популяцию (рис.1). Как видно из рис. 1, рост биомассы *Leptocylindrus danicus* следует классической кривой накопительной культуры.

Уравнения регрессии отражают влияние концентраций азота и фосфора на численность (биомассу) этих водорослей. Для расчета уравнений регрессии использовалась максимальное значение биомассы (численности) вида в стационарной фазе роста (Силкин, Хайлов, 1988).

Для весны 2010 года характерно наличие кокколитофорид – *Emiliania huxleyi*, а среди диатомовых водорослей доминирование следующих видов: *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima, Chaetoceros curvisetus, Dactyliosolen fragilissimus* и *Skeletonema costatum.*

Осенью 2010–2011 годов кокколитофориды отсутствовали в накопительной культуре. Доминантами среди диатомей являлись *Leptocylindrus danicus, Thalassionema nitzschioides, Chaetoceros curvisrtus, Skeletonema costatum* и *Dactyliosolen fragilissimus.*

Показателями степени загрязнения морской воды может служить форма этих водорослей, в частности, длина цепочки. На начальной стадии эвтрофикации цепочки клеток являются длинными, а по мере старения сообщества длина цепочки уменьшается. В таблице 1 показано с помощью уравнения

регрессии влияние биогенных элементов на длину цепочки диатомовых водорослей. Из этого следует, что за уменьшение количества клеток в цепочке *Leptocylindrus danicus* и *Thalassionema nitzschioides* ответственен фосфор и именно этот фактор определяет продукционные свойства доминирующих видов и, следовательно, всего фитопланктонного сообщества в осенний период. Для *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* лимитирующим фактором по количеству клеток в цепочке является азот и концентрация этого элемента ограничивает продукцию фитопланктона весной.

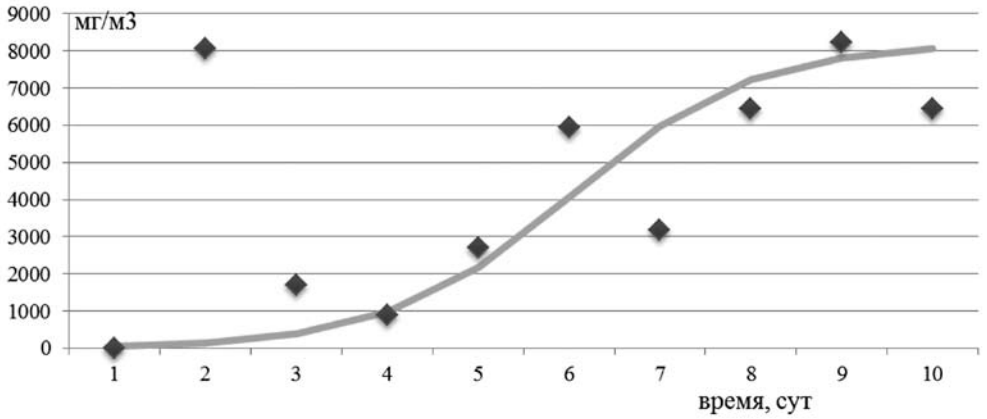


Рис. 1. Рост биомассы *Leptocylindrus danicus* в эксперименте с природной популяцией фитопланктона (накопительный режим культивирования), взятой из поверхностного слоя воды на шельфовой станции в районе Геленджика 13.09.2011 г. Примечание: в опыте добавлялись фосфор и азот

Таблица 1.

Уравнение регрессии для количества клеток в цепочке диатомовых водорослей в стационарной фазе роста накопительной культуры природной популяции фитопланктона, взятой из поверхностного слоя воды на шельфовой станции в районе г. Геленджика

Дата	Уравнение регрессии	Доверительный интервал значимости
Leptocylindrus danicus		
15.09.2010	Nst = 4,63–0,63 N + 4,13 P – 0,13 NP	2,14
13.09.2011	Nst = 6,4–0,4 N +1,6 P – 1,6 NP	2
12.10.2011	Nst = 6,6 + 0,1 N + 3,4 P – 1,1 NP	4,1
Thalassionema nitzschioides		
15.09.2010	Nst = 3,9 + 1,9 N + 3,9 P + 1,9 NP	3,6
12.10.2011	Nst = 4,1–0,6 N + 1,6 P -0,6 NP	1,3
Pseudo-nitzschia p-delicatissima		
28.05.2010	Nst = 13,9–1,4 N -2,9 P -3,1 NP	2,8

Таким образом, повышение концентрации фосфора в морской воде при относительно низких концентрациях азота ответственно за увеличение численности кокколитофорид и преобладание этих водорослей в структуре сообщества. Доминирование кокколифорид говорит о чистоте морской воды, так как кокколифориды являются доминантами в фитопланктонном сообществе при низких концентрациях биогенных веществ. Совместное повышение концентраций азота и фосфора приводит к доминированию диатомовых водорослей и повышению уровня трофности прибрежных вод. На морфологическую структуру фитопланктона может влиять только один фактор. Для *Leptocylindrus danicus* и *Thalassionema nitzschioides* – это фосфор, а для *Pseudo-nitzschia pseudodelicatissima* лимитирующим фактором является азот. Результаты данных исследований убедительно показывают, что концентрации биогенных элементов (азота и фосфора) регулируют морфологическую структуру и продукционные свойства доминирующих видов фитопланктона шельфовых вод северо-восточной части Чёрного моря весной и осенью.

Список литературы

1. *Киселёв И.А.* Планктон морей и континентальных водоёмов. Л.; Наука, 1969. Т. 1. 661 с.
2. *Максимов В.Н., Федоров В.Д.* Применение методов математического планирования эксперимента при отыскании оптимальных условий культивирования организмов. М.: Изд-во МГУ, 1969. 128 с.
3. *Паутова Л.А., Микаэлян А.С., Силкин В.А.* Структура планктонных фитоценов шельфовых вод северо-восточной части Черного моря в период массового развития Emiliania huxleyi в 2002–2005 гг. Океанология. 2007. Т. 47. № 3. С. 408–417.
4. *Силкин В.А., Паутова Л.А., Микаэлян А.С.* Рост кокколитофориды Emiliania huxleyi (Lohmann) Hay et Mohler в северо-восточной части Черного моря, лимитированный фосфором. Альгология. 2009. Т. 19. №2. С. 135–143.
5. *Силкин В.А., Хайлов К.М.* Биоэкологические механизмы в аквакультуре. Л.: Наука, 1988. 230 с.

РАСТРОВЫЕ И ВЕКТОРНЫЕ ЦИФРОВЫЕ КАРТЫ ИНТЕРНЕТ-СЕРВИСА ДЛЯ ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКОГО КАДАСТРА РЕСПУБЛИКИ БУРЯТИИ

Лубсанова Е.Л.

ФГБУ Бурятский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Улан-Удэ, Россия

RASTER AND VECTOR DIGITAL MAPS OF INTERNET-SERVICE FOR HYDROBIOLOGICAL CADASTRE OF REPUBLIC BURYATIA

Lubsanova E.L.

Buryat Center for Hydrometeorology and Environmental Monitoring, Ulan-Ude, Russia
lu_elena@list.ru

Современное экологически ориентированное природопользование в Байкальском регионе (Батуев, 2010) невозможно представить без постоянно обновляемых баз данных кадастра, созданных на основе ГИС-технологий, частью которых является геоинформационное картографирование. В данном случае оно позволяет визуализировать и картографически связать между собой огромное количество информации многолетних режимных наблюдений в местах отбора проб гидробионтов во время ежегодного вегетационного периода (май-сентябрь), полученной после обработки проб зообентоса, фитопланктона, зоопланктона в лаборатории гидробиологического мониторинга поверхностных вод Республики Бурятия.

Так основными компонентами функционирующего интерактивного геоинформационного Интернет-сервиса (ИГС) (Кацко, 2008) для гидробиологического кадастра Республики Бурятия являются справочники, документы и цифровые карты (Лубсанова, 2011).

В отличие от первой в новой версии специального программного обеспечения ИГС создан архив для упрощения доступа к режимным цифровым кадастровым картам или с графознаками, или с картознаками численности, биомассы гидробионтов, класса качества поверхностных вод в створах по гидробиологическим показателям, и по мере необходимости к оперативным картам для отображения в браузерах на экранах ситуационных центров. Через веб-интерфейс в архиве реализуется:

– многопользовательский доступ и предоставление по запросам пользователей необходимых карт в удобной форме;
– поиск карт по базе данных (БД);
– презентационный эффект.

Активируя кнопку с надписью БД на странице окна браузера пользователь вызывает фрейм с таблицей, содержащей полный список о наличии карт в базе данных «*hydrobio*», для обеспечения более быстрого поиска. Далее процедура формирования критерия поиска режимной карты заключается в вводе пользователем значений в поля, по которым будет осуществляться поиск, а также выборе интересующего его значения. Результатом действий пользователя будет отображение карты, отве-

чающей заданным условиям поиска, из архива, разработанного с применением AJAX и библиотеки jQuery, которые позволяют мгновенно отображать данные в окне браузера без ожидания загрузки всей страницы (рис. 1).

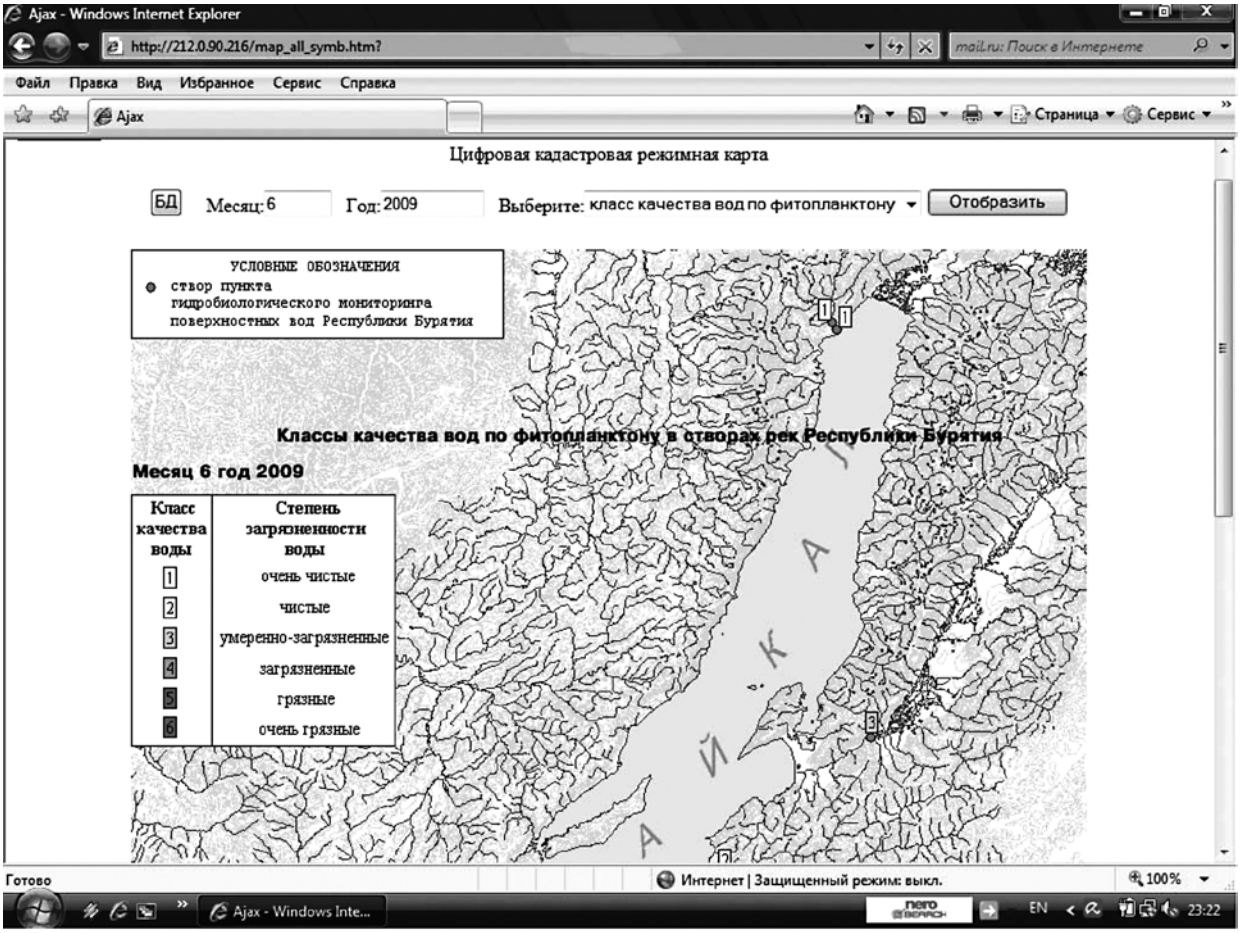


Рис. 1. Фрагмент растровой цифровой кадастровой режимной карты 1:2 500 000 с отображением класса качества поверхностных вод в створах по показателям фитопланктона

Затем в ходе исследования были разработаны векторные цифровые карты гидробионтов (рис. 2), состоящие из двух взаимосвязанных частей: позиционной (тополого-геометрической) и непозиционной (атрибутивной) составляющих, которые образуют описание пространственного положения и тематического содержания данных (Капралов, 2008) соответственно. Учитывая, что целесообразно вести распределенные базы картографических и атрибутивных данных (Дугарова, 2010), для хранения пространственных данных регионального гидробиологического кадастра используются как БД в СУБД PostgreSQL с PostGIS, так и БД «*hydrobio*» в СУБД MySQL.

В Интернете на сайтах http://212.0.90.215/ (http://www.burpogoda.ru/), http://212.0.90.216/ при интерактивной работе с векторными цифровыми картами поддерживаются следующие базовые функции (Кошкарев, 2008):

- масштабирование карты;
- смещение участка карты по основным направлениям (румбам);
- включение-выключение отображаемых на карте картографических базовых и тематических слоев;
- получение информации по объектам, попавшим в заданный радиус от места «клика» пользователем по участку карты, в отдельном информационном окне;
- обработка запроса к базе данных, результатом которого является список, удовлетворяющий запросу;
- центрирование карты по месту «клика» на карте;
- позиционирование найденного объекта или группы объектов на карте в укрупненном (подробном масштабе) и др.

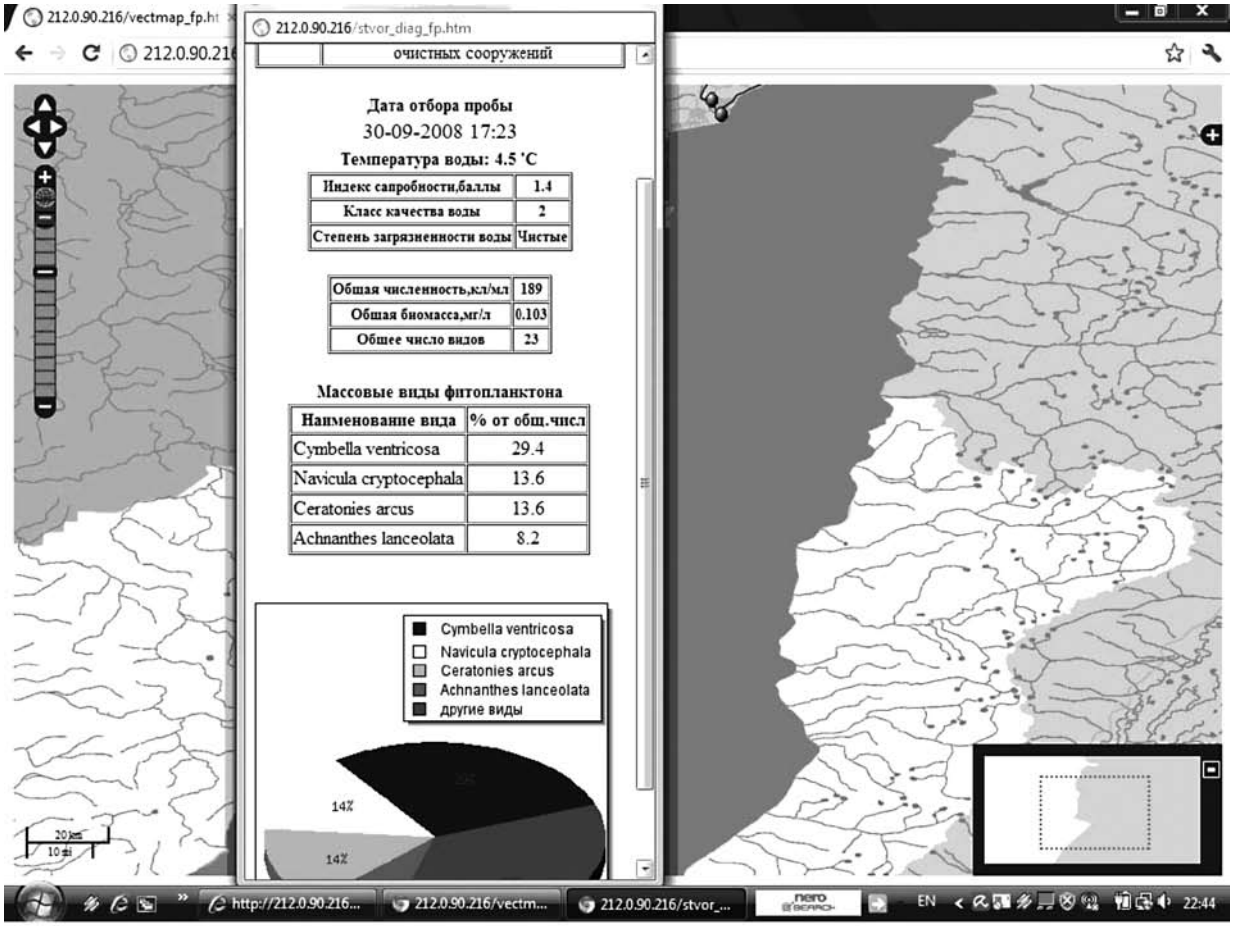


Рис. 2. Фрагмент векторной цифровой режимной карты альфа-разнообразия фитопланктона

На картах гидробионтов продемонстрированы перспективы их использования для оценки ресурсов (Пономарев, 2010) водных животных малой размерности и возможность экологически обоснованного отображения класса качества воды конкретных участков акваторий, при необходимости требующих особой охраны в процессе освоения, где одной из задач для особо охраняемых природных территорий (ООПТ) являются научные исследования и экологический мониторинг (Биличенко, 2010). В настоящее время, в связи с повсеместным обострением экологической обстановки, для крупных российских городов и промышленно развитых регионов особую важность приобретают именно экологические территориальные факторы (источники и характер загрязнения, уровни загрязнения основных природных компонентов окружающей среды, особенности миграции ареалов загрязнения и т.п.). В конечном счете, экологическое состояние территории обусловливает как общую концепцию хозяйственного использования территории, так и множество частных вопросов (развитие либо сокращение тех или иных отраслей промышленности, комфортность проживания населения, особенности рекреационного использования и др.) (Николаева, 2010). В такой сложной интегральной категории информационную основу пространственного анализа составляет и база геоданных по качеству жизни населения, которая содержит в себе следующую информацию (Щитова, 2010):

- границы административно-территориальных образований;
- наиболее крупные населенные пункты;
- дорожную сеть;
- группы интегральных показателей, характеризующие различные аспекты качества жизни населения;

Поэтому на созданных векторных цифровых картах отображены следующие слои (рис. 3):

- административные границы Республики Бурятии, Иркутской области, Читинской области;
- дорожные магистрали;
- заповедники;

– гидрографическая сеть Байкальской природной территории;
– наблюдательные створы пунктов за гидробионтами и др.

для осуществления качественного, гибкого, оперативного управления и решения различных задач теории и практики.

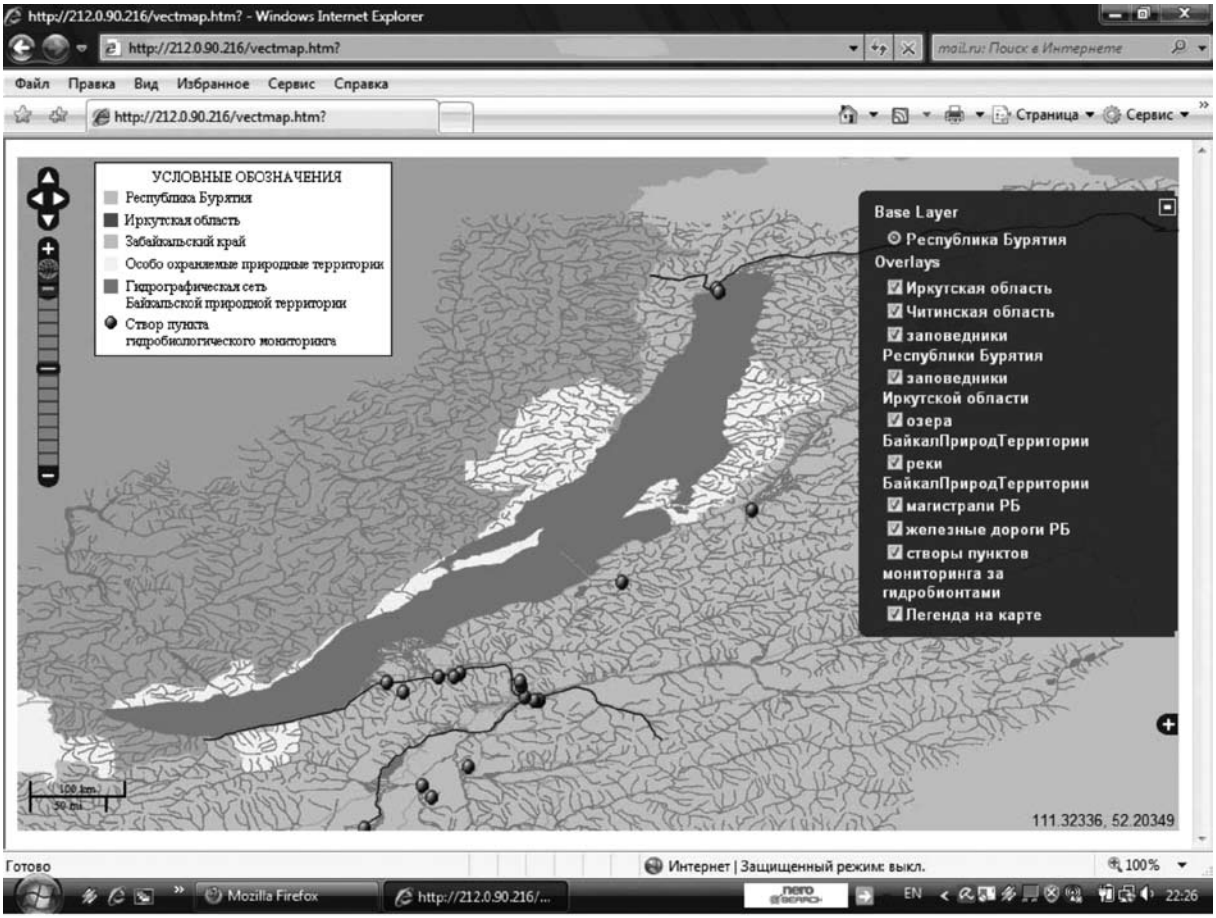


Рис. 3. Фрагмент векторной цифровой режимной карты ИГС для гидробиологического кадастра Республики Бурятия

Список литературы

1. *Батуев А.Р., Корытный Л.М., Плюснин В.М., Тулохонов А.К., Птицын А.Б.* Серия электронных карт «Природные ресурсы, хозяйство и население Байкальского региона» // Материалы IX научной конференции по тематической картографии «Тематическое картографирование для создания инфраструктур пространственных данных»: в 2 томах. Иркутск: Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 9–12 ноября 2010. Том 1. С. 131–133.
2. *Биличенко И.Н.* Изучение ландшафтной структуры горных геосистем ООПТ и их картографирование // Материалы IX научной конференции по тематической картографии «Тематическое картографирование для создания инфраструктур пространственных данных»: в 2 томах. Иркутск: Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 9–12 ноября 2010. Том 2. С. 47–48.
3. *Дугарова Г.Б.* Картографо-информационное обеспечение социально-экономических исследований моногородов // Материалы IX научной конференции по тематической картографии «Тематическое картографирование для создания инфраструктур пространственных данных»: в 2 томах. Иркутск: Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 9–12 ноября 2010. Том 2. С. 65–68.
4. *Капралов Е.Г., Кошкарев А.В., Тикунов В.С.* и др. Геоинформатика: в 2 книгах, Москва, Академия, 2008, 384 с. Книга 1, с. 110.
5. *Кацко С.Ю.* Исследование компьютерных картографических изображений и их реализация в геоинформационном картографировании. Автореф. дис. Новосибирск, 2008.

6. *Кошкарев А.В., Капралов Е.Г., Тикунов В.С.* и др. Геоинформатика: в 2 книгах, Москва, Академия, 2008. 384 с. Книга 2. С. 59.
7. *Лубсанова Е.Л.* Геоинформационное картографирование гидробионтов и создание Интернет-сервиса для гидробиологического кадастра Республики Бурятия // Материалы II Международной научно-практической конференции «Науки о Земле на современном этапе». Москва: Научный журнал из перечня ВАК «Естественные и технические науки» и крупнейшее научное издательство «Спутник +», сентябрь 2011. С. 101–108.
8. *Николаева О.Н., Ромашова Л.А., Гаврилов Ю.В.* Использование интегральных экологических карт для картографирования динамики экологических территориальных факторов // Материалы IX научной конференции по тематической картографии «Тематическое картографирование для создания инфраструктур пространственных данных»: в 2 томах. Иркутск: Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 9–12 ноября 2010. Том 2. С. 122–124.
9. *Пономарев Г.В., Малышев Ю.С.* Методические аспекты оценки охотничьих животных на основе использования крупномасштабных топографических карт // Материалы IX научной конференции по тематической картографии «Тематическое картографирование для создания инфраструктур пространственных данных»: в 2 томах. Иркутск: Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 9–12 ноября 2010. Том 2. С. 99–101.
10. *Щитова О.Н., Полушковский Б.В.* Инфраструктура пространственных данных как инструмент управления качеством жизни населения // Материалы IX научной конференции по тематической картографии «Тематическое картографирование для создания инфраструктур пространственных данных»: в 2 томах. Иркутск: Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, 9–12 ноября 2010. Том 2. С. 57–58.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ ПО ТАЛЛОМУ *SACCHARINA LATISSIMA* В РАЗЛИЧНЫХ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Макаров М.В.
Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, Мурманск, Россия

ALLOCATION OF PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS ON SACCHARINA LATISSIMA THALLUS IN VARIOUS HYDRODYNAMIC CONDITIONS.

Макаров М.V.
Murmansk Marine Biological Institute of KSC of RAS, Murmansk, Russia
Makarov@mmbi.info

Одним из способов оценки состояния и приспособленности растительного организма к обитанию в определенных условиях является характеристика его фотосинтетического аппарата, включающая, в частности, определение содержания и соотношения фотосинтетических пигментов (Попова и др., 1989; Шмакова, Марковская, 2010; Макаров, 2012). Известно, что у бурой макроводоросли *Saccharina latissima* (= *Laminaria saccharina*) не только продуктивность и состояние фотосинтетического аппарата, но и форма и толщина пластины определяются гидродинамическими условиями мест обитания (Хайлов, 1971; Макаров и др., 2007; Parke, 1948; Wheeler, 1980; Gerard, 1987).

Целью данного исследования было определить количественное и качественное (соотношение различных пигментов) распределение фотосинтетических пигментов по пластине *S. latissima*.

Материалы и методы

Исследование проводили в районе Дальнезеленецкой биостанции ММБИ КНЦ РАН (Баренцево море, 69.07 N, 36.04 E) в августе 2011 г. Двухлетние растения *Saccharina latissima* (Linnaeus) C.E. Lane, C. Mayes, Druehl & G.W. Saunders были отобраны с глубины 1 м из мест с различными гидродинамическими условиями: 1) губа Зеленецкая, защищенная от прямого действия волн, с низкой интенсивностью движения воды; 2) мыс Пробный, прикрытый от прямого действия волн, с высокой

интенсивностью движения воды; 3) бухта Прибойная, открытая прямому воздействию океанических волн. Пробы отбирали в 14 участках таллома с помощью пробкового сверла диаметром 10 мм. Для стволика площадь пробы рассчитывали как площадь поверхности цилиндра. Толщину высечек определяли штангенциркулем с точностью до 0.1 мм. Качественное и количественное содержание фотосинтетических пигментов (хлорофиллов и каротиноидов) определяли стандартными методами (Сапожников, 1964; Маслова и др., 1986; Jeffrey, Humphrey, 1975) и рассчитывали на 1 г сырой массы и на 10 см^2 поверхности таллома. Распределение пигментов по таллому рассчитано и представлено с помощью программы Surfer 10.

Результаты и обсуждение

Форма и структура таллома.

Растения, произрастающие в местах с различными гидродинамическими условиями, отличаются по форме и строению пластины (рис. 1). У растений из г. Зеленецкая пластина широкая, выделяются центральная (ремень), средняя (бугристая) и краевая (волан) части. Толщина пластины максимальна в центре (1.0–1.5 мм) и минимальна с краев (0.2–0.3 мм). Соответственно, соотношение внешних фототрофных и внутренних гетеротрофных слоев клеток максимально на тонких краевых участках. У растений из б. Прибойная пластина ремневидная, узкая и гладкая. Ее толщина в центре 2.1–2.7 мм, с краев 1.0–1.2 мм. Внешний вид и структура таллома растений с м. Пробный представляют собой переходную форму между двумя предыдущими, ее толщина в центре 1.6–2.0 мм, с краев 0.5–1.0 мм.

Фотосинтетические пигменты.

Соотношение хлорофиллов и каротиноидов для всех мест произрастания *S. latissima*, по всей длине стволика и площади пластины было одинаковым и достаточно низким, порядка 2.2. Исключение составляла старая, отмирающая часть пластины, где соотношение понижалось до 1.8 вследствие деградации фотосинтетического аппарата и более быстрого разрушения хлорофиллов. Соотношение хлорофиллов *a* и *c* в центральной части пластины также было одинаковым для растений всех мест обитания и составляло порядка 3.5. Соотношение снижалось до 2.5 в стволике и старой части пластины и увеличивалось до 4.2 в краевых участках. Полученные данные указывают на различную функциональную активность разных участков таллома. Исходя из соотношения пигментов (Макаров, 2012), наиболее эффективной является работа фотосинтетического аппарата центральной части пластины, размер светособирающего комплекса там максимальный.

При анализе общего содержания фотосинтетических пигментов (суммы хлорофиллов и каротиноидов) на единицу массы таллома выявлено, что данный показатель находится в обратной зависимости от толщины таллома – максимум пигментов содержится в тонкой краевой части растений, произрастающих в местах с низкой интенсивностью движения воды (г. Зеленецкая). Таким образом, подобный способ расчета выявляет только соотношение фототрофных и гетеротрофных слоев клеток на определенном участке таллома и не позволяет судить об их физиологической активности.

При расчете содержания фотосинтетических пигментов на единицу площади таллома гетеротрофные слои клеток не учитываются, и картина распределения пигментов совершенно иная. Максимальное содержание пигментов наблюдается у растений, произрастающих при интенсивном движении воды (рис. 1). Скорее всего, это связано с изменением формы и увеличением количества клеток фототрофного слоя, подобно тому, что было выявлено для *Fucus vesiculosus* (Макаров и др., 2007). Кроме этого, растения из разных мест произрастания отличаются и по распределению пигментов по пластине, что, скорее всего, связано с активностью процессов, происходящих в различных участках таллома. Увеличение количества фотосинтетических пигментов необходимо для энергетического обеспечения интенсивно идущих процессов. Зависимость между содержанием фотосинтетических пигментов и метаболической активностью клеток макроводорослей была показана нами ранее (Макаров и др., 2010).

У растений из г. Зеленецкая минимальное количество пигментов содержится в стволике, в верхней отмирающей части пластины и в зоне роста (граница стволика и пластины). Низкое содержание пигментов в зоне роста может быть связано с прекращением ростовой активности в период проведения исследования. Одновременное увеличение содержания пигментов в средней части пластины может свидетельствовать о начале закладки спороносного участка, хотя визуально он еще не выявляется. Сходная картина наблюдается и у растений, произрастающих на открытом берегу (б. Прибойная). У растений, произрастающих при средней интенсивности движения воды (м. Пробный), зона роста находится в активном состоянии, о чем свидетельствует повышенное содержание

пигментов на данном участке. Образования спороносного участка у этих растений не наблюдается. Обратная зависимость между интенсивностью ростовых процессов или активностью зоны роста и формированием спорангиев у ламинариевых водорослей хорошо известна (Скрипцова, Титлянов, 2003; Parke, 1948; Lüning, 2000).

Рис. 1. Форма пластины и содержание фотосинтетических пигментов (мгк/10 см^2) в различных участках таллома *S. latissima* из разных мест обитания

Полученные данные свидетельствуют, что использование метода расчетов содержания пигментов на единицу площади поверхности таллома позволяет оценить не только состояние фотосинтетического аппарата, но и процессы, происходящие в различных участках таллома. Основной недостаток данного метода – это возможность его применения только на водорослях с пластинчатой организацией таллома.

Список литературы

1. *Макаров М.В.* Адаптация светособирающего комплекса бурой водоросли *Fucus vesiculosus* L. Баренцева моря к условиям освещения // Доклады РАН. 2012. Т. 442. № 6. С. 845–849.
2. *Макаров М.В., Рыжик И.В., Воскобойников Г.М., Матишов Г.Г.* Влияние интенсивности движения воды на морфологические и физиологические показатели *Fucus vesiculosus* L Баренцева моря // Доклады РАН. 2007, Т. 415. № 4. С. 1–2.
3. *Макаров М.В., Рыжик И.В., Воскобойников Г.М., Матишов Г.Г.* Влияние глубины произрастания на морфофизиологические показатели *Fucus vesiculosus* L. Баренцева моря // Доклады РАН. 2010. Т. 430. № 3. С. 427–429.
4. *Маслова Т.Г., Попова И.А., Попова О.Ф.* Критическая оценка спектрофотометрического метода количественного определения каротиноидов // Физиол. раст. 1986. Т. 33. № 3. С. 615–619.
5. *Попова И.А., Маслова Т.Г., Попова О.Ф.* Особенности пигментного аппарата растений различных ботанико-географических зон. // Эколого-физиологические исследования фотосинтеза и дыхания растений. Л.: Наука, 1989. С. 115–139.
6. *Сапожников Д.И.* Пигменты пластид зеленых растений и методика их исследований. М.; Л.: Наука, 1964. 120 с.
7. *Скрипцова А.В., Титлянов Э.А.* Влияние меристемы на спорообразование у *Laminaria cichorioides* // Биология моря. 2003. Т. 29. № 6. С. 419–423.
8. *Шмакова Н.Ю., Марковская Е.Ф.* Фотосинтетические пигменты растений и лишайников арктических тундр западного Шпицбергена // Физиол. раст. 2010. Т. 57. № 6. С. 819–825.
9. *Хайлов К.М.* Экологический метаболизм в море. Киев: Наукова думка, 1981. 252 с.
10. *Gerard V.A.* Hydrodynamic streamlining of Laminaria saccharina Lamour. in response to mechanical stress. // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 1987. V. 107. N 3. P. 237–244.
11. *Jeffrey S.W., Humphrey G.F.* New spectrophotometric equations for determining chlorophylls a, b, c_1 and c_2 in higher plants, algae and natural phytoplankton. // Biochem. Physiol. Pflanzen. 1975. V. 167. P. 191–194.

12. *Lüning K., Wagner A., Buchholz C.* Evidence for inhibitors of sporangium formation in *Laminaria digitata* (Phaeophyceae) during the season of rapid growth // J. Phycol. 2000. V. 36. P. 1129–1134.
13. *Parke M.* Studies on British Laminariaceae. I. Growth in *Laminaria saccharina* (L.) Lamour // J. Mar. Biol. Assoc. UK. 1948. V. 27. P. 651–709.
14. *Wheeler W.N.* Effect of boundary layer transport on the fixation of carbon by the giant kelp *Macrocystis pyrifera* // Mar. Biol. 1980. V. 56. P. 103–110.

К ВОПРОСУ О РЕКОНСТРУКЦИИ БЕРЕГОВОЙ ЛИНИИ ТАГАНРОГСКОГО ЗАЛИВА И ДЕЛЬТЫ ДОНА В АНТИЧНУЮ ЭПОХУ

Матишов Г.Г.[1,2], Польшин В.В.[3], Толочко И.В.[1]

[1] Южный научный центр РАН, Ростов-на-Дону, Россия
[2] Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, Мурманск, Россия
[3] Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

ON THE RECONSTRUCTION OF THE COASTLINE OF THE GULF OF TAGANROG AND THE DON RIVER'S DELTA REGION IN ANCIENT TIME

Matishov G.G.[1, 2], Polshin V.V. [3], Tolochko I.V. [1]

[1] Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia
[2]Murmansk Marine Biological Institute, Kola Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Murmansk, Russia
[3] Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia

Под действием различных эндогенных и экзогенных процессов площадь современной акватории Таганрогского залива и примыкающей к нему дельты Дона, в голоцене испытывала неоднократные трансформации. Учитывая то обстоятельство, что на протяжении всей эпохи голоцена (и особенно в последние 2500–3000 лет) район Приазовья активно осваивался людьми, памятники материальной культуры могут являться важными маркирующими признаками, позволяющими восстановить ландшафты прошлых эпох.

Систематические археологические разведки на побережье Таганрогского залива и в дельте Дона проводятся, начиная с 1920-х годов и до настоящего времени. В результате археологических исследований на северном побережье Таганрогского залива и в дельте Дона открыт ряд поселений и могильников античного времени.

На южном побережье Таганрогского залива (в районе Новомаргаритово, у оснований Чумбур-косы и Павло-Очаковской косы) (рис. 1, *A – C*) в последние годы были найдены фрагменты архаических амфор из средиземноморских центров, а также отдельные обломки расписной ионийской керамики. Однако следов поселений или могильников античного времени на южном побережье Таганрогского залива до настоящего времени не было обнаружено. По всей видимости, это обусловлено интенсивностью абразионных процессов на этом участке побережья.

Письменные источники и археологические памятники свидетельствуют об активной колонизации территории Приазовья в античное время. Этот регион был хорошо знаком ионийским грекам, судя по археологическим находкам, начиная с VII в. до н.э. (Книпович, 1935, 90–110).

Самым северным археологическим памятником, на котором известны находки архаической греческой керамики конца VII–VI вв. до н.э., является т.н. «Таганрогское поселение» (рис. 1, *D*). Многочисленные обломки керамики были собраны в районе Каменной лестницы и на городском пляже в г. Таганроге, начиная с 1935–1938 гг. и до последнего времени. Большая часть поселения оказалась затоплена морем, поэтому точная его локализация, размеры и характер археологических слоёв были почти неизвестны. Лишь в результате работ Подводной Азово-Черноморской экспедиции в 1960 г.

была выявлена гряда к северо-востоку от Большой каменной лестницы в Таганроге, залегавшая на глубине около 1 м. Гряда состояла из плотных рядов щебня и обломков керамики. В результате исследований были сделаны выводы о существовании у побережья остатков затопленного поселения, возникшего в последние десятилетия VII в. до н.э. и существовавшего в VI в. до н.э. В последующее время – во времена эллинизма и средневековья – жизнь на этом месте полностью не прекращалась (Блаватский, 1961, 148–149).

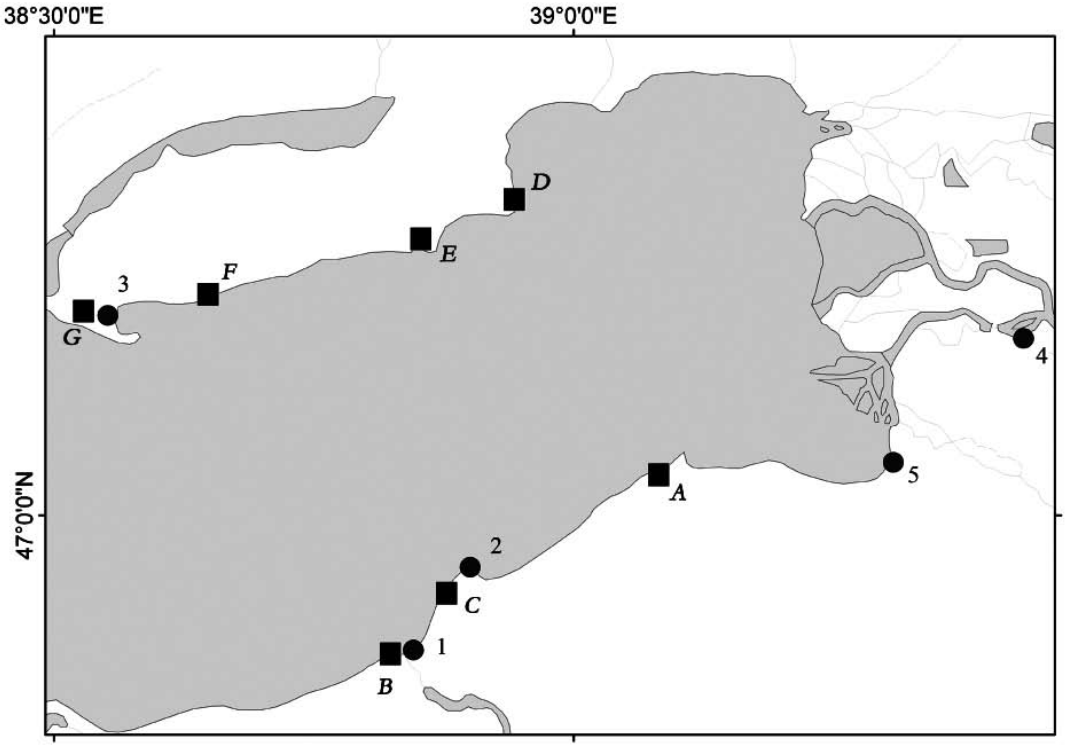


Рис. 1. Схема побережья Таганрогского залива:

A – находки античной керамики у Павло-Очаковской косы
B – находки античной керамики у с. Новомаргаритово
C – находки античной керамики у Чумбур-косы
D – Таганрогское поселение
E – находки античной керамики у Петрушиной косы
F – поселение у Золотой косы
G – некрополь у Беглицкой косы
1 – скважина у с. Новомаргаритово
2 – скважина на Чумбур-косе
3 – скважина на Беглицкой косе
4 – скважина на острове (р. Азовка/р. Дон)
5 – скважина у с. Заимо-Обрыв

Новейшие исследования немецких археологов, проведённые в 2004–2010 гг., показали, что поселение существовало в VII–VI вв. до н.э., IV–III вв. до н.э., в первые вв. н.э., в VII–IX вв.н.э., XII–XIII вв., XIV в. и XVII–XVIII вв. (Далли, Шунке 2009, Ларенок, Ларенок 2012, 139–153). Точная локализация и характеристика культурных слоёв памятника затруднены из-за проблем реконструкции палеогеографической ситуации на побережье Азовского моря: современные очертания его берегов значительно отличаются от древних. Авторами одной из палеогеографических реконструкций территории современного Таганрогского залива было высказано предположение о том, что Таганрогское поселение находилось на низкой террасе под береговым обрывом у основания Таганрогского мыса, на берегу богатого рыбными запасами пресноводного озера, образованного рекой Палео-Самбек и северным рукавом реки Палео-Дон (Копылов, Рылов, 2002, 91–93).

В 1926–1928 гг. в результате систематических осмотров северного побережья Таганрогского залива М.А. Миллером был открыт и тщательно осмотрен ряд новых памятников античного времени, в том числе могильник у основания Беглицкой косы, к западу от Таганрога (рис. 1, G). Присутствие керамики античного времени было также отмечено М.А. Миллером среди находок, обнаруженных

при обследовании побережья у Петрушиной (рис. 1, E) и Золотой Косы (рис. 1, F) (Миллер 1927, 81–85; Лунин, Миллер 1928, 44–55).

В начале V в. до н.э. в дельте Дона возникает родовое кладбище кочевников и постоянный зимник. В первой половине – середине IV в. до н.э. в низовьях Дона (непосредственно в дельте, на право- и левобережье) и на северном побережье Таганрогского залива существует уже несколько поселений, крупнейшее из которых – Елизаветовское городище на Дону превращается в административный, хозяйственный и культурный центр всего Нижнего Подонья IV в. до н.э. (Марченко, Житников, Копылов, 2000, 32). Можно предположить, что в V – начале III вв. до н.э. вся донская дельта была покрыта густой сетью поселений и дорог, соединявших населённые пункты (Гарбузов, Толочко, Белов, 2009, 49–59).

Достаточно сложным до сих пор является вопрос об облике донской дельты в античную эпоху. Открывший в середине XIX в. Елизаветовское городище П.М. Леонтьев высказывал твёрдое убеждение в том, что с северной стороны «города», примыкающего к обширной болотистой заросшей камышом равнине «в древности, без сомнения, был морской лиман, который мог служить гаванью для судов» (Леонтьев 1854, 512). Исследования, проведённые в XX в., позволили установить, что с севера Елизаветовское городище было ограничено большим судоходным протоком, возможно, являвшимся в древности главным руслом Дона. Не исключено также, что море в эпоху фанагорийской регрессии, отступая, образовало пресноводный лиман или озеро, связанное с Таганрогским заливом двумя или тремя рукавами (Марченко, Житников, Копылов 2000, 42). Известны также карты XIX в., на которых в районе истока ерика Лагутник показаны очертания сильно заиленного озера Прогной площадью около 7 км^2 (рис. 2).

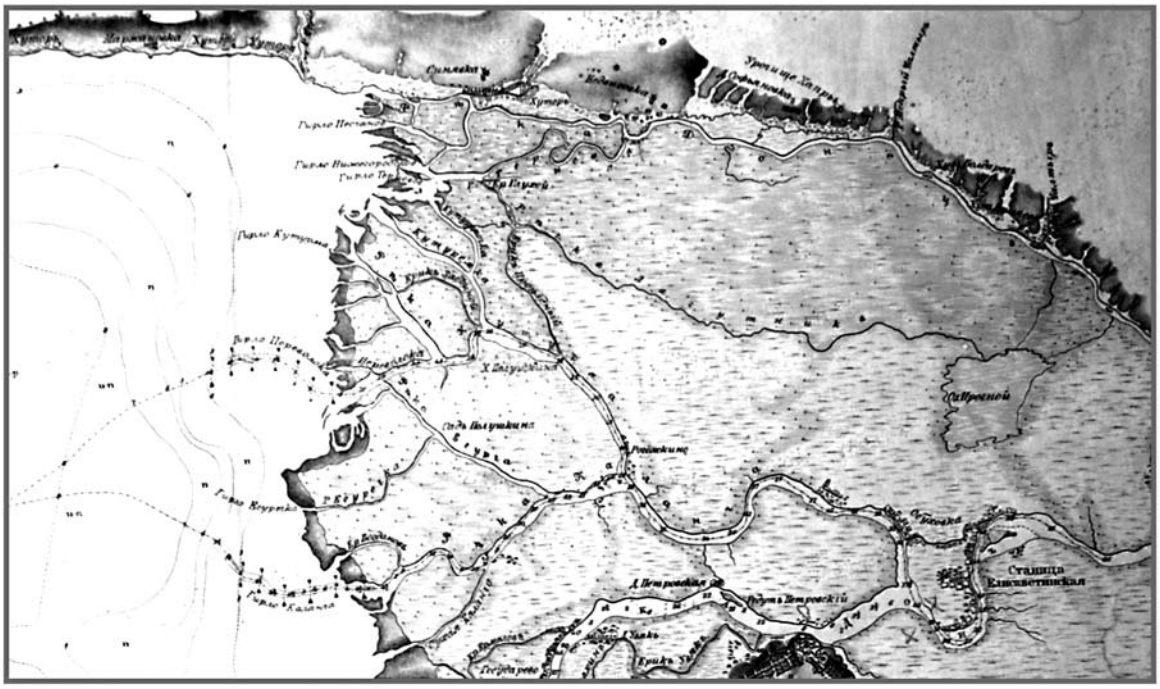


Рис. 2. Фрагмент карты «Таганрогский залив Азовского Моря описи подпоручика Трутаева, 1851 г.» (Государственный архив Ростовской области, Ф. 2613. Оп. 1. Д. 131)

Известно несколько поселений округи Елизаветовского городища, крупнейшим из которых, по-видимому, было городище Лагутник, расположенное у современного хут. Полушкин. Большая часть из них располагалась непосредственно на территории донской дельты, на песчаных дюнах речноморской гряды между современными хуторами Дугино и Лагутник. Характер находок свидетельствует о том, что обитатели дельты занимались, в основном, рыболовством (Марченко, Житников, Яковенко 1988). Очевидно, род их занятий является дополнительным свидетельством доказательства существования большого пресноводного или слабосолёного водоёма, изобиловавшего рыбой и расположенного к северу от Елизаветовского городища.

Поселения, существовавшие в низовьях Дона в первые века нашей эры и составлявшие округу Танаиса, преимущественно располагались по краям дельты: на правобережье и левобережье: на мысах, образованных коренным берегом. На территории самой дельты известны лишь несколько местонахождений керамики первых веков нашей эры. Нельзя исключить, что причина тяготения поселений округи Танаиса к коренному берегу – в увеличении в хозяйстве удельного веса земледелия, в его усовершенствовании, по сравнению с более ранней эпохой. Но очевидно, что изменение местоположения крупнейших поселенческих памятников в первые века нашей эры требует объяснения и с точки зрения геоморфологии окружающей территории.

Возраст образования вышеописанных античных поселений датируется второй половиной I тысячелетия до н.э. – первыми веками нашей эры. Логично было бы предположить, что активизации процесса освоения территорий в эпоху античности способствовали благоприятные природные условия. Что представляла собой площадь современного Таганрогского залива в то время? Ответ на этот вопрос помогли дать исследования, проводимые с 1960-е гг. геоморфологами Д.Г. Пановым, Ю.П. Хрусталёвым и В.А. Мамыкиной, а в настоящее время – сотрудниками Южного научного центра РАН.

Строение береговой зоны Азовского моря свидетельствует, что её формирование происходило под влиянием послеледниковой трансгрессии Черноморского бассейна на фоне интенсивного проявления разнонаправленных тектонических движений. Значительную роль в развитии водоёма играли субаэральные этапы, когда площадь, занимаемая современной акваторией, представляла собой низменную равнину, дренируемую древним палеореками (Андрусов 1926; Невесский 1958; Балабанов – Измайлов 1988; Геология Азовского моря 1974; Хрусталев – Щербаков 1974; Фёдоров 1973, Фёдоров 1978; Попов 1983; Мысливец 2004).

Высокая скорость относительного повышения уровня моря на трансгрессивных стадиях обусловила быстрые темпы отступания абразионных берегов и образующиеся вследствие этого большие объёмы обломочного материала, поступающего в море в голоцене (Панов, Хрусталев 1966; Мамыкина, Хрусталев 1980; Есин, Савин, Жиляев 1980; Панов, Хрусталев 1966).

На протяжении всей голоценовой истории морского бассейна его береговые границы и уровень постоянно изменялись под влиянием различных эндогенных и экзогенных факторов. До античной колонизации (примерно 6–8 тыс. лет назад) за счёт неотектонического опускания территории и повышения эвстатического уровня черноморские воды проникли на площадь акватории Азовского моря, что привело к развитию трансгрессии и расширению границ морского бассейна (древнеазовская стадия). В результате этого уровень моря повысился, а долины палеорек были затоплены и в последующем заполнены терригенным материалом, образовавшимся за счет активной абразии пород береговой зоны. Широкое развитие в морском водоёме получила черноморская фауна, которая достигла своего расцвета в пик новочерноморской трансгрессии (примерно 4–6 тыс. лет назад). В этот период уровень Азовского моря поднялся на 2,5–3 м выше современного, что во многом поспособствовало дальнейшему расширению его площади за счёт продолжающейся абразии берегов.

В дальнейшем (более 2500 лет назад) гидрологический режим морского бассейна стал постепенно меняться. Трансгрессивная стадия развития моря сменилась регрессивной (т.н. *фанагорийская стадия*). В это время площадь акватории значительно сократилась, а уровень моря упал на 3–5 метров (Фёдоров 1978), а по некоторым данным на 9 метров ниже современного (Маев, Мысливец, Зверев 2007). Большая часть морского дна стала представлять собой низменную сушу, прорезаемую многочисленными речными долинами. Как таковых прибрежных кос, известных в настоящее время, в этом районе ещё не существовало. Их образование произошло значительно позднее и связано с очередным этапом трансгрессии – *нимфейской стадией*, которая началась примерно 2 000 лет назад и достигла своего пика около 1500 лет назад.

Подтверждением существования субаэральных условий на площади Таганрогского залива в фанагорийскую стадию являются данные, которые были получены в ходе сейсмоакустической съёмки, проведённой ЮНЦ РАН совместно с сотрудниками географического факультета МГУ в 2006 году. В ходе исследования строения дна залива удалось обнаружить регионально развитую поверхность размыва (А), образованную в субаэральной обстановке и погребённую под слоем молодых (новоазовских) отложений мощностью 1,5–2,5 метра, образовавшихся в нимфейскую стадию развития

моря (Матишов 2007, Матишов, Польшин, Болдырев, Мысливец, Маев, Зверев 2007, Маев, Мысливец, Зверев 2007) (рис. 3).

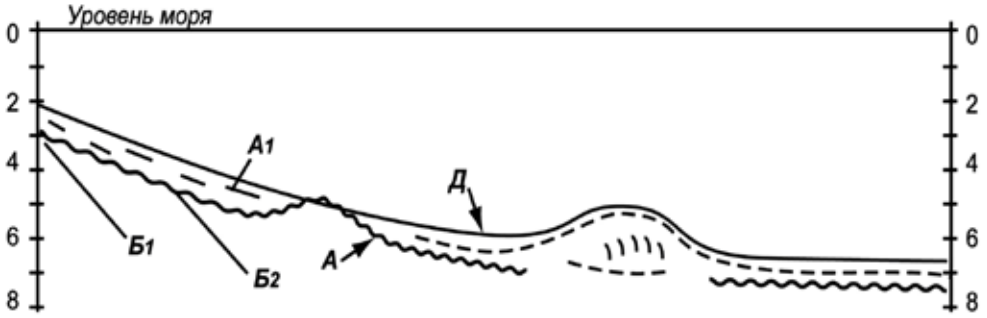


Рис. 3. Сводный сейсмолитологический профиль строения дна Таганрогского залива (по: Матишов, 2007)

Отражающие поверхности: Д – поверхность дна моря; А – поверхность размыва эпохи фанагорийской регрессии; А1 – поверхности наслоения в толще морских осадков послефанагорийского времени; Б1 – поверхности наслоения пород коренного ложа долины залива; Б2 – элементы денудационной поверхности подводного берегового склона древнего залива (предположительно).

Данная поверхность характеризуется в ряде мест расчлененным микрорельефом, относительная высота которого составляет 0,1–0,5 м. Такой характер рельефа и тот факт, что поверхность (А) срезает подстилающие толщи, позволяют считать, что она была сформирована в субаэральную стадию развития моря. Особенно отчётливо она проявляется под пологим аккумулятивным телом банок Чумбурская, Очаковская, Сазальницкая и Песчаные острова, а также подводным валом, расположенным к западу от с. Круглого. На отдельных участках дна – там, где мощность перекрывающего слоя осадков новоазовского возраста сокращается, отмечены случаи выхода эрозионной поверхности непосредственно на дне моря.

Очевидно, накопление осадочной толщи (А1), перекрывающей эрозионную поверхность (А), происходило уже во время нимфейской трансгрессивной стадии развития моря. В это время уровень моря поднялся выше современного на 1–2 м, а его границы значительно расширились. Стали меняться контуры дельты Дона, поднялся уровень грунтовых вод, что в конечном итоге привело к подтоплению ранее пригодных для заселения мест.

За счёт абразионных процессов в это время стала увеличиваться и площадь Таганрогского залива. В дальнейшем из мобилизованного на дне залива обломочного материала и ракуши под действием морских течений и волнений стали образовываться современные косы. Эти аккумулятивные образования имеют сравнительно несложное внутреннее строение. В плане поля развития прибрежных отложений представляют собой треугольник, прислонённый основанием к уступу коренного берега, выработанного ранее абразией. Данные отложения выклиниваются в сторону моря, замещаясь более тонкими алевритово-глинистыми осадками. В сторону суши они переходят в континентальные породы, обнажающиеся в границах береговой зоны (Зенкович 1958, Зенкович 1962, Хрусталёв, Щербаков 1974). Подводные же продолжения этих аккумулятивных тел залегают на поверхности размыва фанагорийского возраста (А). Молодость образования кос Таганрогского залива также подтверждается данными и о видовом составе моллюсков, найденных в их отложениях на южном и северном берегах залива в результате бурения на косах Долгенькой, Чумбур-косе и Беглицкой (рис. 1, 1–3) (см. приложение, таблицы 1–3).

Большая часть фанагорийской суши на пике нимфейской трансгрессии была затоплена, а дельта Дона сместилась далеко на восток. Отложения трансгрессивной (нимфейской) стадии в дельте представлены песками, обогащёнными малакофауной (до 30 %), которые вверх по разрезу перекрываются глинистыми супесями и иловатыми глинами (Зайцев, Зеленщиков 2009).

В скважине, пробуренной на территории острова, образованного рекой Азовкой и Доном (рис. 1, 4, приложение 1, таблица 4) в интервалах глубин 2,10–2,20 м и 2,50–2,60 м от дневной

поверхности в песчаных отложениях удалось диагностировать наличие морского двустворчатого моллюска Cerastoderma, который в современных условиях живет при солёности более 5 ‰ и встречается только в западной части Таганрогского залива[1]. Западнее этого пункта на восточном берегу Таганрогского залива в районе села Займо-Обрыв (рис. 1, 5) в 100 метрах от уреза воды в пройденной скважине на глубине 2,40 м вскрыт пласт отложений, представленных заиленным песком с включением мелкого гравия и обломков створок раковин двустворчатого моллюска Cerastoderma. При современных гидрологических условиях соленость воды в этой части залива находится в пределах < 1‰ и может лишь незначительно повышаться во время нагонных явлений, вызываемых действием ветров западной четверти. Таким образом, с достаточной долей уверенности можно говорить, что в нимфейскую стадию морские условия с солёностью воды более 5 ‰ существовали значительно восточнее нынешних границ и распространялись на площадь, занимаемую современной дельтой Дона.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица 1.

Характеристика отложений косы Долгенькой
(с. Новомаргаритово, *точка N 46°54′39.5″ E 038°50′44.7″* **(рис. 1, 1))**

Интервал, см	Описание слоёв и депозита
0–60	Песок органогено-детритовый, в верхней части слоя глинистый. Цвет жёлто-серый. Отмечены обломки створок *Adacna colorata* (свежая) и *Cerastoderma s.* В подошве слоя *Planorbis sp.* (пресноводный вид) и *Adacna glabra* (вселенец, известен с конца 1990-х гг.), *Dreissena polymorpha.* Цвет осадков-желто-серый, по поверхности ожелезнен.
60–80	Ракушечный детрит с органогенно-детритовым песком. *Adacna colorata + Unio pictorum.* Цвет осадков-желто-серый
80–90	Ракуша и ракушечный детрит. *Cerastoderma sp., Dreissena polymorpha, Adacna colorata.* Цвет осадков-желто-серый
90–100	Органогенно-детритовый песок желто-серого цвета с единичными включениями морской гальки d ≈ 1,5–2 см. *Adacna colorata*
100–110	Песок глинистый мелко- среднезернистый с включением морской гальки. Ракушечный детрит на 30–40% состоит из старой перемытой *Cerastoderma* и относит. свежей *Adacna colorata*, *Dreissena polymorpha*
110–130	Песок глинистый мелко- среднезернистый. Много *Cerastoderma sp.* (40% от раковинного материала), *Adacna colorata* – единичная, в основном молодь
130–150	Ракушечный материал представлен в равных долях перемытой *Cerastoderma sp*. и *Adacna colorata* (50% х 50%). Единично встречается – *Dreissena polymorpha*
150–160	Ракушечный детрит с включениями морской гальки d ≈ 1,5–3 см см. *Dreissena polymorpha, Adacna colorata, Cerastoderma sp.* – единичная
160–170	Ракушечный детрит. *Cerastoderma sp*., *Viviparus viviparus* – единичны, *Adacna colorata* – в основном.
170–180	Заиленный ракушечный детрит с галькой. *Dreissena polymorpha, Adacna colorata*
180–190	Опесчаненый влажный суглинок темно- коричневого цвета (перемытые породы коренного берега залива). На поверхности слоя встречены перемытые створки *Adacna colorata* и *Cerastoderma sp.*
190–210	Бурый перемытый суглинок. *Adacna colorata*, перемытая *Cerastoderma umbonatum,* а так же *Adacna angusticostata* (вселенец середины XX века).
210–220	Заиленный ракушечный детрит, обогащенный галькой.
220–230	Бурый суглинок. Влажный и плотный. На границе с вышележащим слоем единичные включения *Cerastoderma umbonatum*, *Adacna glabra*

[1] Здесь и далее определение малакофауны в пробах выполнены к.б.н. Набоженко М.В.

Таблица 2

Характеристика отложений Чумбур-косы
(*точка N 46°57′56.8″ E 038°54′01.6″* **(рис. 1, 2)**)

Интервал, см	**Описание слоёв и депозита**
0–30	Супесь к основанию слоя сильно опесчанена.
30–60	Песок органогено-детритовый, *Cerastoderma sp.*
60–70	Песок мелко-среднезернистый с ракушечным детритом. *Cerastoderma glaucum, Adacna colorata* – обломки и целые, средних размеров и крупные раковины
70–80	Песок мелко- среднезернистый с ракушечным детритом, Cerastoderma – целые, средних размеров и крупные раковины, *Planorbis sp.*, *Dreissena polymorpha, Adacna colorata*
80–90	Песок мелко- среднезернистый с ракушечным детритом и отдельными включениями гальки. *Pyrgula variabilis, Adacna colorata*
90–100	Песок мелко- среднезернистый с ракушечным детритом. *Dreissena polymorpha, Adacna colorata, Cerastoderma sp*.
100–110	Песок мелко- среднезернистый с ракушечным детритом. *Cerastoderma sp.* представлена детритом, крупные обломки раковин, единичная молодь *Adacna colorata*
110–120	мелкозернистый песок кварцевый с включениями ракушечного детрита. Ракушечный детрит представлен почти исключительно *Cerastoderma sp.*, единично – *Adacna colorata*
120–130	Мелкозернистый песок кварцевый. Включения ракуши на 50% *Adacna colorata* (целые раковины), 50% *Cerastoderma sp.*
130–160	до 1,35 м – мелкозернистый песок. С 1,35–1,40 м – органогенно-детритовый песок с включениями гальки d ≈1–2 см. Крупные раковины *Cerastoderma sp*., единичная *Dreissena polymorpha,* обломки *Adacna colorata*
160–170	Органогенно-детритовый песок. Много крупной *Cerastoderma*
170–180	Органогенно-детритовый песок. Единичные включения гальки. Детрит – *Cerastoderma,* единично – *Adacna Colorata*
180–200	Увлажнённый песок с большим количеством ракушечного детрита (*Cerastoderma*) с включениями гальки, *Cerastoderma* представлена многочисленными крупными раковинами
200–240	Увлажнённый песок. *Cerastoderma* (50%) и *Adacna Colorata* (50%),много целых крупных раковин, единичная *Dreissena*. С 230 см в разрезе появляется *Dreissena*
240–260	Увлажнённый мелко- среднезернистый песок. Створки *Cerastoderma* сильно перемыты, *Adacna Colorata* свежая. Отмечены включения гальки.

Таблица 3

Характеристика отложений Беглицкой косы
(*точка N 47°07′54.3″ E 038°33′06.6″* **(рис. 1, 3)**)

Интервал, см	**Описание слоёв и депозита**
0–20	Суглинок серо-коричневого цвета. По поверхности плотный. К подошве более рыхлый (за счет увеличения в составе доли песчаного материала)
20–50	Опесчаненный суглинок серо-коричневого цвета. К подошве слоя замещается глинистым мелкозернистым песком темно-серого цвета.
50–90	Плотная опесчаненная глина. Пластичная. Цвет отложений – от темно-серого до чёрного
90–120	Опесчаненная глина с включением линз гидротроилита чёрного цвета, обогащённых растительным детритом. Местами по поверхности отложений отмечены следы вторичного ожелезнения.
120–130	Влажная опесчаненная глина с включением обломков створок *Adacna colorata*
130–150	Влажная опесчаненная глина темно-серого цвета. Плотная и пластичная.
150–170	Влажная опесчаненная глина с включением обломков створок *Cerastoderma sp.*
170–190	Влажная опесчаненная глина с включениями хорошо сохранившегося растительного детрита и целых остатков растений (злаковые).
190–270	Влажная опесчаненная глина с включением обломков створок *Cerastoderma sp.*

Таблица 4

Характеристика отложений на острове р. Азовка – р. Дон
(*точка N 47°07′00.4″ E 039°25′58.1″*(рис. 1, 4))

Глубина, см	Описание слоёв и депозита
0–10	Бурый суглинок опесчаненный
10–100	Песок мелко- и среднезернистый (с включением битого кирпича). С отметки 60 см отмечаются глинистые линзы
100–110	Песок мелко-среднезернистый. *Viviparus viviparus*, *Adacna colorata*, *Unio pictorum,* двустворки (обломки), гастроподы целые
110–130	Песок мелко-среднезернистый. *Adacna colorata*, обломки *Unio perca (variabilis), Viviparus viviparus*
130–140	Песок мелко-среднезернистый с единичными включениями окатанной гальки d≈ 0,5–1 см
140–150	Песок мелко-среднезернистый ожелезнённый кварцполевошпатовый с включением глинистых линз.
150–160	Песок мелко-среднезернистый.*Viviparus viviparus, Unio sp., Adacna colorata*
160–190	Песок мелко-среднезернистый влажный. *Unio sp*.,
190–210	Песок мелко-среднезернистый влажный. *Unio sp.*, *Viviparus viviparus*
210–220	Песок мелко-среднезернистый влажный. *Cerastoderma umbonatum, Hydrobia sp.*(?)
220–230	Песок мелко-среднезернистый влажный. *Viviparus viviparus*
230–240	Песок мелко-среднезернистый влажный. *Cerastoderma sp., Teodoxus sp.*
240–250	Песок мелко-среднезернистый влажный. *Cerastoderma sp.*, *Viviparus viviparus*, *Lithogliphus sp.*
250–260	Песок мелко- среднезернистый влажный. *Cerastoderma sp., Unio sp*. – обломки, *Lithogliphus sp.*
260–270	Песок мелко-среднезернистый влажный глинистый. *Dreissena polymorpha*, *Unio sp., Lithogliphus sp.*, фрагмент стенки амфоры
270–280	Песок мелко- среднезернистый влажный, *Dreissena polymorpha, Lithogliphus sp.*
280–290	Песок мелко-среднезернистый. *Lithogliphus sp.*
290–300	Песок мелко-среднезернистый глинистый. *Unio sp.*
300–310	Глина опесчаненная. *Unio sp., Dreissena polymorpha*
310–330	*Viviparus viviparus*, *Teodoxus sp.*

Список литературы

1. *Андрусов Н.И.* Геологическое строение и история Керченского пролива // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отделение геологии. Т. 34, 3–4, 1926, 294–332.
2. *Балабанов И.П., Измайлов Я.А.* Изменения уровнего и гидрохимического режимов Черного и Азовского морей за последние двадцать тысяч лет // Водные ресурсы, 6, 1988, 54–62.
3. *Белявский Е.П.* Донские гирла (Санкт-Петербург 1888).
4. *Блаватский В.Д.* Работы Подводной Азово-Черноморской экспедиции в 1960 г. // Советская археология, 4, 1961, 148–157.
5. *Гарбузов Г.П., Толочко И.В., Белов В.В.* Проблемы формирования археологической базы данных для территории природного парка «Донской» (участок «Дельта Дона») // Вестник Южного научного центра. Т. 5, 3, 2009, 49–58.
6. *Далли О., Шунке Т.* Греки на Дону – предварительные результаты германо-российских раскопок в Таганроге (2004–2007 гг.) // Археологические записки. Вып. 6, Ростов-на-Дону, 2009.
7. *Есин Н.В., Савин М.Т., Жиляев А.П.* Абразионный процесс на морском берегу (Ленинград 1980).
8. *Зайцев А.В.* Связь трансгрессивно-регрессивных циклов Азово-Черноморского бассейна в голоцене со временем существования античных поселений // Проблемы палеонтологии и археологии юга России и сопредельных территорий. Материалы международной конференции (18–20 мая 2005 г.) (Ростов-на-Дону – Азов 2005), 28–29.
9. *Зайцев А.В., Зеленщиков Г.В.* Голоцен дельты Дона // Геология, география и экология океана. Материалы Международной научной конференции, посвящённой 100-летию со дня рождения Д.Г. Панова. Ростов-на-Дону, 2009. 124–126.

10. *Зеест И.Б.* Керамическая тара Боспора. Москва, 1960.
11. *Зенкович В.П.* Берега Черного и Азовского морей. Москва, 1958.
12. *Зенкович В.П.* Основы учения о развитии морских берегов. Москва, 1962.
13. *Житников В.Г.* Политическая и демографическая ситуация конца 6 – начала 5 в. до н.э. на Нижнем Дону и возникновение Елизаветовского поселения // Античная цивилизация и варварский мир в Подонье-Приазовье. Новочеркасск, 1987. С. 12–14.
14. *Житников В.Г.* Нижнее Подонье в VI – первой трети III в. до н.э. (экономическая характеристика). Автореф. дис. … канд. ист. наук. Санкт-Петербург, 1992.
15. *Книпович Т.Н.* К вопросу о торговых сношениях греков с областью р. Танаиса в VII–V веках до н.э. // Известия Государственной Академии Истории Материальной Культуры, 104, 1935, 90–110.
16. *Копылов В.П.* Таганрогское поселение в системе раннегреческих колоний Северного Причерноморья // Вестник древней истории, 4, 1999, 174–178.
17. *Копылов В.П., Соловьёв С.Л.* Разведка на побережье Таганрогского залива // Археологические открытия за 2004 г., М., 2005, 303–304.
18. *Копылов В.П., Рылов В.Г.* Историко-географические предпосылки начала освоения греками устьевой области реки Танаис // Древнее Причерноморье. Одесса, 2006. С. 86–97.
19. *Кошеленко Г.А., Кузнецов В.Д.* Греческая колонизация Азиатского Боспора // Античное наследие Кубани. Т. 1. Москва, 2010. С. 409–427.
20. *Ларенок В.А., Ларенок П.А.* Итоги исследования Таганрогского поселения // Историко-археологические исследования в Азове и на Нижнем Дону в 2010 г. Вып. 26. Азов, 2012. С. 139–153.
21. *Латышев В.В.* Известия древних писателей о Скифии и Кавказе // Вестник древней истории, 4, 1947.
22. *Леонтьев П.М.* Археологические разыскания на месте древнего Танаиса и в его окрестностях // Пропилеи, IV (Москва 1854).
23. *Лунин Б.В., Миллер М.А.* Некрополь у Беглицкой косы // Краеведение на Северном Кавказе (Ростов-на-Дону 1928), 3–4, 44–55.
24. *Маев Е.Г., Мысливец В.И., Зверев А.С.* К истории развития Таганрогского залива // Геология морей и океанов. Материалы XVII Международной научной конференции по морской геологии. Т. IV, 2007, 133–135.
25. *Мамыкина В.А.* Геологическое строение и рельеф побережья и дна Азовского моря // Вопросы биогеографии Азовского моря и его бассейна. Ленинград, 1977. С. 20–31.
26. *Мамыкина В.А., Хрусталёв Ю.П.* Береговая зона Азовского моря. Ростов-на-Дону, 1980.
27. *Марченко К.К., Житников В.Г., Яковенко Э.В.* Елизаветовское городище – греко-варварское торжище в дельте Дона // Советская археология, 3, 1988.
28. *Марченко К.К., Житников В.Г., Копылов В.П.* Елизаветовское городище на Дону. Pontus Septentrionalis II. Tanais 2. Москва, 2000.
29. *Матишов Г.Г.* Сейсмопрофилирование и картирование новейших отложений дна Азовского моря // Вестник Южного научного центра РАН. Т. 3, 3, 2007, 32–40.
30. *Матишов Г.Г., Польшин В.В., Болдырев М.А., Мысливец В.И., Маев Е.Г., Зверев А.С.* Новые представление о голоценовых отложениях шельфа Азовского моря (по данным картирования и сейсмопрофилирования дна // Экосистемные исследования Азовского, Чёрного и Каспийского морей и их побережий. Т. 4. Апатиты, 2007. 42–50.
31. *Миллер М.А.* Обследования памятников материальной культуры побережья Азовского моря // Бюллетень Северо-Кавказского краевого Бюро краеведения. Ростов-на-Дону, 1927. С. 1–6, 81–85.
32. *Миллер М.А.* Дон и Приазовье в древности. Часть II. Древняя история. Мюнхен, 1958.
33. *Монахов С.Ю.* Греческие амфоры в Причерноморье. Типология амфор ведущих центров-экспортёров товаров в керамической таре. Москва; Саратов, 2003.
34. *Мысливец В.И.* Морфоструктурная основа экосистемы Азовского моря // Комплексный мониторинг среды и биоты Азовского бассейна. T.VI. Апатиты, 2004. Издательство Кольского научного центра РАН, 2004. С. 28–43.
35. *Невесский Е.Н.* К вопросу о новейшей Черноморской трансгрессии // Труды Института океанологии АН СССР. XXVIII, 1958. С. 23–29.
36. *Новичихин А.М.* Древнейший образец раннегреческой расписной керамики с территории Синдики // Археология. Древний мир и средние века. Ростов-на-Дону, 2010.

37. *Панов Д.Г., Хрусталев Ю.П.* Новейшие тектонические движения берегов и дна Азовского моря // Доклады АН СССР. Т. 166. 3. Геология. 1966. С. 688–690.
38. *Попов Г.И.* Плейстоцен Понто-Каспийских проливов (Москва 1983).
39. *Соловьёв С.Л.* Борисфен и Танаис: два пути греческой колонизации Северного Причерноморья // Novensia. 18–19. Ośrodek Badań nad Antykiem Europy Południowo-Wschodniej. Warszawa, 2008. 339–350.
40. *Страхов Н.М.* Основы теории литогенеза. Т. 1. Москва, 1962.
41. *Фёдоров П.В.* Геологическая история Керченского пролива в связи с новыми данными бурения на его дне // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отделение геологии. 48. 5. 1973. С. 72–82.
42. *Фёдоров П.В.* Плейстоцен Понто-Каспия. Москва, 1978.
43. *Хрусталёв Ю.П., Щербаков Д.А.* Позднечетвертичные отложения Азовского моря и условия их накопления. Ростов-на-Дону, 1974.
44. *Хрусталёв Ю.П.* Закономерности осадконакопления во внутриконтинентальных морях аридной зоны. Ленинград, 1989.
45. *Шелов Д.Б.* Танаис и Нижний Дон в III – I вв. до н.э. Москва, 1970.
46. *Шнюков Е.Ф., Орловский Г.Н., Усенко В.П.* и др. Геология Азовского моря. Киев, 1974.
47. *Dunoff Chr.M.* Pontos Euxeinos // LRE, Suppl. IX, 1962.
48. *Gavriljuk N.* Fishery in the Life of the Nomadic Population of the Northern Black Sea Area in the Early Iron Age // Ancient Fishing and Fish Processing in the Black Sea Region. Black Sea Studies. Vol. 2. Ed. by T. Bekker-Nielsen. Aarhus University Press. 2005, 105–113.

МЕТОДЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АНАЛОГОВ ТЕСТОСТЕРОНА ДЛЯ СОХРАНЕНИЯ РЕДКИХ ВИДОВ РЫБ (ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОТ КУПАНИЯ ЭМБРИОНОВ ФОРЕЛИ В РАСТВОРЕ МЕТИЛТЕСТОСТЕРОНА)

Метальникова К.В.
Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГУП «ВНИРО»), Москва, Россия

METHODS OF TESTOSTERONE ANALOGUES FOR THE CONSERVATION OF FISHES RARE SPECIES (PRELIMINARY RESULTS OF SWIMMING EMBRYOS TROUT IN METHYLTESTOSTERONE SOLUTION)

Metal'nikova K.V.
Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), Moscow, Russia
ksenia@vniro.ru

Восстановление популяций редких и исчезающих видов рыбы за счет самок можно поставить на промышленную основу, используя методы криоконсервации спермы реверсантов с геномом самок. Схема получения в потомстве реверсантов преимущественно самок широко известна: на первом этапе из небольшого количества обычной молоди получаем реверсантов с геномом самок, используя аналоги тестостерона. На втором этапе этих реверсантов скрещиваем с обычными самками и в потомстве получаем преимущественно самок (Метальникова и др.,1989). При этом никакого вмешательства в геном самок не происходит, что подтверждается выходом в потомстве реверсантов преимущественно самок, до 100%. Количество реверсантов можно ограничить, используя их высокую жизнестойкость, и высокую жизнестойкость их потомства – преимущественно самок (XXxXX>XX) (Метальникова, Голубев, 2000). В России методы получения реверсантов и интерсексов разрабатывались с 1978 года для лососевых видов рыбы (Метальникова, 1986–2010) и с 1980 г. для карпа (Гомельский, 1987). В отличие от общепринятой практики получения и использования

интерсексов для производства потомства, состоящего преимущественно из самок, мы получаем и отбираем реверсантов – то есть рыб с вполне сформировавшимися семенниками и в потомстве от них получаем также преимущественно самок. При этом одних и тех же реверсантов прижизненно использовали не менее двух нерестовых сезонов. Эта методика пригодна для селекционной работы в репродукторах. Общим, для разнообразных методов управления геномом рыб (гиногенез, андрогенез, триплоидизация, стерилизация) является то, что адаптивная реакция организмов под влиянием внешних факторов позволяет получать рыб желаемого пола. Реверсия вторичных половых признаков самок и превращение их, по внешним характеристикам, в функциональных самцов является, скорее всего, генотипической нормой реакции особей на внешние условия среды. Полученные самцы, на генотипическом уровне оставаясь самками, начинают функционировать, при созревании, как самцы, без вмешательства в геном. При повышении обмена в несколько раз, (за счет анаболического эффекта аналогов тестостерона), который характеризуется увеличением интенсивности потребления кислорода на единицу живой массы рыбы (Шентякова, 1986; Метальникова, 1992), происходит ускоренное развитие генетического пола. Далее ооциты резорбируются и следующие генерации половых клеток, при интенсивных митотических делениях, минуя стадию роста и вступая в мейотические преобразования, формируют более мелкие клетки (Метальникова, 1989). В конечном итоге формируются сперматозоиды (Метальникова, 1992, 1995; Метальникова, Голубев, 2000). Требуется применение методики в репродукторе и финансирование на осуществление работы.

Материал и методика. Материалом для исследования послужила форель, предоставленная в рыбхозе «Ишхан» Черновицкой области Украины из трех бассейнов:

1. Бассейн с опытной форелью, которую на стадии эмбриогенеза начала формирования пигментации глаз у эмбрионов искупали в водноспиртовом растворе метилтестостерона (Метальникова, 1995) в декабре 2010 г., далее предполагалось её кормить комбикормом, содержащим метилтестостерон, но по причинам организационного характера эту часть работы не проводили.
2. Бассейн с контрольной форелью, которую на стадии эмбриогенеза начала формирования пигментации глаз у эмбрионов искупали в водноспиртовом растворе без метилтестостерона.
3. Бассейн с производственной форелью, которую инкубировали и выращивали по технологической схеме рыбхоза «Ишхан».

Опыт только с купанием эмбрионов форели в растворе метилтестостерона, без последующего кормления молоди комбикормом с метилтестостероном, проводили впервые, и поэтому эта работа являлась экспериментальной.

Пробы эмбрионов форели через сутки после купания в растворе метилтестостерона и пробы гонад форели в 8-месячном возрасте были зафиксированы в рыбхозе «Ишхан» в 10% растворе формалина.

Далее во ВНИРО пробы эмбрионов и гонад форели были перефиксированы в 70^0 этиловым спирте и подвергнуты гистологической обработке и исследованию под микроскопом. Проводку осуществляли через автомат для гистологической обработки тканей карусельного типа (Модель STP -120); заливку в парафин – через заливочную станцию EC 350; продольные срезы толщиной 5–7 мкм делали на микротоме «MICROM HM 440E». Полученные срезы окрашивали гематоксилином по Джилла 1 (Биовитрум, 2010) с докраской ядер спиртовым раствором эозина. Фотографии готовых гистологических препаратов сделаны с помощью компьютерной системы с автоматической видеокамерой Leica DC при увеличении окуляра 10х и объективов х10, 40. Для изготовления цифровых микрофотографий гистологических препаратов использовали программу DC Viewer, соединенную с программой редактирования изображений PhotoShop 9.0

Через сутки после купания икры из экспериментальной и контрольной партий были взяты пробы икры с эмбрионами и проанализированы под микроскопом: все зародыши были живые и развивались. В результате проведенных исследований выявили, что у зародышей форели в этот период онтогенетического развития закладка первичных половых клеток (ППК) ещё не происходит, рис. 1а. Но нейроэндокринная система уже функционирует, рис. 1б. При исследовании гонад у экспериментальной рыбы, после шестимесячного выращивания в обычных условиях при 10^0С и нормальном кормлении форели кормами фирмы «Aller Aqua», выявили процессы в гонадах, свойственные формирующимся реверсантам (рис. 1в (реверсант) и 1г (генетический

самец, обработанный метилтестостероном), в то время как в контрольном варианте наблюдали нормальное развитие гонад (1д, 1е).

Количество обработанного материала представлено в таблице 1.

Таблица 1

Количество обработанного материала эмбрионов и гонад форели из рыбхоза «Ишхан», 2011г. во ФГУП «ВНИРО»

Объекты фиксации	Эмбрионы Опыт/контроль, шт.	Гонады, шт.
Зафиксировано в 10% формалине	10/10	62
Обработано гистологически, шт.	10/10	62
Приготовлено стёкол всего, шт.	40	243
Приготовлено срезов всего, шт.	240	10208
Исследовано под микроскопом срезов всего, шт.	240	10208
Сделано фотографий всего, шт.	10	270

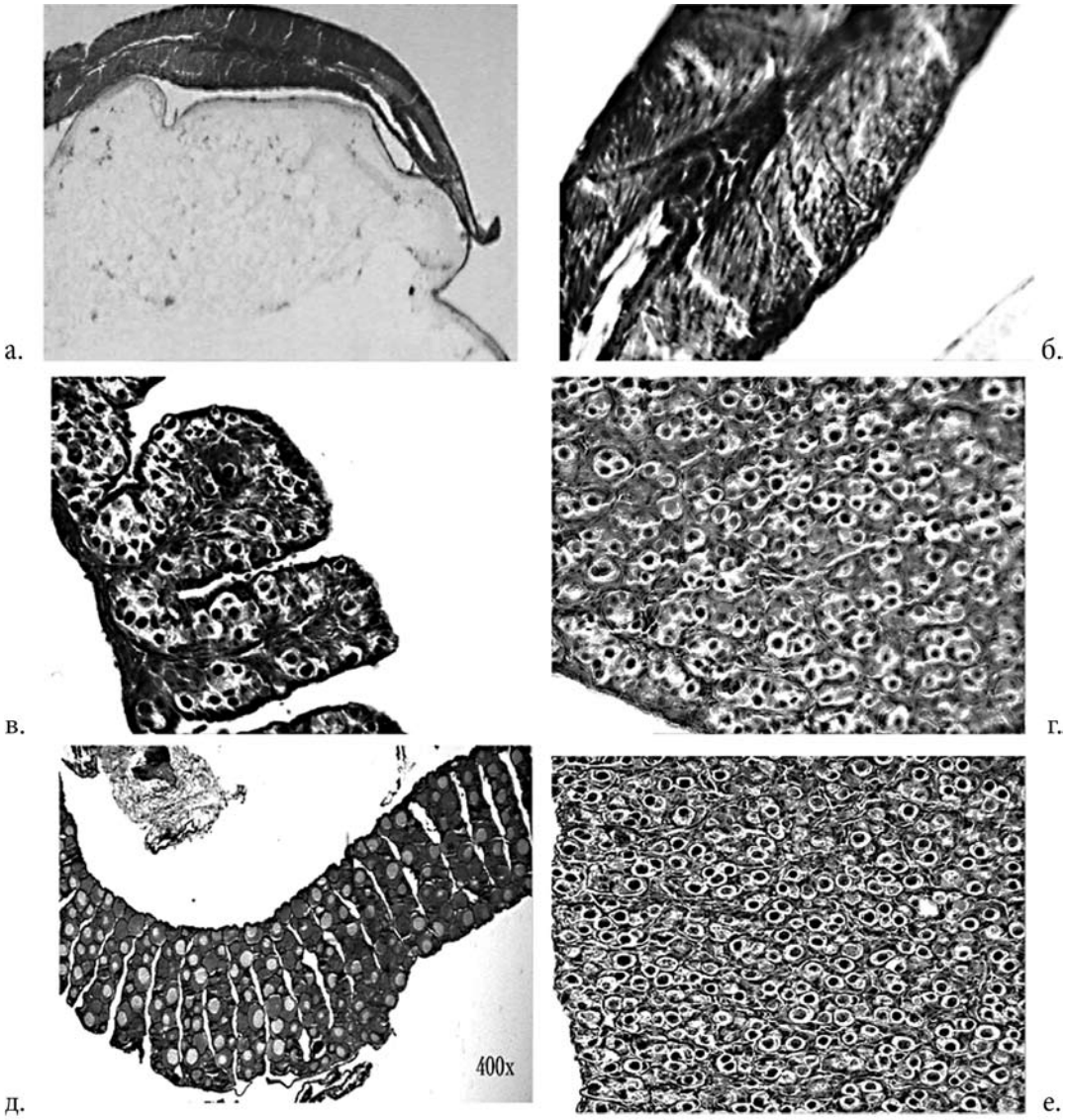


Рис. 1. Результаты гистологического исследования эмбрионов и гонад форели из р/х «Ишхан», Украина в 2011г.: а)Эмбрион с икринкой, б)краниальный участок эмбриона, в)реверсант, г)самец, обработанный метилтестостероном, д)самка производственная, е)самец производственный. Увеличение: а)100х, б) 400х, в) 400х, г)400х, д)400х, е)400х

Разбив выборку форели на условные классы: самки, самцы, интерсексы, стерильные, получили следующее соотношение полов в исследуемых вариантах (таблица 2).

Таблица 2.

Предварительные результаты гистологического исследования гонад форели в возрасте 8 мес. из рыбхоза «Ишхан», Украина

Варианты	Соотношение полов, в %				
	Самки	Самцы	интерсексы	Стерильные	Примечания
Опыт	7,4	51,9	18,5	22,2	Стерильные-это самки с большим количеством соединительной ткани на срезах в гонадах
Контроль	50,0	50,0	0	0	Много ооцитов синаптенного пути при наличии ооцитов периода протоплазматического роста фазы превителлогенеза
Производственная	62,5	37,5	0	0	Рыба не докармливалась, что очевидно по складчатому состоянию оболочки ооцитов

При воздействии искусственными андрогенами на организм форели мы влияем на её гипоталамо-гипофизарную систему, изменяя динамику её функционирования, и вызывая процессы реверсии в организме рыб на фенотипическом уровне, не затрагивая генотип.

При определённых условиях, используя метилтестостерон в водно-спиртовом растворе, можно получать интерсексов и, возможно, реверсантов для дальнейшего их использования с целью получения от них преимущественно самок в потомстве. Такая методика являясь инновационной, на данном этапе развития этого направления, значительно проще, доступней, дешевле и менее трудоёмка, чем обработка будущих реверсантов кормлением комбикормом, содержащим синтетические аналоги тестостерона.

Технико-экономическое обоснование данной работы будет осуществляться при конкретной разработке методики для сохраняемого вида рыбы. Прогнозируемые предварительные результаты работы:

– «Материалы к методике оптимизации отбора рыб производителей-реверсантов»,
– «Анализ уровня и определение эффективности использования реверсантов для конкретных мероприятий по сохранению биоразнообразия исчезающих видов рыб».

Результаты должны будут войти в сборник нормативно-методической документации по искусственному воспроизводству лососей, осетровых или других видов рыб в современных условиях. Продолжительность использования такого сборника более 10 лет. Он будет востребован на лососевых и осетровых рыбоводных заводах, в товарных хозяйствах и репродукторах, НИИ.

Работа была выполнена ФГУП «ВНИРО» и ИРХ НАНУ при совместном финансировании, рыбу содержит форелевое хозяйство «Ишхан», Украина.

Список литературы

1. *Гомельский Б.Ф.* Методические указания по гормональной и генетической регуляции пола у карпа. М., 1987. 9 с.
2. *Метальникова К.В., Бурцев И.А., Слизченко А.Г.* Методические рекомендации по получению однополого женского потомства у стальноголового лосося. М.: ВНИРО, 1989. 14с.
3. *Метальникова К.В., Голубев В.А*. Получение потомства форели от реверсантов в нерестовырастном хозяйстве «Прибрежное» (Калининградская обл.) // Рыбное хоз. Сер. «Пресноводная аквакультура». ВНИЭРХ. Вып. 4. 2000. С. 19–24.
4. *Метальникова К.В.* Влияние синтетических аналогов тестостерона на передифференцировку пола у стальноголового лосося (*Oncorhynchus mykiss* (Walb.). Автореф. дис. … к.б.н. М.: ВНИРО, 1992. 16 с.
5. *Метальникова К.В.* Влияние синтетических аналогов тестостерона на гаметогенез у Oncorhynchus mykiss (Walb.) // Рыбное хозяйство. 1995. №2. С. 40–42.
6. *Шентякова К.В.* Влияние стероидных гормонов на баланс энергии молоди стальноголового лосося // Тез. докл. на совещ. 15–17 апреля 1986 г. в г. Суздаль. М.: ВНИРО, 1986. С. 7.

ОЦЕНКА ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ И СТЕПЕНИ ТРАНСФОРМАЦИИ ЦИКЛА УГЛЕРОДА ПРИБРЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЧЁРНОГО МОРЯ

Моисеенко О.Г., Медведев Е.В., Орехова Н.А.
Морской гидрофизический институт НАН Украины, Севастополь, Украина

AN ASSESSMENT OF FUNCTIONING APPROPRIATENESS AND TRANSFORMATION DEGREE OF THE BLACK SEA COASTAL ECOSYSTEMS CARBON CYCLE

Moiseenko O.G., Medvedev E.V., Orehkova N.A.
Marine hydrophysical institute NAS of Ukraine, Sevastopol, Ukraine
olga.moiseenko.65@mail.ru

Трансформация морской среды под воздействием антропогенной нагрузки и климатических изменений диктует необходимость научного методологического подхода оценки состояния основных природных циклов, который позволял бы сравнивать состояние удаленных друг от друга объектов, имеющих различные биогеохимические характеристики.

Сложившуюся за последние десятилетия экосистему Севастопольской бухты следует рассматривать как типичную экосистему с равновесием природно-антропогенного типа, существующую при постоянном внешнем воздействии человека и интенсивно эксплуатируемую [1]. Многолетние мониторинговые исследования бухты позволили на её примере выработать подход к закономерности функционирования и оценить степень трансформации цикла углерода, который является одним из важнейших естественных циклов, обеспечивающих круговорот веществ в природе [2].

Цель данной работы – используя выработанный методический подход, оценить статус циклов углерода Севастопольской бухты [1], Днепровско-Бугского лимана [3] и бухты Казачья [4].

В работе использованы и обобщены данные натурных измерений с 1998 по 2009 гг. в Севастопольской бухте по схеме из 32 ст., в 2007 г., в Днепровско-Бугском лимане по схеме из 14 ст. в лимане и 1 ст. на взморье и в 2003 г., в бухте Казачьей по схеме из12 станций.

Во время экспедиций отбирались пробы воды и донных осадков, процедура отбора, анализа и расчета концентраций компонентов карбонатной системы подробно описаны в работе [2].

Там же [2], авторы пришли к выводу, что и климатические, и антропогенные изменения привели к значительным нарушениям в биогеохимическом цикле углерода бухты: трансформации естественно-природной сезонной изменчивости компонентов цикла в антропогенно-природную и увеличению резервного фонда CO_2, особенно в теплый период года. Такие изменения процессов, протекающих в водной среде, должны находить свое отражение в состоянии донных отложений – конечном пункте миграции вещества в водной экосистеме.

В углеродном цикле морских экосистем различают органическую составляющую, связанную с синтезом и трансформацией органического вещества (1), и неорганическую составляющую, включающую процессы образования карбонатов, их выпадения в осадок и растворения (2).

$$CO_2+H_2O \rightarrow CH_2O\downarrow+O_2\uparrow \qquad \text{«насос органического углерода»} \qquad (1)$$

Такой процесс приводит к потреблению CO_2 и образованию органического вещества, а водная среда поглощает углекислый газ, являясь стоком для CO_2 из атмосферы. Образовавшееся органическое вещество подвергается на последующих этапах процессам окисления и осаждения. В зависимости от соотношения интенсивности этих процессов большая или меньшая часть образовавшегося органического вещества аккумулируется донными осадками, что определяет инвазию CO_2, т.е. изъятие его из атмосферы (рис. 1).

$$Ca^{2+}+2HCO_3^{+} \rightarrow CaCO_3\downarrow+H_2O+CO_2\uparrow \qquad \text{«карбонатный насос»} \qquad (2)$$

В результате этой реакции продуцируются карбонат кальция и углекислый газ, что приводит к увеличению доли неорганического углерода в донных осадках, делает акваторию источником углекислого газа и определяет процесс эвазии CO_2, т.е. выделение его в атмосферу. Поскольку бухта

представляет собой мелководную акваторию, то результатом сдвига динамического равновесия цикла углерода в сторону «карбонатного насоса» является накопление $CaCO_3$, а в сторону «насоса органического углерода» – $C_{орг}$ в донных осадках.

Для определения направления основных процессов карбонатного цикла необходимо определить приоритет образования либо $CaCO_3$, либо $C_{орг}$. Нами для этих целей использовалась относительная величина – «rain ratio parameter» γ, описанная в работе [6]:

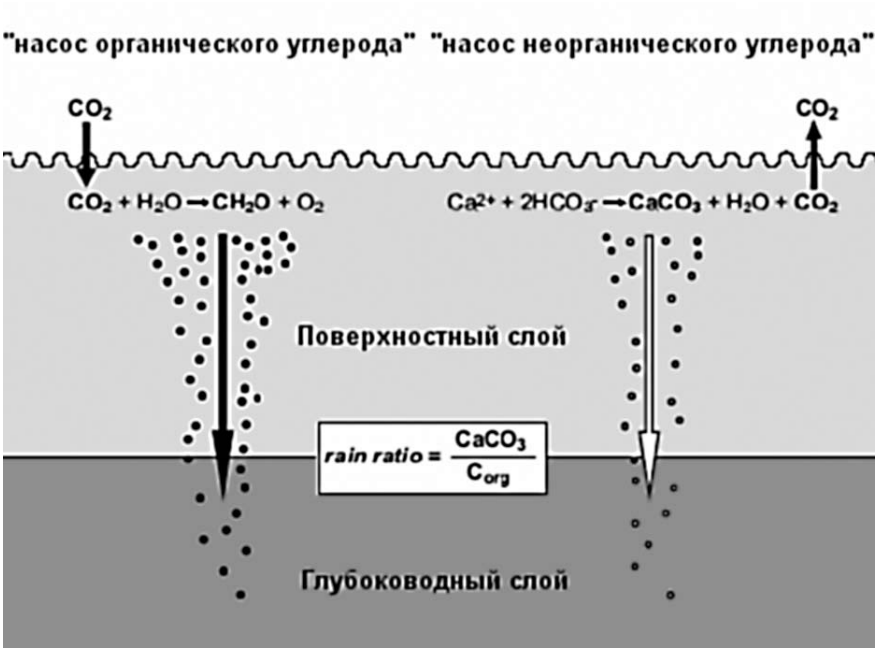


Рис. 1. Схема биолого-химической составляющей цикла углерода [5]

$$\gamma = \frac{CaCO_3}{CaCO_3 + C_{орг}} \qquad (3)$$

Параметр γ изменяется от нуля до единицы. Если γ = 0, в донных осадках имеет место образование только органической формы углерода, а неорганическая форма не образуется вовсе. Если γ = 1, то образуется только $CaCO_3$, а $C_{орг}$ в донных осадках не накапливается.

По данным 2008 г. среднее значение параметра γ для Севастопольской бухты равно 0.46, то есть в целом в бухте органический и неорганический углерод накапливаются примерно в равных долях. Однако, анализ пространственного распределения величины параметра γ показал, что на большей части площади донных осадков бухты преобладает процесс накопления $C_{орг}$ и только на выходе из бухты идет процесс интенсивного накопления $CaCO_3$.

На большей части бухты органического углерода производиться больше, чем расходуется на окисление, что является признаком автотрофной экосистемы, такая экосистема демонстрирует дефицит соотношения содержания растворенного неорганического углерода к содержанию диоксида углерода, что приводит к его накоплению в придонном слое, вследствие чего поверхностный слой вод насыщается CO_2 из двух источников: атмосферы и придонного слоя вод, создавая условия, при достаточном содержании в воде биогенных элементов, для дополнительного синтеза органического вещества в поверхностном слое вод бухты.

За пределами бухты значение параметра γ в том же 2008 году составило 0,99, что является подтверждение совершенно иного динамического равновесия углеродного цикла, чем внутри бухты, которое описывается уравнением (2). Этот факт подтверждает предположение о том, что изменение природного цикла бухты является откликом экосистемы на антропогенное воздействие. Кроме того, величина параметра γ по результатам наших наблюдений уменьшалась с 0,57 в 2003 г. до 0,46 в 2008 г. Цикл углерода в бухте все более смещается в сторону образования и накопления органического

углерода, а ежегодно увеличивающийся антропогенный прессинг делает процессы самоочищения в Севастопольской бухте практически невозможными.

Выше описанный параметр γ цикла углерода был использован для оценки цикла углерода Днепровско-Бугского лимана. Параметр γ изменялся от 0.03 до 0.31, среднее значение составило 0,13. Очевидно, что практически вся поверхность донных осадков накапливает $C_{орг}$. Таким образом, цикл углерода Днепровско-Бугского лимана, аналогично циклу углерода Севастопольской бухты протекает в соответствие со схемой «насоса органического углерода» (1).

Аналогично оценивали и цикл углерода бухты Казачьей. Параметр γ изменялся от 0,94 до 1,0, среднее значение составило 0,97. Можно считать, что цикл углерода бухты Казачьей реализуется преимущественно в соответствие со схемой реакций «карбонатного насоса» (2).

Таким образом, из трех рассмотренных прибрежных акваторий две: Днепровско-Бугский лиман и Севастопольская бухта, представляют собой экосистемы, циклы углерода которых функционирую преимущественно по схеме «насоса органического углерода» (1). Накопление органического углерода приводит к понижению водородного показателя и, как следствие, к изменению окислительно-восстановительного потенциала, что и способствует протеканию процессов сульфатредукции, которые сопровождаются образованием сероводорода и возникновению анаэробных зон в придонном слое вод и верхнем слое донных отложений как Днепровско-Бугского лимана, так и Севастопольской бухты. Этот процесс затрагивает другое природное равновесие, от которого зависит биологическая продуктивность и биологическое разнообразие водной экосистемы – кислородный режим бассейна.

Реализация процессов цикла углерода бухты Казачьей приводит к накоплению неорганического углерода в донных отложениях и, вероятнее всего, делает бухту источником CO_2, каким являются большинство прибрежных акваторий в соответствие с уравнением (2). Несмотря на то, что в бухте находится дополнительный источник нестойкого органического вещества – дельфинарий, к тому же она является популярным местом отдыха и испытывает значительную рекреационную нагрузку, процессы самоочищения в ней протекают достаточно интенсивно, чтобы сохранить естественно-природное равновесие экосистемы в целом.

Работа выполнена при финансовой поддержке национального проекта №0107U01161 «Управление прибрежным ресурсным потенциалом морских акваторий Украины» и международного ЕС 7th FP Area ENV. 2009.2.2.1.4: Integrated Coastal Zone Management (2010–2013, PEGASO, # 244170), Collaborative large-scale integrating project: People for Ecosystem based Governance in Assessing Sustainable development of Ocean and coast (PEGASO).

Список литературы

1. *Иванов В.А., Овсяный Е.И., Репетин Л.Н. и др*. Гидролого-гидрохимический режим Севастопольской бухты и его изменения под воздействием климатических и антропогенных факторов. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2006. 90 с.
2. *Моисеенко О.Г., Орехова Н.А.* Исследование механизма многолетней эволюции цикла углерода в экосистеме Севастопольской бухты // Морской гидрофизический журнал. 2011 № 2. С. 72–83.
3. *Полищук В.С., Замбрибощ Ф.С., Тимченко В.М и др*. Лиманы Северного Причерноморья. Киев: Наукова думка, 1990. 204 с.
4. *Романов А.С., Орехова Н.А., Игнатьева О.Г., Коновалов С.К., Овсяный Е.И.* Влияние физико-химических характеристик донных осадков на распределение микроэлементов на примере бухт Севастополя (Чёрное море) // Экология моря, 2007. Вып. 73. С. 85–90.
5. *Rost B., Riebesell U.* Coccolithophores and the biological pump: responses to environmental changes. // Coccolithophores: from molecular processes to global impact. Berlin: Springer, 2004. p. 99–125.
6. *Zeebe R. E, Wolf-Gladrow D.* CO_2 in seawater: equilibrium, kinetics, isotopes. Elsevier Oceanography Series, 65. 2001. 346 p.

СУПРАЛИТОРАЛЬНАЯ КОЛЕОПТЕРОФАУНА (INSECTA: COLEOPTERA) ПЕСЧАНЫХ ПОБЕРЕЖИЙ ТАГАНРОГСКОГО ЗАЛИВА

Набоженко М.В.[1,2], Шохин И.В.[2], Марахонич А.В.[3]

[1]Азовский филиал мурманского морского биологического института Кольского научного центра РАН, Ростов-на-Дону, Россия

[2] Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

[3]Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

SUPRALITTORAL COLEOPTEROFAUNA (INSECTA: COLEOPTERA) OF SANDS COASTS OF TAGANROG BAY

Nabozhenko M.V. [1,2], Shokhin I.V. [2], Marakhonich A.V.

[1]Azov branch of Murmansk marine biological institute RAS, Rostov-on-Don, Russia

[2] Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia

[3]Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

Песчаные побережья морей являются одним из важнейших миграционных коридоров для многих видов беспозвоночных и отражают не только новейшие миграции, но и фауногенез обширных территорий, дают понимание трансрессий и регрессий дверних и современных морских бассейнов. Песчаные косы и берега Таганрогского залива не являются исключением и предоставляют богатый материал для фауногенетических реконструкций. Основой для подобных реконструкций могут служить стенотопные супралиторальные виды, особенно нелетающие.

Одними из важнейших факторов, влияющих на состав и распределение супралиторальной фауны являются абразия и рекреация берегов. В последние десятилетия абразионные береговые процессы усилились, особенно юго-восточного побережья залива, что связано с изменением основного направления ветровых процессов с восточных на преобладающие западные и усилением штормовых явлений. Немалую роль в развитие абразии берегов вносит антропогенный фактор (застройка и распахивание земель в запретной береговой зоне, вырубка кустарников и деревьев). Песчаные косы также подвергаются огромной антропогенной нагрузке, связанной со сплошной застройкой, вывозом песка для строительных нужд, выжиганием растительности.

В рамках мониторинговых исследований восточной части Таганрогского залива в течение 2011–2012 гг. проводились сборы супралиторальной фауны и анализ влияющих на нее процессов. Всего было обследовано 6 песчаных участков побережий Таганрогского залива (Беглицкая коса, Петрушино, Таганрогская коса, Чумбурская коса, Павло-очаковская коса, Порт-Катон). Работа выполнена в рамках базовой темы Азовского филиала ММБИ РАН: «Биоразнообразие и экосистема Азовского моря под воздействием естественных и антропогенных факторов» и при поддержке программы фундаментальных исследований ОНЗ РАН № 13 «Географические основы устойчивого развития Российской Федерации и ее регионов», ФЦП «Мировой океан» (№ госрегистрации 01201161929).

Основу псаммофильной колеоптерофауны супралиторали Таганрогского залива составляют 8 семейств (рис. 1), среди которых преобладают Tenebrionidae (от 20 до 38% от общего количества видов), второе место занимают Carabidae (от 15 до 29 %), значительную долю составляют неспецифические мезофильные виды Staphilinidae (рис. 1). Ниже дана более подробная характеристика каждого локалитета.

Беглицкая коса. Значительную долю в супралиторальной колеоптерофауне Беглицкой косы составляют Tenebrionidae и Scarabaeidae, многие из которых являются специфичными супралиторальными обитателями: *Phaleria pontica*, *Ammobius rufus*, *Gonocephalum pygmaeum*, *Pedinus femoralis* (песчаная форма). При этом, последние два вида характерны не только для морских побережий, но и для прибрежной зоны внутриконтинентальных водоемов, а первые два относятся исключительно к супралиторальной морской фауне. Специфичными псаммофилами можно считать и виды трибы Psammodiini, многие из которых характерны для песчаных кос Таганрогского залива. Следует от-

метить, что распределение псаммофильной фауны на Беглицкой косе неравномерное. Большинство указанных таксонов отмечено в толще песка на песчаных грядах, на незаливаемой полосе. Только вид *Phaleria pontica* отмечен в заливной зоне во влажном песке. Из Histeridae отмечен только один псаммофильный вид, численность которого превышала 30 экз./м^2. Многочисленным (до 100 экз./м^2), но бедном в видовом отношении было семейство Anthicidae, представители которого характерны для узкой кромки основания гряд на границе заливаемой зоны. Массовым видом среди Staphilinidae был *Tachyporus hypnorum* и *Aleochara* sp. Первый вид является эврибионтом, хотя встречается наиболее часто в лесной подстилке, второй вид характерен для помета млекопитающих. Фоновой группой среди Carabidae выступали виды рода *Bembidion*. Специфичных супралиторальных обитателей среди Staphilinidae и Carabidae не отмечено.

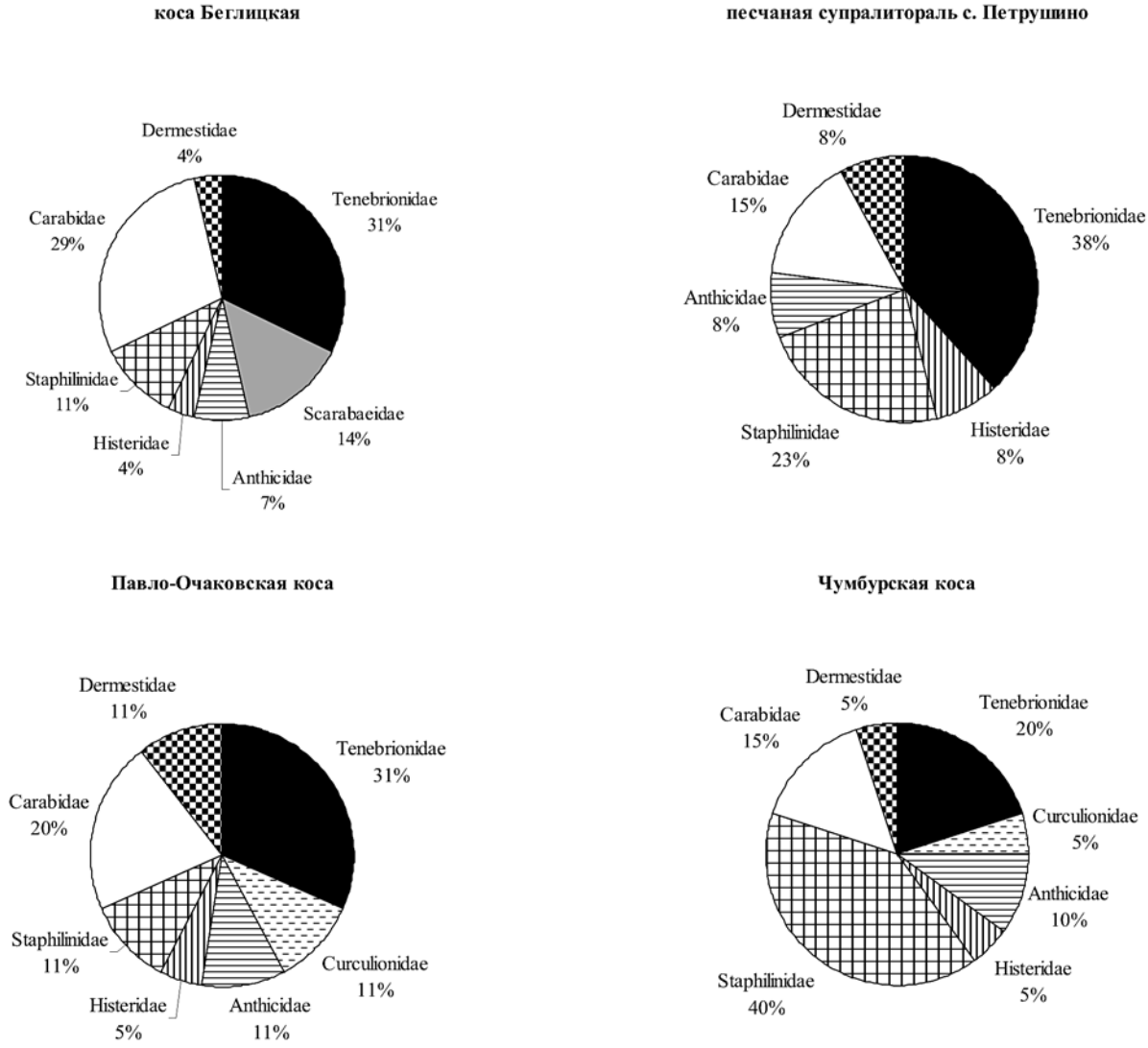


Рис. 1. Разнообразие семейств Coleoptera на песчаных побережьях Таганрогского залива

Песчаное побережье, с. Петрушино. Песчаные биотопы в значительной степени деградированы и представляют собой узкую полосу без гряд или дюн. Наибольшего разнообразия достигают жуки-чернотелки (Tenebrionidae) и Histeridae (*Hister quadrimaculatus*), из которых характерными супралиторальным обитателем является *Ammobius rufus*. Остальные виды относятся к степным эврибионтам: *Opatrum sabulosum*, *Gonocephalum granulatum pusillum*.

Павло-Очаковская коса. В настоящее время песчаные биотопы Павло-Очаковской косы находятся в состоянии сильной деградации, результатом которой является сплошная застройка территории

косы (новейшие здания достигают уреза воды), выжигание и выкорчевывание растительности на песчаном пляже. Основу скудного растительного покрова составляет рудеральная растительноть возле хозяйственных построек. Среди почвообитающих жесткокрылых Павло-Очаковской косы содоминантными являются 4 семейства жесткокрылых. Значительного разнообразия достигают Dermestidae (11%), что связано с наличием растительной и животной органики, в том числе и антропогенного происхождения. Не смотря на то, что коса сложена как мелкобитой ракушей, так и неорганическим песком, характерных супралиторальных видов на ней не отмечено, что связано не только с хозяйственной деятельностью человека, но и с изолированностью потенциальных миграционных путей (песчаных кос) на восточном побережье Таганрогского залива (и Азовского моря в целом) и, соответственно, нивелированием роли песчаных кос как зоогеографического коридора. Среди Tenebrionidae преобладают эврибионтные виды: *Opatrum sabulosum*, *Gonocephalum granulatum pusillum*, *Blaps lethifera*. Карапузики (Histeridae) представлены двумя видами. Среди Carabidae доминируют виды рода *Dischirius*. Единственным псаммофильным элементом является *Scarites* sp., представитель туранской фауны.

Чумбурская коса. Распределение жесткокрылых, процентное соотношение семейств и видовое разнообразие супралиторальных жесткокрылых на Чумбурской косе связаны с антропогенной нагрузкой. Коса сложена ракушечником, лишь локальные очень узкие и хорошо вымываемые участки состоят из песка неорганического происхождения. Береговая полоса полностью отделена от моря берегозащитными укреплениями, поэтому условия для обитания псаммофильных и ксерофильных жесткокрылых практически отсутствуют. Исключение составлял только один псаммофильный вид *Pleurophorus* (Scarabaeidae), отмеченный во влажном ракушечнике. Большинство отмеченных на косе видов являются мезо- и гигрофилами, обитающими во влажном песке и в зоне заплеска. В результате, наиболее высокой численностью и разнообразием обладают представители семейства Staphilinidae, фоновыми таксонами являются виды родов *Tachyporus* и *Pederus*. Благодаря частым штормовым явлениям каменисто-галечниково-песчаный берег Чумбурской косы усыпан многочисленными двустворчатыми моллюсками из рода *Adacna*, разлагающееся внутреннее тело которых привлекает детритофагов и хищников. Из умеренно ксерофильных видов на супралиторали отмечен только степной *Nalassus sareptanus*.

Порт-Катон. Песчаный мыс в районе Порт-Катона подвержен сильной антропогенной нагрузке, связанной с работой грейдеров («облагораживанием пляжа») и вывозом песка для строительных нужд. Результатом этого является бедность и неспецифичность видового состава жесткокрылых. Наибольшая численность и разнообразие наблюдается среди Staphilinidae, которых отмечено 5 видов (*Pederus* sp., *Drusila* sp., 2 вида из подсемейства Athetinae и *Tachyporus hypnorum*). Второй по разнообразию группой являются Dermestidae. Среди жужелиц отмечены некоторые виды родов *Bembidion* и *Dischyrius*. Высокая численность и разнообразие указанных групп связаны с большим количеством мертвой рыбы на побережье (выброшенной рыбаками либо штормами) и растительной органики.

Зоогеографическая анализ и генезис псаммофильной супралиторальной колеоптерофауны южных морей России были сделаны в работе (Набоженко и др., 2012). Основываясь на литературных данных и собственном материале, можно констатировать, что основным направлением миграционных путей для средиземноморской супралиторальной фауны являются западные побережья Азовского моря, в то время как восточные побережья содержат неспецифичную фауну из пограничных ландшафтов. Доказательством этому служит ряд видов Tenebrionidae и Scarabaeidae, отмеченных на западном побережье Азовского моря:

Ammobius rufus. Вид имеет широкий ареал и распространен по всем песчаным побережьям Средиземного, Мраморного и Эгейского морей, по северному побережью Черного моря (от европейской Турции до Пицунды). Указывался для побережий Азовского моря (Абдурахманов, Набоженко, 2011), где отмечен на песчаных берегах только его западной части. Самая северная точка ареала – Петрушино, северней Беглицкой косы.

Phaleria pontica – Ранее считался эндемиком песчаных побережий Черного моря (Черней, 2005). Впервые указывался для супралиторали Азовского моря в работе Абдурахманова и Набоженко (2011). По западному побережью доходит до Беглицкой косы.

Trachyscelis aphodioides. Широко распространен на песчаных побережьях Атлантики. Северовосточная граница ареала ранее проводилась по северным берегам Черного моря (Черней, 2005).

Отмечен для супралиторальной фауны Азовского моря (Абдурахманов, Набоженко, 2011). Северо-восточная граница ареала проходит по Белосарайской косе Таганрогского залива, известен также с Бердянской и Обиточной кос.

Gonocephalum pygmaeum. Супралиторальный южно-европейский вид, распространенный на морских побережьях и по берегам континентальных водоемов, восточная часть ареала которого имеет большие дизъюнкции (разрывы). Распространению этого вида в прошлом способствовали песчаные речные террассы Дона. Самая восточная изолированная популяция отмечена на берегах некоторых озер на Цимлянских песках. Широко распространен на западной побережье Азовского моря (Абдурахманов, Набоженко, 2011).

Psammodius basalis ранее был известен из Средиземноморья, где приурочен в основном к супралиторальным пескам. Самое восточное местонахождение вида – Белосарайская коса.

Восточное побережье содежит лишь некоторые северо-туранские ксерофильные псаммофильные элементы (*Scarites* sp., *Tentyria nomas*, *Pimelia subglobosa*, *Blaps parvicollis* в дюнах дельты Дона), распространению которых способствовали песчаные речные террассы, а также аридизация климата после плейстоценовых оледений.

Таким образом, основу специфичной супралиторальной фауны западного побережья Азовского моря составляют средиземноморские и атлантические супралиторальные виды, для восточного побебережья характерны ксерофильные северо-туранские элементы и широко распространенные западнопалеарктические виды.

Список литературы

1. *Абдурахманов Г.М., Набоженко М.В.* Определитель и каталог жуков-чернотелок (Coleoptera: Tenebrionidae s. str.) Кавказа и юга европейской части России. Москва: Товарищество научных изданий КМК, 2011. 361 с.
2. *Набоженко М.В., Шохин И.В., Абдурахманов Г.М., Марахонич А.В., Олейник Д.И., Клычева А.Н.* Основные закономерности распределения и генезис псаммофильных жесткокрылых понто-каспийского региона на примере Tenebrionidae и Scarabaeoidea (Insecta: Coleoptera) // Юг России: экология, развитие. 2012. № 1. С. 110–126.
3. *Черней Л.С.* Жуки-чернотелки (Coleoptera, Tenebrionidae). Фауна Украины. Т. 19. Жесткокрылые. Вып. 10. Киев: Наукова думка, 2005. 431 с.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ВЕРХНИХ ОТДЕЛОВ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ РОССИЙСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ЧЕРНОГО МОРЯ

Никитина В.Н., Лисовская О.А.
Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

CURRENT STATE OF SHALLOW WATER VEGETATION OF THE BLACK SEA COAST (RUSSIAN SECTOR)

Nikitina V.N., Lisovskaya O.A.
Saint-Petersburg State University, St-Petersburg, Russia
botsadspbgu@yandex.ru, o_lisovskaya@mail.ru

Подводный склон Восточного побережья Керченского пролива. Берега Таманского полуострова абразионные. Береговая линия выровненная, слабо извилистая, речной сток отсутствует. Мысы формируются в местах обнажения устойчивых к разрушению пород. Средняя соленость в районе к югу от Керченского пролива – 18‰ (Петров, 2004).

В верхних отделах береговой зоны Восточного побережья Керченского пролива водная растительность представлена преимущественно сообществами морских трав с доминированием *Zostera marina* L., *Ruppia maritima* L., *Zannichellia major* Boenn. В кутовых частях заливов, районах с ослабленной волновой деятельностью, на илистых грунтах преобладали сообщества водных цветковых растений с участием преимущественно зеленых водорослей родов *Ulothrix*, *Cladopora*, *Rhizoclonium*, *Chaetomorpha*, а также красных водорослей *Ceramium spp., Chondria tenuissima* (Good. et Wood.) Ag., *Polysiphonia spp.* Состав сопутствующих видов в каждой конкретной ассоциации разнообразен, почти не повторяется и определяется в первую очередь, вероятно, не условиями, создаваемыми доминантом, а абиотическими факторами, например, соленостью.

В районе распространения мягких грунтов в летний период наблюдается образование водорослевых матов. Они образуются в кутовых частях заливов (Динского, Таманского), а также в лиманах. Маты представляют собой плавающие неприкрепленные скопления макрофитов, состоящие из вегетирующих и отмирающих слоевищ водорослей. Маты иногда имеют толщину более 1 м и занимают всю толщу воды до дна на мелководье. Состав матов разнообразен и зависит от состава фитоценоза-источника водорослей. В состав матов входят водоросли следующих видов: *Cladophora albida* (Huds.) Kütz., *C. sericea* (Huds.) Kütz., *Chaetomorpha linum* (Müll.) Kütz., *Hydrocoleus lyngbyaceus* Kütz., *Enteromorpha intestinalis* (L.) Link., *Ulothrix flacca* (Dillw.) Thur., *Geminella marina* G. Hamel, *Ceramium tenuissimum* (Lyngb.) J. Ag., *Polysiphonia brodiaei* (Dillw.) Grev., *P. denudata* (Dillw.) Kütz.

Подводный склон Северной части Черноморского побережья Кавказа – это район подводного склона средневысотных гор. От Анапы до Новороссийской бухты преобладают абразионные и обвально-оползневые берега, от Новороссийской бухты до мыса Чуговкопас – бухтовые берега, от мыса Чуговкопас до Туапсе – абразионные берега с активным клифом, чередующиеся с аккумулятивными берегами. С севера на юг речной сток увеличивается, средняя соленость уменьшается с 18 до 17‰, температура воды в феврале повышается с 6–7 до 8°С (Петров, 2004).

В районе поселка Джанхот, мыса Кадош и скалы Киселева в псевдо- и сублиторали на глубине до 0,5 м каменистые гряды, уходящие в воду перпендикулярно берегу, образуют «ванны». Волновое воздействие здесь ослаблено (гряды служат естественными волнорезами), вода сильно прогревается, так как глубина очень мала. Водоросли образуют сообщества ассоциации Cystoseira barbata + C. crinita – Padina pavonia. На верхних поверхностях гряд преобладают *Padina pavonia* (L.) Gaill., *Dilophus fasciola* (Roth) Howe, на боковых поверхностях – *Cystoseira spp.* На мысах, где прибойность высока, на глубине от 10–20 см растительный покров мозаичный, представлен сообществами ассоциаций Cystoseira barbata + C. crinita + Enteromorpha intestinalis + Ulva rigida и Gelidium crinale + Cladophoropsis membranacea + Corallina officinalis.

На глубине от 0,3 м распространены цистозировые фитоценозы, во втором ярусе появляется *Cladostephus verticillatus* (Lightf.) Ag., в нижнем ярусе – *Corallina spp.*, плотные подушки зеленых водорослей и *Gelidium crinale* (Turn.) Lamour. С увеличением глубины высота покрова возрастает. В со-

обществах выделяется доминант – *Cystoseira barbata* (Good. et Wood.) Ag., слоевища которого высотой 20–50 см образуют первый ярус растительности. Второй ярус образуют те же виды, что произрастают в мелководной зоне, но средние размеры их слоевищ здесь несколько возрастают. Таким образом, с глубины 0,5 м наблюдаются сообщества ассоциации *Cystoseira barbata + C. crinita – Cladostephus verticillatus – Corallina officinalis*.

Подводный склон Северо-западной части побережья Колхиды. В районе преобладают выровненные абразионно-аккумулятивные берега в северной части и дельтовые в южной. Клиф – отмерший, защищенный от прямого воздействия волн узкой террасой, по которой проложена линия железной дороги. Побережье в этом районе в наибольшей степени подвергается антропогенным изменениям. Средняя соленость воды 16–17 ‰ (Калугина-Гутник, 1970). В **подрайоне от Туапсе до устья Мзымты** пляжи сложены валунно-галечными наносами с преобладанием гальки. Вследствие изъятия материала с пляжей и из русел рек, к настоящему времени естественные пляжи подверглись значительным размывам, на отдельных участках их ширина не превышает 5 м, что недостаточно для гашения волн. Подвижность наносов, как на пляже, так и в верхней части подводного склона препятствует формированию сообществ макрофитобентоса на многих участках побережья в этом районе. Берег на всем протяжении обустроен гидротехническими сооружениями, особенно плотное их расположение наблюдается в районе от Уч-Дере до Мзымты (Игнатов, Орлова, 2009). Разнообразные берегозащитные конструкции являются дополнительным субстратом для макроводорослей.

На незастроенных участках побережья на глубине до 0,5–1 м макрофиты не образуют сомкнутого покрова, встречаются отдельные слоевища *Padina pavonia, Dilophus fasciola, Cladophora sp*. Ниже на глубине до 3–5 м макрофиты образуют сомкнутый покров на вершинах скалистых гряд и на горизонтальных поверхностях крупных валунов, здесь формируются сообщества ассоциации *Cystoseira barbata + C. crinita – Cladostephus verticillatus – Corallina* spp. Большую роль в фитоценозах в летнее время составляют представители отдела Chlorophyta – *Ulva rigida* L. и *Enteromorpha spp*.; из красных водорослей широко распространены виды *Ceramium spp*. и *Polysiphonia subulifera* (Ag.) Harv.– как эпифиты на слоевищах *Cystoseira barbata* и *Cladostephus verticillatus.*

На данном участке побережья постоянно проводятся берегоукрепительные работы, происходит вынос мелкодисперсного грунта и заиление твердых субстратов, полоса водной растительности отодвигается от берега, исчезают ассоциации с доминированием водорослей родов *Dilophus* и *Padina*. Возможно, с этим связано и сокращение численности, уменьшение средних размеров слоевищ, более обильное развитие эпифитов на водорослях вида *Cladostephus verticillatus*. С другой стороны, кроме упрощения структуры сообществ в мелководной сублиторали, для района характерно высокое разнообразие сообществ обрастаний ввиду доступности разнообразных антропогенных субстратов. Однако эти сообщества имеют отличный от сообществ сублиторали флористический состав и структуру.

В сообществах обрастаний во все сезоны преобладают зеленые водоросли – *Ulothrix spp*., *Enteromorpha intestinalis*, *Chaetomorpha spp.*, *Cladophora sericea*, *C. albida*. Также велика доля красных водорослей *Ceramium ssp., Gelidium crinale*, *Callithamnion corymbosum*. Водоросли располагаются на вертикальных поверхностях гидротехнических сооружений поясами – по урезу воды находится пояс зеленых водорослей, на глубине 0,1–0,3 м преобладают красные водоросли. Ниже встречаются отдельные слоевища видов, характерных для естественных субстратов сублиторали. В районе Большого Сочи только гидротехнические сооружения дают возможность водорослям поселиться в псевдолиторали и на глубине до 0,2–0,4 м. В естественных местообитаниях на такой глубине располагается галечный грунт, закрепиться на котором водоросли не могут.

В целом в подрайоне от Туапсе до устья Мзымты в сублиторали сохраняются цистозировые ассоциации, но для них характерно достаточно низкое видовое разнообразие. В свою очередь сообщества обрастаний способствуют сохранению разнообразия видов, редких или отсутствующих в настоящее время в естественных сообществах данного участка побережья.

В подрайоне **от устья Мзымты до мыса Псоу** берег аккумулятивный, пляжи формируются за счет выноса реки Мзымта (Игнатов, Орлова, 2009), здесь обнаружено лишь 5 видов макрофитов (все в составе перифитона).

Сравнение с данными литературы позволяет выделить некоторые особенности современного фитоценотического состава макрофитобентоса Российского побережья по сравнению с данными

1950–70-х гг. В верхней сублиторали на естественных твердых грунтах сохраняются сообщества наиболее распространенной в Черном море ассоциации Cystoseira barbata – Cladostephus verticillatus – Corallina spp – синузия эпифитов.

В районе мыса Кадош, к северу от порта Туапсе отмечены сообщества ассоциации *Cystoseira barbata + C. crinita + Enteromorpha intestinalis + Ulva rigida*, подобные сообщества были описаны ранее для защищенных участков бухт с мезосапробными условиями (Петров, 1961; Калугина-Гутник, 1975). Развитие этой ассоциации в районе мыса Кадош свидетельствует о распространении влияния стоков за пределы портовой территории Туапсе; ранее (Петров, 1961) развитие такого фитоценоза в районе мыса Кадош не отмечалось.

Описанные ассоциации формаций Cladophoreta, Enteromorpheta, Ceramieta, характерные для сообществ обрастаний, фиксировались и в середине 20 века для загрязненных и защищенных участков моря, портов. Подобные фитоценозы в настоящее время описаны на открытых участках побережья к югу от Туапсе, в том числе вне населенных пунктов, что может свидетельствовать об увеличении эвтрофикации вод в прибрежной зоне этого участка побережья.

В ходе наблюдений не были встречены в верхней сублиторали фитоценозы с доминированием олигосапроба *Ceramium ciliatum* (Ell.) Ducl. Н. В. Морозова-Водяницкая (1959) называла ассоциацию Ceramium ciliatum – Polysiphonia opaca – Dilophus repens одной из типичных в полосе прибоя на каменистых отмелых берегах Черного моря. К. М. Петров (1961) описывал ассоциации формации Ceramium ciliatum на участке побережья между Туапсе и Анапой (глубина 0,5–1 м, открытые берега, чистые воды). *Ceramium ciliatum* также описан К.М. Петровым (1961) в составе эпифитной синузии цистозировых ассоциаций Кавказского побережья. В период наших исследований этот вид встречался достаточно редко, заметного развития достигал в эпифитных синузиях лишь летом 2003 года.

В период наблюдений широкое распространение получили ассоциации с доминированием мезо- и полисапробных видов красных водорослей – *Gelidium crinale, Ceramium rubrum* (Huds.) Ag., *C. diaphanum* (Lightf.) Roth, *C. elegans* Ducl.

Оценка современного состояния сообществ макрофитобентоса показывает, что естественные сообщества верхней сублиторали нуждаются в охране. Существующих охранных зон для этой цели недостаточно. При наличии территорий с достаточно высокой степенью сохранности естественных фитоценозов в Северной части Черноморского побережья Кавказа и на Восточном побережье Керченского пролива и низком уровне хозяйственной деятельности на них, представляется целесообразным придание таким территориям охранного статуса. Это, например, участки побережья вне населенных пунктов между пос. Джанхот и г. Туапсе, в районе мыса Панагия. Часто они приурочены к геологическим памятникам природы (Мыс Панагия, Скала Киселева и др.). Слабая населенность и труднодоступность этих участков берега дает возможность использовать их как резерваты. Кроме того, необходима охрана на Российском побережье вида *Cladostephus verticillatus*, субдоминанта цистозировых ассоциаций, включение его в Красную книгу РФ.

Список литературы

1. *Игнатов Е.И., Орлова М.С.* Оценка современного состояния морских берегов Кавказского побережья России // Труды Международной конференции «Создание и использование искусственных земельных участков на берегах и в акватории водных объектов» (20–25 июля 2009 г., Новосибирск). Новосибирск, 2009. С. 145–147.
2. *Калугина-Гутник А.А.* Состав и распределение донной растительности в юго-восточной части Черного моря. // Эколого-морфологические исследования донных организмов. Киев: Наукова Думка, 1970. С. 165–203.
3. *Калугина-Гутник А.А.* Фитобентос Черного моря. Киев: Наукова Думка, 1975. 248 с.
4. *Морозова-Водяницкая Н.В.* Растительные ассоциации в Черном море // Труды Севастопольской биологической станции. М.: Изд. АН СССР, 1959. Т. 11. С. 3–28.
5. *Петров К.М.* Подводная растительность черноморского прибрежья Таманского полуострова и Северного Кавказа. // Использование аэрометодов при исследовании природных ресурсов. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1961. С. 190–256.
6. *Петров К.М.* Биономия океана. СПб.: изд. СПбГУ, 2004. 242 с.

ФИТОПЛАНКТОН И ФИТООБРАСТАНИЯ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ФИНСКОГО ЗАЛИВА В ПОСЛЕДНЕЕ ДЕСЯТИЛЕТИЕ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Никулина В.Н., Губелит Ю.И.
Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург, Россия

PHYTOPLANKTON AND PHYTOFOULING IN THE EASTERN GULF OF FINLAND IN THE LAST DECADE IN CONDITION OF ANTROPOGENIC IMPACT

Nikulina V.N., Gubelit Yu.I.
Zoological Institute of the RAS, St. Petersburg, Russia
veranik@zin.ru, gubelit@list.ru

Мелководный район Финского залива и Невская губа находятся под сильным антропогенным воздействием гор. С-Петербурга. В этом регионе, начиная с 1980-х годов, проводятся крупнейшие гидротехнические преобразования. Прежде всего, это постройка дамб комплекса защитных сооружений (КЗС) города. Реконструкция морского фасада Санкт-Петербурга, которая проводится в настоящее время, связана с намывом новых территорий, выемкой грунта при прокладке фарватера, углублением морского канала и др. Все мероприятия не могут не отразиться на составе и функционировании сообществ водорослей восточной части Финского залива. Увеличение хозяйственной деятельности, несомненно, ведет к эвтрофированию эстуария реки Невы, которое связано с высокой нагрузкой биогенными элементами (Алимов, Голубков, 2008).

В данной работе мы остановимся на том, как воздействовали на видовой состав и количественное развитие водорослей планктона и обрастаний, строительство КЗС и увеличение мутности при намыве грунтов в последние десять лет.

На карте-схеме представлены станции, где проводились работы. Кружками обозначены станции отбора проб фитопланктона, звездочками – фитообрастаний (рис. 1). Пробы фитопланктона отбирались в июле-августе из эвфотного слоя воды. Для сбора макроводорослей каждый год проводились объезды по побережью Финского залива. На северном побережье от Санкт-Петербурга до города Приморска (расстояние около124 км) и на трех станциях на южном берегу, от Санкт-Петербурга до Лужской губы (расстояние около 120 км).

КЗС несколько изменил гидродинамические условия в западной части Невской губы и в мелководной восточной части залива. Перед защитными сооружениями в пределах 3–4 километровой зоны возникли участки с усилением скоростей течения перед водо- и судопропускными отверстиями и уменьшением перед глухими частями плотины, что привело к образованию малопроточных зон (Некрасов, Еремина, Провоторов,1999).

Многолетние наблюдения показали, что западная часть Невской губы в районе северных ворот (ст.15) до строительства сооружений характеризовалась как транзитная зона, где биомасса фитопланктона в позднелетний период составляла не более 0,7мг/л. В начале 90-х годов, когда дамбы в основном уже были построены, величины биомассы резко возросли (рис. 2). Исключение составили 2006–2007 годы, когда из-за дноуглубительных работ и намыва новых территорий отмечалась высокая мутность воды, что и отразилось на количественном развитии водорослей планктона.

По результатам наших исследований (Никулина, 2008) и по данным Е.К. Ланге (2006) показано, что в этой зоне Невской губы, в последние годы часто отмечаются, ранее не встречавшиеся планктонные цианобактерии *Lemmermanniella pallida* (Lemm.) Geitl. и *Romeria gracilis* Koczw. Эти виды мы впервые зафиксировали в 2001 г в придамбовой части губы. Здесь же зачастую наблюдалась самая высокая биомасса жгутиковых зеленых водорослей *Eudorina elegans* Ehr. из порядка *Volvocales*.

Появление и массовое развитие в придамбовых участках Невской губы видов обычно встречающихся в литоральной зоне водоемов, а также биомасса фитопланктона более, чем в 2 раза превышающая биомассу, наблюдавшуюся в восьмидесятые годы, могут свидетельствовать об изменившихся условиях в водной системе. Эти изменения, несомненно, связаны со снижением проточности в некоторых участках губы перед дамбой.

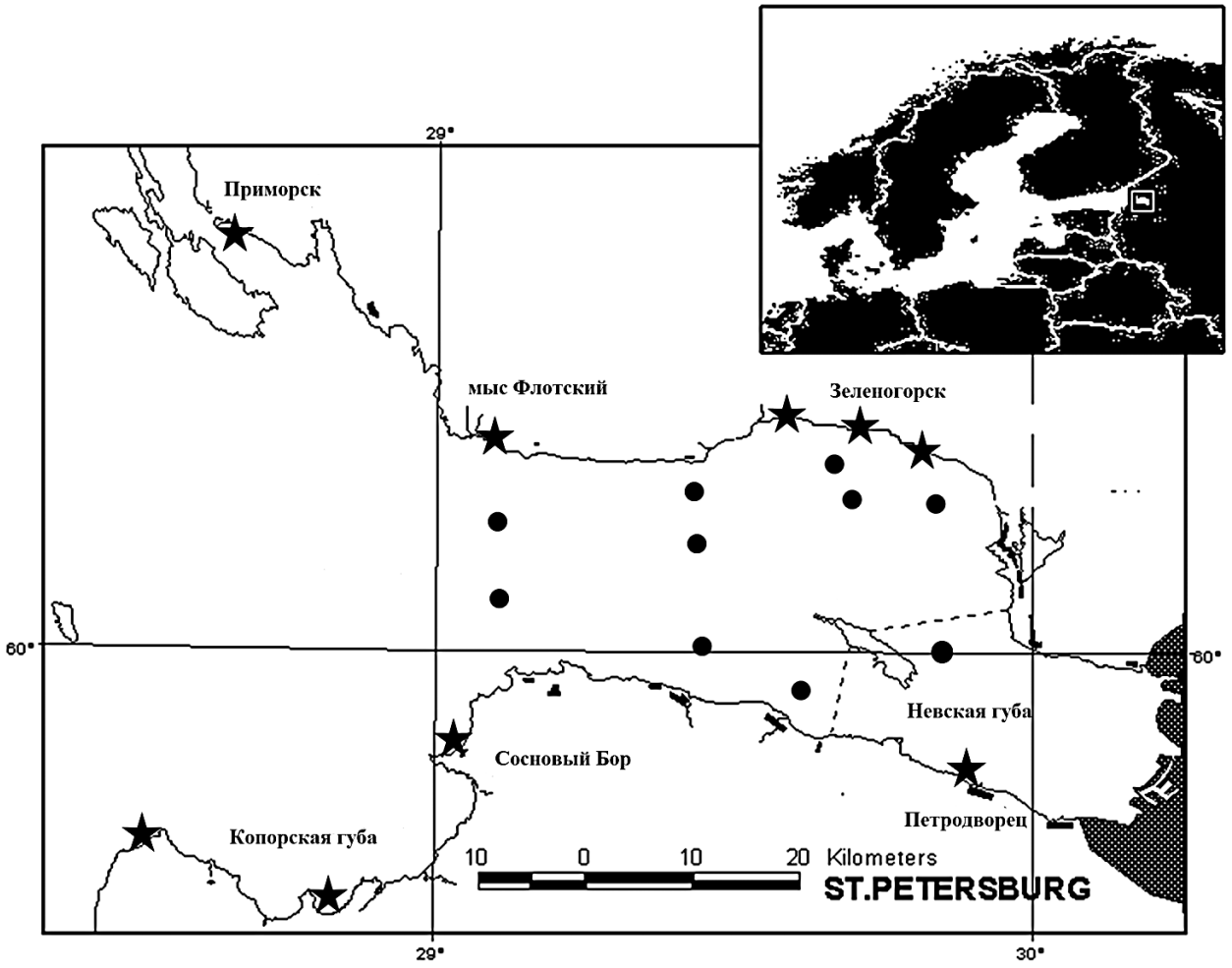


Рис.1. Карта-схема расположения станций отбора проб

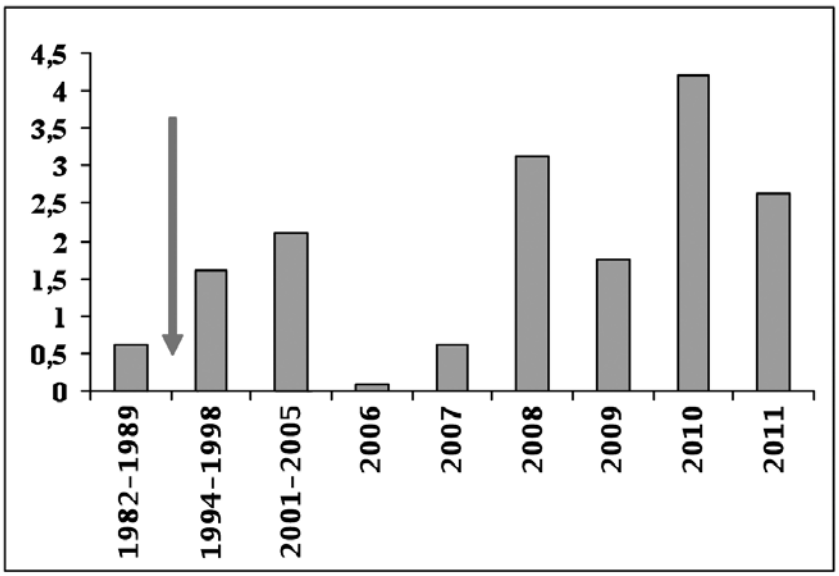


Рис. 2. Биомасса фитопланктона (мг/л) в западной части Невской губы, до и после возведения дамб ст. 15, июль-август

Насколько повлиял КЗС на состав и обилие фитопланктона в мелководной курортной зоне, судить довольно сложно. В естественных условиях в мелководной зоне восточной части Финского залива формировалась квазистационарная водоворотная структура, обеспеченная транзитным потоком невской воды и подтоком солоноватой воды вдоль северного побережья. После постройки дамб в этом районе ухудшился водообмен водоворотной структуры за счет того, что разделенный на отдельные струи поток невской воды утратил свою прежнюю транзитную скорость (Знаменский, 2000).

Позднелетний фитопланктон мелководной зоны южной и северной акватории восточной части Финского залива несколько различаются между собой. В южной зоне гораздо чаще отмечаются виды водорослей солноватоводного комплекса, общая биомасса иногда превышает биомассу фитопланктона северо-западной части курортной зоны. В то время как именно курортная зона восточной части Финского залива более всего подвержена антропогенному воздействию из-за жизнедеятельности города. Многолетние наблюдения, проводимые в режиме мониторинга, позволили выявить значительные изменения количественного развития, как всего фитопланктона, так и некоторых его представителей. Максимальная биомасса (9,7 мг/л) в летний период отмечена в 2002 г., в последнее десятилетие позднелетняя биомасса фитопланктона изменялась не так значительно (рис. 3), в полтора-два раза превышая биомассу, наблюдавшуюся до начала строительства КСЗ. Поскольку биогенные элементы не были лимитирующим фактором в мелководной зоне залива, мы склонны считать, что именно строительство сооружений защиты способствовало увеличению биомассы фитопланктона (Шишкин и др., 1989).

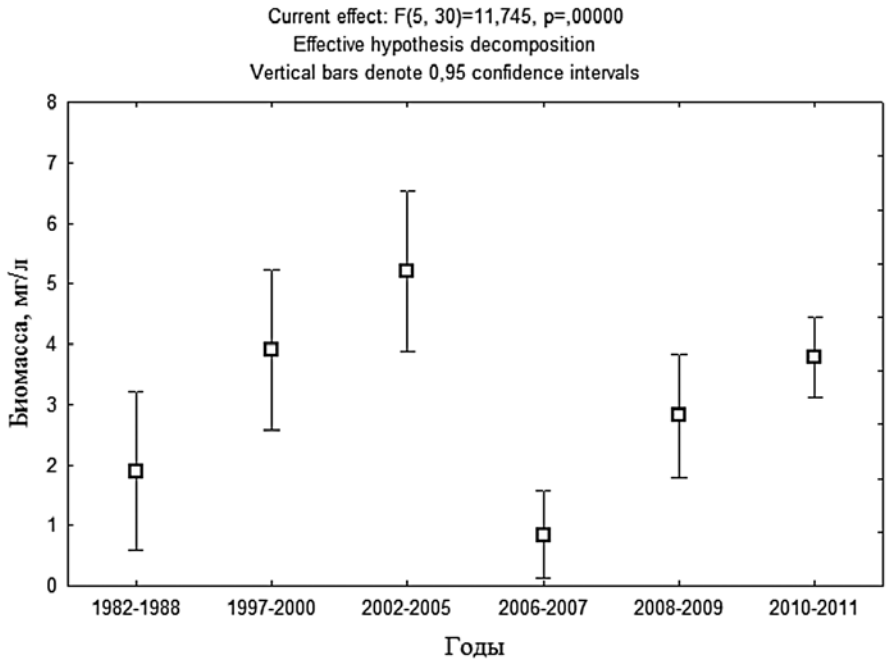


Рис. 3. Биомасса фитопланктона в разные периоды в мелководной зоне залива

С июля 2006 г. в акватории Невской губы со стороны Васильевского острова Санкт-Петербурга производились инженерные работы по углублению фарватера и намыву новых территорий площадью около 480 га. Это привело к повышению содержания взвешенных частиц в воде, при этом наибольшие концентрации взвеси наблюдались вдоль северного побережья. По данным Л. Л. Сухачевой (2007) были зарегистрированы случаи распространения шлейфа мутных вод на 150 км от источника загрязнения. В результате инженерных работ, произошло резкое снижение прозрачности воды на акватории Невской губы и восточной части Финского залива (Орлова и др., 2008). Подобное усиление антропогенной нагрузки негативно сказалось на состоянии сообществ водорослей, как планктона, так и обрастаний.

Водоросли планктона были представлены бедным видовым составом и крайне невысокой биомассой. В пробах из Невской губы встречалось не более 6–10 видов водорослей, биомасса составляла

0,03–0,1 мг/л, что в 10–15 раз ниже обычно наблюдаемых. Подобная ситуация сложилась и в северо-западной курортной зоне, при этом сократилась численность всех групп водорослей (рис. 2, 3).

В 2008 г., после увеличения прозрачности, общая биомасса фитопланктона в летний период достигла обычной величины 3–4 мг/л, но при этом изменения произошли в количественном развитии отдельных групп и видов водорослей. Так, доля криптофитовых водорослей возросла до 37 % вместо 10 %, наблюдавшихся в предыдущие годы, доля диатомовых *Skeletonema subsalsum* возросла до 50 % вместо 25–35 %, а доля цианобактерии *Planktothrix agardhii* снизилась до 0,2 %.

В последующие годы количественное развитие основных представителей водорослей планктона вернулось к прежним величинам.

Основным обрастателем в прибрежной зоне восточной части Финского залива является представитель зеленых макроводорослей *Cladophora glomerata* (L.) Kutz. Каждый год кладофора в массе развивалась на каменистом субстрате и могла достигать биомассы 500 г сух.массы/м^2 субстрата. Кроме того, на обоих берегах из года в год наблюдались массовые скопления водорослей, так называемые «водорослевые маты», до 30 см толщиной и до 100 метров шириной от уреза воды. При этом, на южном побережье залива биомасса кладофоры всегда была выше, чем на северном (рис 4). Такое различие может объясняться особенностями береговой линии, если на северном берегу станции отбора проб большей частью были расположены на открытых участках, подверженных воздействию неблагоприятных факторов (например, штормовой погоды) то на южном берегу преобладали закрытые бухты.

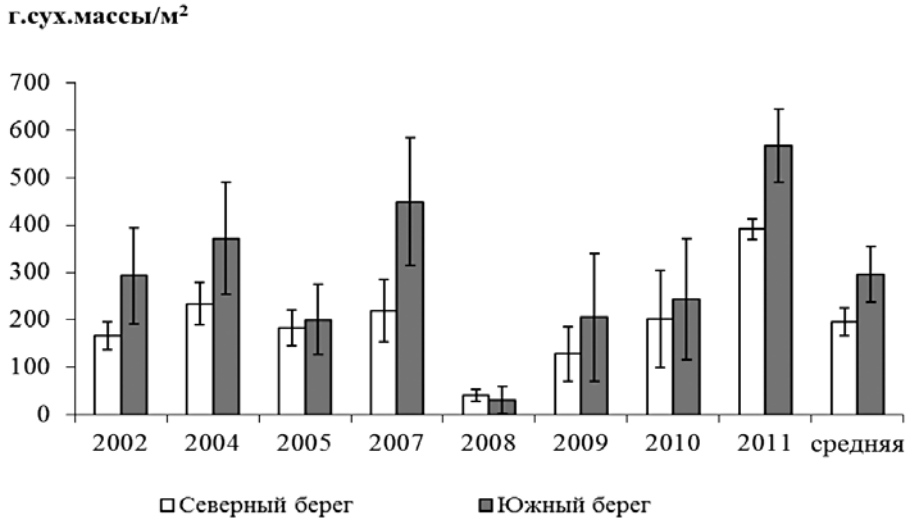


Рис. 4. Биомасса *C. glomerata* на глубинах 0.5–1.5 м в восточной части Финского залива в июле 2002–2011 гг.

Если в 2006–2007 гг. фитопланктон отреагировал на резкое повышение мутности воды снижением таксономического разнообразия и количественных показателей, то ответная реакция сообщества макроводорослей наблюдалась в 2008 году, когда большая часть взвеси осела на дно. После оседания взвеси было отмечено заиление каменистого субстрата, что уменьшило его доступность для развития макроводорослей. Споры и микроскопические зимующие стадии зеленых водорослей из родов *Cladophora* и *Ulva* более устойчивы к заилению субстрата, чем споры многолетних макроводорослей (Eriksson, Johansson, 2005). Тем не менее, в 2008 году наблюдалось резкое снижение биомассы кладофоры на глубинах 0.5–1.5 м (рис 4). Необходимо отметить, что в последующие годы, когда каменистый субстрат естественным путем очистился от заиления, биомасса макроводорослей достигла значений, наблюдавшихся в годы, предшествующие инженерным работам, а в 2011 году, даже их превысила.

Таким образом, построенные сооружения защиты города от наводнений привели к изменению скоростей течения воды, что явилось следствием увеличения биомассы фитопланктона в некоторых участках перед дамбой в Невской губе и в мелководной зоне восточной части Финского залива. Массовое развитие макроводорослей *Cladophora glomerata* – стало представлять очень серьезную проблему для прибрежий эстуария реки Невы.

Реакция водорослей планктона и обрастаний на повышенную мутность воды проявилась достаточно четко. Угнетение развития водорослей планктона отмечалось в период гидронамывных работ, фитообрастаний в последующий период.

Работа поддержана грантами РФФИ № 11–04-00053-а,.НШ-4496.2012.4, программами «Биологические ресурсы России», «Биоразнообразие и динамика генофондов».

Список литературы

1. *Алимов А.Ф., Голубков С.М.* Изменения в экосистемах восточной части Финского залива. Вестник Академии наук. 2008. Том 78. № 3. С. 223–229.
2. *Знаменский В.А.* Экологическая безопасность водной системы Санкт-Петербурга. НИИ химии СПб Гос. ун-та. СПб., 2000.120 с.
3. *Ланге Е.К.* Анализ структурных показателей позднелетнего фитопланктона Невской губы за 90-летний период. Экологические аспекты воздействия строительства на биоту акватории восточной части Финского залива. СПб.: Сб.научн.тр. ФГНУ ГосНИОРХ, 2006. Вып. 331. Т. 1, С. 146–231.
4. *Некрасов А.В., Еремина Т.Р., Провоторов П.П.* Гидрофизические процессы. Финский залив в условиях антропогенного воздействия. СПб. 1999. С. 5–47.
5. *Никулина В.Н.* 2008. Фитопланктон эстуария реки Невы. Экосистема эстуария реки Невы: биологическое разнообразие и экологические проблемы. КМК. СПб-Москва. 2008. С. 76–95.
6. *Орлова М.И., Рябчук Д.В, Спиридонов М.А.* Геолого-геоморфологическая характеристика восточной части Финского залива и типология донных биотопов. Экосистема эстуария реки Невы: биологическое разнообразие и экологические проблемы. КМК. М.; СПб., 2008. С. 59–75.
7. *Сухачева Л.Л.* Анализ воздействия природных и антропогенных факторов на динамику загрязнения восточной части Финского залива взвешенными веществами по данным многолетних аэрокосмических наблюдений. Сборник тезисов VIII Международного экологического форума «Дни Балтийского моря». «Диалог». СПб., 2007. С. 120–122.
8. *Шишкин Б.А., Никулина В.Н., Максимов А.А., Силина Н.И.* Основные характеристики биоты вершины Финского залива и ее роль в формировании качества воды. Л.: Гидрометеоиздат, 1989. 95 с.
9. *Eriksson B. K., Johansson G.* Effects of sedimentation on macroalgae: species-specific responses are related to reproductive traits. Oecologia. 2005. V. 143. P. 438–448.

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МЫШЬЯКА В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ И В ФУКОИДАХ МУРМАНСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Облучинская Е.Д.[1], Алешина Е.Г.[2], Матишов Д.Г.[1, 2]
[1]Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, Мурманск, Россия,
[2]Институт аридных зон ЮНЦ РАН, Ростов-на-Дону, Россия

CONTENT OF HEAVY METALS AND AS IN SEDIMENTS AND FUCOIDS FROM MURMAN COAST OF THE BARENTS SEA

Obluchinskaya E.D.[1], Aleshina E.G.[2], Matishov D.G.[1, 2]
Murmansk Marine Biologycal Institute KSC RAS, Murmansk, Russia
Institute of Arid Zones SSC RAS, Rostov-on-Don, Russia
obluchinskaya@mmbi.ru

Для оценки уровня загрязнения морских акваторий тяжелыми и другими металлами наиболее часто определяют их концентрации в донных отложениях и морских организмах – биоиндикаторах, в частности, в бурых водорослях. Донные осадки в зависимости от гранулометрического и химического состава обладают различной сорбционной способностью накапливать металлы, бурые водо-

росли в свою очередь как живые организмы могут содержать различные концентрации металлов в зависимости от онтогенетических и внешних факторов. В связи с этим для проведения мониторинговых исследований акваторий важно проводить комплексный анализ содержания поллютантов, а при отсутствии такой возможности необходимо выявить взаимосвязь между концентрациями металлов в донных отложениях и в водорослях.

Цель данной работы – определить содержание тяжелых металлов и мышьяка в донных отложениях и в фукусовых водорослях Мурманского побережья Баренцева моря, и установить наличие корреляционных зависимостей концентраций металлов в данных объектах.

Объектами исследования являлись четыре вида фукусовых водорослей Баренцева моря в возрасте 4+ – 7+ лет *Fucus vesiculosus* (L.), *Fucus distichus* (L.), *Fucus serratus (L.), Ascophyllum nodosum (Le J.)* из верхнего, среднего и нижнего горизонта литорали, а также образцы грунта литоральной отмели, представленные в основном песками различной зернистости. У воздушно-сухих водорослей и донных осадков определяли содержание тяжелых металлов Pb, Cu, Cd, Fe и мышьяка As атомно-адсорбционным методом.

Для сравнения были выбраны акватории Западного, Восточного и Центрального Мурмана, в разной степени подверженные антропогенному влиянию (рис. 1).

Как показатель общего уровня загрязнения среды металлами рядом авторов предложен индекс MPI (Metal pollution index) (Usero et al., 1996; Guitsi, 2001). Расчет MPI проводили по следующей формуле (Usero et al, 1996):

$$MPI = (M1 \times M2 \times \ldots \times Mn)^{1/n},$$

где Mn – концентрации металлов, мг/г а.с.м. (абсолютно сухой массы), результаты представлены в таблице 1.

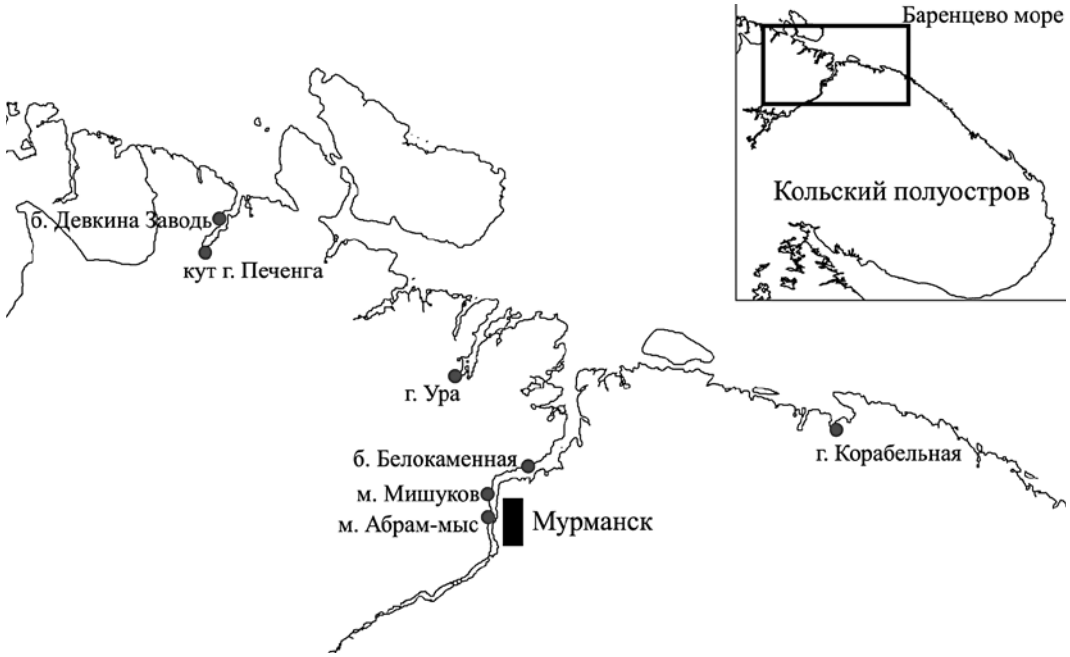


Рис. 1. Карта-схема мест сбора водорослей и донных отложений

Результаты анализа содержания металлов в донных отложениях в губах и заливах Мурманского побережья Баренцева моря показали, что наиболее загрязненной являлась станция, расположенная в б. Лодейное губы Териберская: содержание всех металлов здесь самое высокое, также как и значение индекса MPI. Данная станция находилась в непосредственной близости от причального комплекса п. Лодейное с активно функционирующей портовой инфраструктурой. Однако, концентрации металлов в водорослях на этой станции были максимальны только для Cd и для As у 3-х из изучаемых видов.

Таблица 1

Индекс загрязнения металлами MPI для станций

Объекты / Место сбора проб	Индекс MPI				
	F. vesiculosus	**F. distichus**	**F. serratus**	**A. nodosum**	**Донные осадки**
м. Абрам-мыс	3,77	3,79	–	3,42	5,94
м. Мишуково	3,73	3,67	3,26	2,94	5,40
б. Белокаменная	3,27	3,54	3,55	3,58	6,70
б. Корабельная	2,64	2,71	2,84	2,55	4,88
б. Лодейное	3,48	3,00	3,96	2,85	10,94
кут г. Печенга	3,54	–	–	–	6,00
б. Девкина Заводь	3,47	2,86	2,86	3,01	6,81
г. Ура	3,39	3,10	–	–	5,43
Коэффициент корреляции MPI водорослей с MPI донных отложений при p=0,01	0,374	0,231	0,755	0,571	–

Наименьшие концентрации тяжелых металлов были обнаружены на станции б. Корабельная как в водорослях, так и в донных осадках, что нашло отражение в значениях индекса MPI. Уровни загрязнения металлами остальных станций различались в зависимости от вида водорослей, произрастающих на разных горизонтах литорали, что нашло свое выражение в близких значениях индекса MPI. Нами выявлена положительная линейная корреляция индексов MPI донных отложений и двух видов фукусовых водорослей – *F. serratus* и *A. nodosum*, что позволяет нам сделать вывод о более предпочтительном использовании данных видов в качестве биоиндикаторов загрязнения металлами прибрежных акваторий.

Нами также рассчитаны коэффициенты линейной корреляции содержания каждого металла в донных осадках и в фукусовых водорослях. Выявлены сильные положительные корреляционные зависимости с высоким уровнем значимости (не менее p=0,05) содержания Pb в водорослях и донных отложениях у всех четырех видов фукоидов, Cd за исключением *A. nodosum*, Cu за исключением *F. vesiculosus*, As за исключением *F. serratus*, и Fe только для *F. serratus*. Таким образом, сравнительный мониторинг состояния морской среды прибрежных районов должен включать изучение концентраций металлов не менее чем у двух видов фукусовых водорослей.

Проведенное исследование подтвердило целесообразность расчета индекса MPI, выявило наличие положительной корреляции содержания тяжелых металлов и мышьяка в донных отложениях и в фукусовых водорослях на примере акваторий Мурманского побережья Баренцева моря.

Список литературы

1. *Usero J., Gonzales-Regalado E., Gracia I.* Trace metals in bivalve mollusk from the Atlantic coast of Spain // Mar. Pollut. Bull. 1996 V. 32. P. 305–310.
2. *Guitsi L.* Heavy metal contamination of brown seaweed and sediments from the UK coastline between the Wear river and the Tees river // Environment Int. 2001. V. 26. P. 275–286.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ФИТОПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА ОЗЕРА СЕВАН В 2010 ГОДУ

Овсепян А.А.
Научный центр зоологии и гидроэкологии НАН, Ереван, Армения

SOME FEATURES OF PHYTOPLANKTON COMMUNITY DYNAMICS OF LAKE SEVAN DURING 2010

Hovsepyan A.A.
Scientific Center of Zoology and Hydroecology of NAS, Yerevan, Armenia
asterionella@rambler.ru

Озеро Севан – пресноводный водоем Закавказья и один из крупнейших высокогорных озер мира. Высокогорное расположение (1900м НУБМ), уникальная флора и фауна, наличие эндемических видов, большая прозрачность вод привлекают пристальное внимание исследователей.

Крупномасштабное гидротехническое преобразование и нерациональное использование водных ресурсов озера, начатое с 30-х годов прошлого века, привели к понижению его уровня на 19.2 м, что повлекло за собой глубокие изменения: озеро подверглось эвтрофированию, не имеющего аналогов (Легович, 1979; Оганесян, 1986а, 1994).

В настоящее время предстоящая угроза дефицита ресурсов пресной воды вследствие деградирования водоемов и ухудшения качества их вод из-за антропогенного воздействия является одним из наиболее острых экологических проблем. В этой связи восстановление естественного режима озера Севан, рациональное использование и сохранение его водных ресурсов, а также управление протекающих в водоеме процессами приобретают первостепенный характер, учитывая стратегичекое значение озера, как перспективного источника питьевой воды.

Изучение процессов эвтрофикации озера в определенной степени сводится к изучению развития фитопланктона, которому принадлежит ведущая роль в создании первичного органического вещества, предопределяя функционирование всей трофической цепи.

Настоящая работа является продолжением исследований фитопланктонного сообщества озера Севан в современный период, когда ведутся работы по повышению уровня воды озера, что влечет за собой обогащение озера дополнительными количествами питательных веществ с затопленных земельных участков и лесонасаждений, что, в свою очередь, не может не влиять на условия гидробионтов и озера в целом.

В исследованный период 2010 г. в озере Севан зарегистрировано 96 таксонов планктонных водорослей рангом ниже рода, 42% которых принадлежало к отделу диатомовых водорослей, 33% – к зеленым и 15% – к синезеленым. Средние количественные показатели фитопланктона озера Севан составили 1065.67 экз./л по численности и 1.77 г/м^3 по биомассе. Показатель биомассы по принятой шкале соответствует таковым для мезотрофных озер (Трифонова, 1990). В сообществе планктонных водорослей продолжается количественное превалирование зеленых водорослей, что присуще озеру начиная со второй половины 1980 годов (Мнацаканян, 1984; Parparov, 1990; Гамбарян, 2001). Субдоминантом по численности были диатомовые водоросли, которые, однако, преобладали по видовому разнообразию. Это отличалось от результатов исследований предыдущих авторов, которые отмечали, что разнообразнее были зеленые водоросли, а количественно наибольшую роль играли диатомовые (Владимирова, 1947; Стройкина, 1952; Мешкова, 1962).

Максимальное количество фитопланктона за 2010 г. зарегистрировалось в марте – 1009.13 экз./л и 3.26 г/м^3. Весенняя вспышка развития водорослей была обусловлена бурным развитием центрических диатомовых, которые составили 70% общей численности и 73% общей биомассы. Доминантным видом был *Stephanodiscus astrae* (Ehr) Grun., вклад которого в общие количественные показатели составил 46% и 65% соответственно. Субдоминантами по численности были представители рода *Cyclotella*: *C. stelligera* Cleve et Grunow, *C. meneghiniana* Kutzing, *C. comta* (Ehr) Kutz., *C. kutzingiana* Thw., которые составили 20% от общей численности, а по биомассе на втором месте были виды рода *Oocystis: O. lacustris* Chod., *O. elliptica* W.West, *O. parva* W. et W., *O. solitaria* Wittr.

В апреле в Малом Севане количественные показатели фитопланктона значительно уменьшились, изменился также доминантный комплекс сообщества. По численности ведущую роль играли представители рода *Cyclotella* (28% от общей численности). Субдоминантным выступила зеленая водоросль *Crucigenia quadrata* Morren – 22% от общего показателя. По биомассе наибольшее значение (28%) имели виды рода *Oocystis*, а заняла субдоминирующее положение (17%). Вклад доминанта предыдущего месяца в общие количественные показатели составил соответственно 3% и 6%. Среди групп водорослей субдоминантное положение заняли диатомовые, вклад которых в общую численность и биомассу составил 33% и 26% соответственно.

В другой части озера также преобладали зеленые водоросли, составляя 40% от общей численности и 42% от общей биомассы сообщества. Однако, в отличие от Малого Севана, здесь субдоминантное положение заняли сине-зеленые водоросли – 34% и 40% соответственно. Из отдельных видов доминировал *Aphanothece clathrata* W. et. G.S. West f. *clathrata* (33% и 40% соответственно). По численности на втором месте были виды рода *Cyclotella* (24%), а по биомассе – *Oocystis spp.* (26%):

В июне в Малом Севане зарегистрировался количественный рост фитопланктона за счет бурного развития зеленых водорослей, которые составили 87% от общей численности и 74% от общей биомассы. Субдоминантное положение в этом месяце диатомовые уступили сине-зеленым. Наибольший вклад из отдельных видов по численности имели *Crucigenia quadrata* – 41%, а по биомассе – *Oocystis spp.* (33%).

Осенью в фитопланктонном сообществе Малого Севана продолжалось превалирование зеленых водорослей (70% и 71% от общих показателей), нитчатая *Binuclearia lauterbornii* (Schmidle) Proschkina-Lavrenko из которых составила 57% от общей численности, а *Dictyosphaerium ehrenbergianum* Naegeli имел наибольший вклад по биомассе – 23%. На втором месте была группа диатомовых водорослей. В октябре 2010 г. в Большом Севане также ведущую роль играли зеленые водоросли, составляя 78% и 65% общих показателей. По численности *B. lauterbornii* составила 75% и 35% – по биомассе. В отличие от другой части озера на втором месте здесь выступили диатомовые водоросли. Характерно значительное количественное развитие токсического вида-эвтрофикатора из группы сине-зеленых *Aphanizomenon flos-aquae* L.Ralfs.

В общих чертах октябрь 2010 г. отличался низкими количественными показателями. Такая тенденция наблюдается начиная с 2007 г. Характерны также изменения в доле значимости групп планктонных водорослей и отдельных видов в фитопланктонном сообществе в октябре последних исследованных лет. Так, в 2005 г. в сообществе доминантное положение занимали диатомовые (Hovhannisyan et al., 2010), а из отдельных видов – *Melosira granulata* (Ehr.) Ralfs. В 2006г. также преобладала группа диатомовых водорослей, с наибольшим количественным вкладом *Cyclotella spp*., уже в 2007 г. максимальное значение в сообществе имели зеленые водоросли, а среди отдельных видов синезеленая *Aphanothece clathrata* (Овсепян и др., 2010). Данные за октябрь 2008 г. отсутствуют, однако анализ результатов исследований сентября того же года выявил доминирование сине-зеленых водорослей. В октябре 2009 г. доминантное положение по численности заняли сине-зеленые, а по биомассе – зеленые водоросли. Среди отдельных видов наибольшую роль играл *A. clathrata.*

Таким образом, в исследованный период 2010 г. в двух частях озера Севан зарегистрировались некоторые различия в развитии фитопланктонного сообщества: количественные показатели фитопланктона в Большом Севане превысили таковым Малого Севана. Несколько отличался доминантный комплекс двух частей озера: в Большом Севане в годовом разрезе на втором месте по количеству выступили сине-зеленые водоросли, тогда как в Малом Севане они имели наименьший вклад. Следует отметить, что предыдущие исследователи отмечали качественное сходство двух частей озера, что, по их мнению, было связано с их достаточно высокой сообщаемостью и наличием в них сравнительно одинаковых условий жизнедеятельности.

За последние годы продолжаются сукцессионные процессы и перестройки доминантных комплексов фитопланктонного сообщества. Несмотря на то, что в 2010 г. количественные показатели по сравнению с прошлым годом изменились незначительно (Овсепян и др., 2010), наблюдаются процессы, свидетельствующие о нестабильности и обратимости протекающих в озере процессов. Из года в год наблюдаются колебания значимости *Binuclearia lauterbornii* (Овсепян и др., 2010), которая впервые зарегистрировалась в озере Севан в 1983 г. (Мнацаканян, 1984), а в период повторного понижения уровня озера прочно занимала доминирующее положение в фитопланктонном сообществе не только в сезонном, но и в годовом разрезе (Гамбарян, 2001). Наблюдалось чередование развития отдельных видов одного и того же рода за исследованный период с 2005 г. по 2010 г. Так, до 2009 г. в озере наблю-

далось значительное развитие *Melosira granulata*, которая является постоянным компонентом планктона озера с 1966 г. (Казарян, 1970), а в некоторые сезоны занимала ведущее положение в сообществе (Гамбарян и др., 2007; Овсепян и др., 2010). В 2010 г. нами была зарегистрирована *M. italica,* которая вместе с другими представителями этого рода достигала значительного количественного развития в период повторного понижения уровня воды (Гамбарян, 2001). В группе сине-зеленых постоянный представитель севанского планктона *Aphanothece clathrata* в марте 2010 г. уступил свои позиции другому представителю этого рода – *A. stagnina,* который не встречается в работах предыдущих исследователей. Следует отметить, что мартовские пробы имеются только для 2010 г. До этого года нами не был обнаружен свойственный для Севана *Ceratium hirundinella* (O.F.M.) Bergh. представитель динофитовых водорослей (Владимирова, 1947; Стройкина, 1952; Мешкова, 1962; Казарян, 1979). В марте 2010 г. в горизонте 50 м нами был зарегистрирован единичный полуразрушенный экземпляр этого вида.

Прослеживается тенденция присутствия и весомого количественного вклада в отдельные сезоны зеленых водорослей рода *Oocystis*, что свойственно озеру с 1970-х годов (Казарян, 1979; Овсепян и др., 2010): Прочное положение в планктонном сообществе занимает другой представитель зеленых – *Crucigenia quadrata*. Этот вид в Севане встречается с олиготрофного периода, однако увеличение его роли наблюдается, начиная со 2-ой половины 1950-х (Мешкова, 1962) и продолжается по сей день (Овсепян и др., 2010). Характерно появление в планктоне ранее не зарегистрированной зеленой водоросли *Scenedesmus obtusus* Meyen, которая в 2005 г. встречался в незначительных количествах, а в ноябре следующего года доминировала по биомассе.

Тревожным остаются время от времени наблюдающиеся вспышки развития токсических представителей сине-зеленых водорослей: *Anabaena flos-aquae* (Lingb.) Breb. (впервые был обнаружен в Севане в 1964 г.), *Aphanizomenon flos-aquae* L.Ralfs f. *flos-aquae* (впервые зарегистрирован в 1974 г.), которые поочередно вызывали «цветение» воды с 1964 г. до конца 1970-х, т.е. в самый эвтрофный период озера (Легович, 1979; Парпаров, 1979). Согласно Парпарову, в августе 1975 г. произошла резкая смена доминирующего рода *Anabaena* на *Aphanizomenon*, «цветение» которого было более интенсивным.

В современный период «цветение» воды, вызванное *Aphanizomenon*, наблюдалось в июне 2006 г., а в июле 2010 г. близ Чаячьего острова в массе развивалась *Anabaena*, в пелагиале достигая численности ~2 млн. кл/л, и несколько десятков млн. кл/л в пятнах «цветения» (Овсепян и др., 2010). Все это свидетельствует о нестабильности экологического состояния озера.

Список литературы

1. *Владимирова К.С.* Фитопланктон оз. Севан // Тр. СГБС. 1947. Т. 9. С. 69–109.
2. *Гамбарян Л.Р.,* Сукцессия фитопланктона в период повторного понижения уровня озера Севан. Автореф. канд. дисс. Ереван, 2001. С. 28.
3. *Казарян А.Г.* Материалы к изучению фитопланктона оз.Севан//Экология гидробионтов озера Севан, Ереван, 1979, N17, С. 75–87.
4. *Легович Н.А.* О «цветении» воды оз. Севан // Экология гидробионтов озера Севан, Ереван, 1979. N 17. С. 51–74.
5. *Мешкова Т.М.* Современное состояние планктона в озере Севан // Тр. СГБС. 1962. Т. 16, С. 15–88.
6. *Мнацаканян А.Т.* Изменения видового состава и биомассы фитопланктона оз. Севан // Лимнология горных водоемов. Ереван, 1984. С. 172–173.
7. *Овсепян А.А., Гамбарян Л.Р, Оганесян Р.И., Гусев Е.С.* Сообщества водорослей озера Севан // Экология озера Севан в период повышения его уровня, Махачкала, 2010 с. 90–104.
8. *Оганесян Р.О.* Озеро Севан вчера, сегодня... Ереван, 1994. С. 478.
9. *Оганесян Р.О., Иванян М.С., Давтян А.С., Мкртчян Ж.Г., Овсепян А.А и Мамян А.С.* Гидроэкологическое исследование озера Севан и его водосборного бассейна (2009 г.) // Биологический журнал Армении, №2(62), 2010. С. 81–85.
10. *Парпаров А.С.* Первичная продукция и содержание хлорофилла *a* в фитопланктоне оз. Севан // Экология гидробионтов озера Севан, Ереван, 1979. N17. С. 89–99.
11. *Стройкина В.Г.* Фитопланктон пелагиали озера Севан // Тр. СГБС. 1952, Т. 18, С. 171–212.
12. *Трифонова И.С.* Экология и сукцессия озерного фитопланктона. Ленинград, 1990. С. 183.

13. *Hovhannisyan R.H., Hovsepyan A.A., Hambaryan L.R.* Phytoplankton distribution and abundance in relation to physico-chemical factors in Lake Sevan, Armenia // Electronic Journal of Natural Sciences; Jul 2010, Vol. 2010 Issue 2, p. 28–37.
14. *Parparov A.S.* Some characteristics of the community of autotrophs of Lake Sevan in connection with its eutrophication // Hydrobiologia. 1990. 191. P. 15–21.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В СИСТЕМЕ СТРАТЕГИЧЕСКОГО ПЛАНИРОВАНИЯ РАЗВИТИЯ ПРИМОРСКИХ ТЕРРИТОРИЙ

Оганова С.А., Плинк Н.Л.
Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия

GIS APPLICATION FOR COASTAL ZONE STRATEGIC PLANNING

Oganova S.A., Plink N.L.
Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia
s.oganova@yandex.ru, plink@rshu.ru

Морская деятельность играет важную роль в социально-экономическом развитии приморских территорий. Сформулированная Концепцией долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 года задача инновационного развития требует совершенствования инструментов государственного управления морской деятельности. В декабре 2010 года Правительство Российской Федерации утвердило Стратегию развития морской деятельности Российской Федерации до 2030 года. Одной из ее стратегических целей определен переход к комплексному подходу к планированию развития приморских территорий и прибрежных акваторий конкретных побережий страны путем выделения их в отдельный единый объект государственного управления. Стратегической задачей, направленной на достижение этой цели, является разработка и реализация программ комплексного развития приморских территорий и прибрежных акваторий в качестве самостоятельного компонента комплексных стратегий и программ социально-экономического развития приморских субъектов Российской Федерации и программ развития приморских муниципальных образований (Стратегия развития морской деятельности Российской Федерации до 2030 года, 2010). Решение поставленной задачи требует использования новых методологических подходов, связанных с использованием интегральных методов управления, использование которых, применительно к прибрежно-морским пространствам, пока не получило должного развития. На местах, в приморских субъектах Российской Федерации и, особенно, в приморских муниципальных образованиях ощущается явная нехватка опыта и навыков использования инструментов комплексного планирования социально-экономического развития приморских территорий с учетом процессов, протекающих в прибрежной акватории. В рамках развития общего процесса государственного стратегического планирования выполнению поставленной задачи должна способствовать разработка элементов методического и технического сопровождения процесса планирования развития приморских территорий, направленного на ускорение социально экономического развития за счет более активное использование связанных с морской деятельностью конкурентных преимуществ приморских территорий. В настоящее время по заказу Минэкономразвития России в рамках научно-исследовательской работы федеральной целевой программы «Мировой океан» по теме «Разработка методического обеспечения и рекомендаций по комплексному планированию развития приморских территорий и прибрежных акваторий конкретных побережий Российской Федерации», готовится проект Методического пособия по подготовке прибрежно-морского компонента типовых макетов стратегий и программ социально- экономического развития приморских территорий. Пособие содержит краткий обзор методологии комплексного управления прибрежными зонами и ее применение в системе стратегического планирования социально-экономического развития приморских территорий и прибрежных акваторий в рамках единого объекта государственного управления, а также обсуждение различных

инструментов комплексного стратегического планирования, которые могут быть использованы при разработке прибрежно-морского компонента стратегий и комплексных программ социально-экономического развития приморских территорий. Важной проблемой комплексного планирования является необходимость его информационного обеспечения. Стратегическое планирование развития приморских регионов невозможно без комплексного анализа текущего состояния приморских территорий и прибрежных акваторий. Проведение процедур инвентаризации и функционального зонирования прибрежной зоны позволяет проанализировать наличие и расположение объектов морской деятельности, выявить морских и прибрежных пользователей, определить зоны конфликтного взаимодействия, а также решить ряд других задач, направленных на оценку потенциала развития региона, его внутренних резервов, сильных и слабых сторон, соответствие уровня развития береговой инфраструктуры задачам развития морской деятельности.

Важно отметить, что в настоящее время информационное обеспечение является неотъемлемой частью управления морской деятельностью во многих странах мира, так как обеспечивает быстрый доступ к необходимой информации и помогает в приятии рациональных решений. Следуя тенденциям развития управления морской деятельностью в мире, РФ должна полностью перестроиться на применение многофункциональных интегрированных информационно-управляющих систем, которые являются незаменимыми в современных условиях. Данные системы основаны на комплексном использовании спутниковых, телекоммуникационных, компьютерных, радиолокационных и других передовых технологий, что делает данное направление инновационным. Необходимо отметить, что именно к инновационному социально ориентированному типу экономического развития РФ планирует перейти в соответствие с основными положениями Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года. Рассматривая перспективы развития информационных технологий в морской деятельности Российской Федерации можно отметить, что этот вопрос был затронут в Морской доктрине Российской Федерации на период до 2020 года. В ней говорится о необходимости поддержания и развития глобальных информационных систем, поддерживающие морскую деятельность. Примером такой системы может послужить географическая информационная система (ГИС).

ГИС – это информационная система, предназначенная для сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных данных и связанной с ними информации о представленных в ГИС объектах (Журкин, Шайтура, 2009). ГИС содержит данные о реальных объектах в цифровой форме, включает набор функциональных возможностей, в которых реализуются операции геоинформационных технологий. Все операции поддерживаются программным, нормативно-правовым, аппаратным, информационным, кадровым и организационным обеспечением. Сложная структура объекта управления, называемого «прибрежная зона», требует использования комплексной и междисциплинарной информации (Плинк, Гогоберидзе, 2003). Таким образом, ГИС, ориентированная на управление морской деятельностью несомненно будет способствовать переходу к КУПЗ в России.

Современным инструментом планирования развития морской деятельности во многих странах мира является морское пространственное планирования (МПП). В соответствии с определением UNESCO, морским пространственным планированием является общественный процесс анализа и размещения пространственного и временного распределения человеческой деятельности в морских районах для достижения экологических, экономических и социальных задач, которые обычно определены в рамках политического процесса (Ehler and Douvere, 2009). В настоящее время МПП рассматривается как аналог территориального планирования в России. В течение последних 10 лет развитие МПП и зонирования морского пространства стало решающим шагом в создании природопользования, основанного на принципах экосистемного подхода. МПП направлено на сведение к минимуму конфликтов между различными природопользователями, а также их негативных последствий путем распределения пространства и применения зонирования для различных целей. По существу МПП является инструментом планирования, который позволяет интегрированному, дальновидному и последовательному принятию решений по использованию морских территорий. Многие страны используют этот инструмент для борьбы с чрезмерным использование своих морских территорий.

Предварительные исследования были проведены на кафедре Комплексного управления прибрежными зонами Российского государственного гидрометеорологического университета для Восточной части Финского залива (Балтийское море). Методология МПП, используемая для восточной части Финского залива, представлена на рисунке 1.

Рис. 1. Методология морского пространственного планирования восточной части Финского залива

Анализ прибрежной зоны восточной части Финского залива показал, что на данной территории существует множество природопользователей, интересы которых не всегда соответствуют природным и экологическим требованиям. Пример схемы МПП для восточной части Финского залива представлен на рисунке 2.

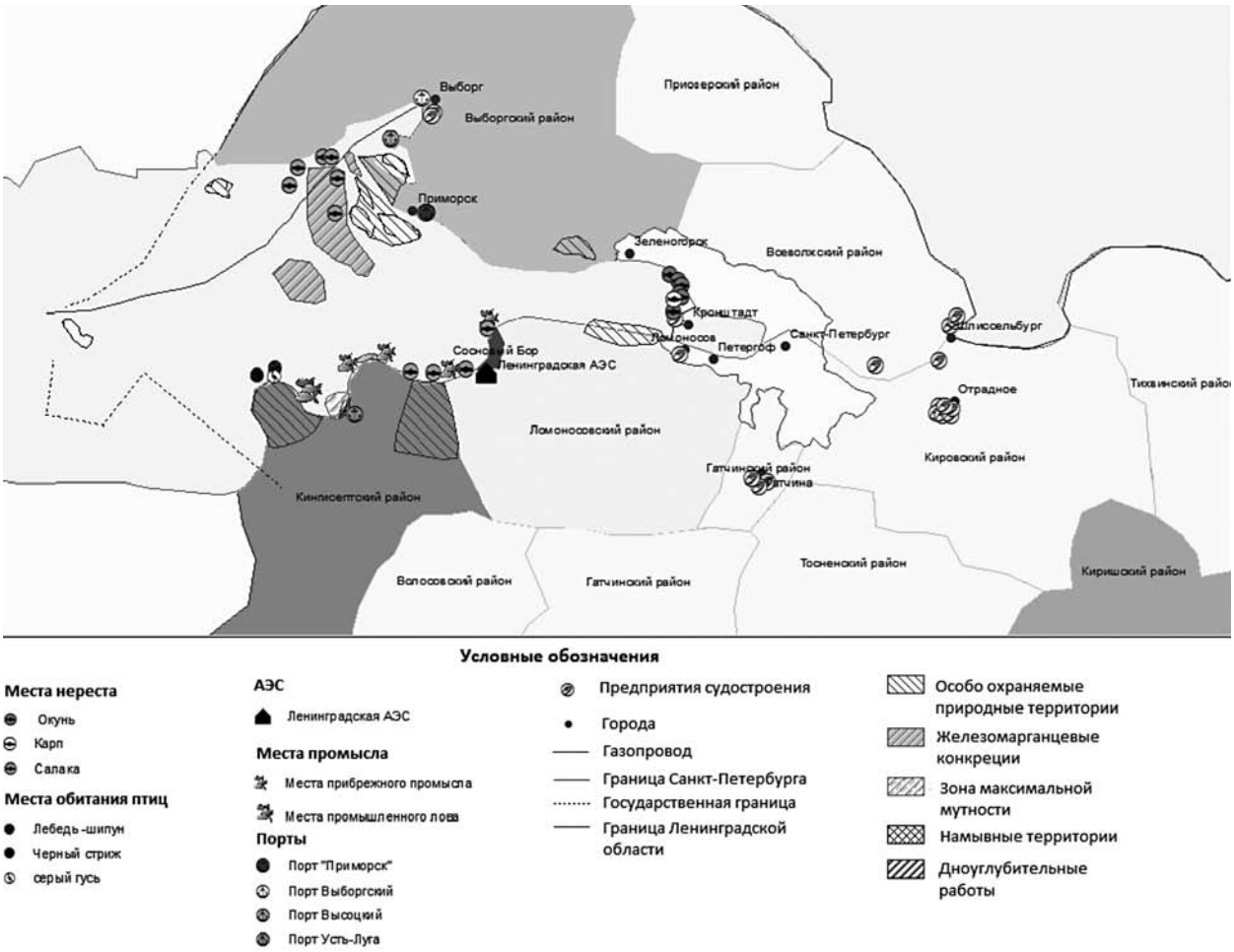


Рис. 2. Схема морского пространственного планирования для восточной части Финского залива (фрагмент ГИС «Прибрежная зона Ленинградской области»)

Представленная схема МПП выполнена в ArcGIS 9.3. Для создания ГИС была использована базовая цифровая модель местности, различные картографические материалы (топографические карты и планы, карты административно-территориального устройства, карты природного районирования и схемы природных контуров, карты использования земель и др.) и другие источники.

Представленный выше прототип ГИС «Прибрежная зона Ленинградской области» включает в себя информацию, которая относится к различным видам морской деятельности. Особенностью работы ГИС является то, что вся информация, отраженная на карте, наносится в виде слоев. Это означает, что данная карта может содержать как все слои, представленные в прототипе ГИС, так и только наиболее важные для достижения определенных целей.

Создание геоинформационного обеспечения в системе стратегического планирования развития приморских территорий является крайне важной задачей в настоящее время, так как оно способствует принятию рациональных решений, а также переходу к комплексному управлению приморскими территориями.

Список литературы

1. *Ehler C. and Douvere F.* Marine spatial planning A Step-by-Step Approach toward Ecosystem-based Management. Intergovernmental Oceanographic Commission Manual and Guides No. 53, 2009, IOCAM Dossier No. 6
2. *Журкин И.Г., Шайтура С.В.* Геоинформационные системы. Москва: КУДИЦ-ПРЕСС, 2009. 272 с.
3. *Плинк Н.Л., Гогоберидзе Г.Г.* Политика действий в прибрежной зоне. СПб. РГГМУ, 2003. 266 с.
4. Стратегия развития морской деятельности Российской Федерации до 2030 года, утвержденная распоряжением Правительства Российской Федерации № 2205-р от 8 декабря 2010 года.

ПЛАНКТОННЫЕ СООБЩЕСТВА ЭКОСИСТЕМ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ДАГЕСТАНСКОГО ПРИБРЕЖЬЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Османов М.М., Алигаджиев М.М., Амаева Ф.Ш., Абдурахманова А.А.
Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН

PLANKTONIC COMMUNITIES OF ECOSYSTEMS OF THE DAGESTAN SOUTHERN COASTAL PART OF THE CASPIAN SEA IN MODERN CONDITIONS

Osmanov M.M., Aligadzhiev M.M., Amaeva F.Sh., Abdurakhmanova A.A.

В условиях интенсивной антропогенной нагрузки на экосистему Каспийского моря, одной из важнейших проблем является сохранение его уникальной автохтонной фауны и флоры. Широкое расселение и многолетний хищнический пресс азово-черноморского вселенца *Mnemiopsis leidyi (A. Agassiz)* коренным образом изменил динамику биопродуктивности и биоразнообразия прибрежных биоценозов. Многие виды, составляющие основу каспийских планктонных экосистем, оказались практически уничтожены.

Основной целью данной работы являлось изучение последствий влияния азово-черноморских вселенцев на биоразнообразие и функционирование экосистем южной части дагестанского прибрежья Каспия.

Исследованиями был охвачен участок прибрежья от р. Манас до р. Самур. В работе использованы материалы летних гидробиологические съемок 2009–2011 годов, а также предыдущих исследований. Пробы фитопланктона отбирали батометром Молчанова с поверхностного слоя воды (0–10 м) при температуре воды 22–26^{0}С и фиксировали раствором Утермеля. Для обработки проб использован осадочный метод (Киселев, 1956; Усачев, 1961, Абакумов, 1983). Пробы зоопланктона отбирали сетью Апштейна (малая модель из газа № 38, диаметр входного отверстия 25 см) и фиксировали 4% формалином. Камеральная обработка проводилась по общепринятым методикам (ВНИРО, 1977; Виноградов, 1983).

Фитопланктон. В период наших исследований в фитопланктоне южного участка прибрежья обнаружено 32 вида и разновидности фитопланктона, представленных 4 отделами: диатомовые, сине-зеленые, пирофитовые и эвгленовые. Исследуемый участок дагестанского прибрежья характе-

ризовался преобладанием теплолюбивого комплекса и состоял из эвригалинных морских и солоноватоводных видов. Наибольшее видовое разнообразие фитопланктона, как и в ранее проведенных исследованиях этого района, наблюдалось среди диатомовых (Абдурахманова и др., 2010).

Основной вклад в формирование биомассы фитопланктона принадлежал также диатомовому комплексу (табл. 1), в основном крупным водорослям *Rhizosolenia calcar-avis, Rh. fragilissima*, *Nitzschia sigmoidea*, *Thalassionema nitzchioides, Coscinodiscus radiatus*. Для них характерна почти круглогодичная вегетация.

Таблица 1

Распределение численности и биомассы фитопланктона южной части дагестанского е прибрежья Каспийского моря в 2009–2011 гг.

Отделы водорослей	Численность (млн экз./м³)				Биомасса (г/м³)				
	М	И	Д	О	М	И	Д	О	%
Bacillariaphyta	7,1	1,5	2,6	11,2	4,42	0,89	0,43	5,74	72
Pyrrophyta	1,3	1,7	2,2	5,2	0,78	0,42	0,30	1,5	19
Cyanophyta	0,5	0,11	5,4	6,0	0,13	0,1	0,34	0,57	7
Euglenaphyta	0,3	+	0,01	0,31	0,12	+	0,03	0,15	2
Всего:	9,2	3,3	10,2	22,7	5,45	1,41	1,1	7,96	100

Прим.: М – Манас; И – Изберг; Д – Дербент; О – Общая

Заметный вклад в формирование биомассы вносили пирофитовые водоросли (19 % от общей биомассы фитопланктона). Наиболее массовыми из них видами в южных районах являлись традиционные для летнего фитоценоза *Exuviaella cordata, Prorocentrum scutellum, P. micans, P. obtusum.*

По численности преобладали диатомовые и мелкоклеточные сине-зеленые родов *Oscillatoria, Anabaena* и *Gloeocapsa*. Самой малочисленной группой по числу видов и количественным показателям были *Euglenaphyta.* Водоросли отдела *Chlorophyta* в планктоне исследуемого района не обнаружены.

В исследуемый период пределы колебаний численности микроводорослей составили от 0,3 млн кл./м³ до 7,1 млн кл./м³, а биомассы, соответственно, от 0,15 до 4,42 г/м³. Такие значительные различия количественных показателей объясняются особенностями распределения водорослей, концентрирующихся в зонах обрастания и у поверхности, где наиболее благоприятные условия для их развития. Так, в районе каменных гряд разреза Манас за счет развития диатомовых отмечены максимальные значения биомассы, равные 4,42 г/м³ при численности 7,1 млн кл/м³.

Продуктивной зоной распределения численности и биомассы фитопланктона являлись также 5- и 10-метровые глубины, где больше всего наблюдается трофический пресс гребневика на зоопланктон (рис. 1).

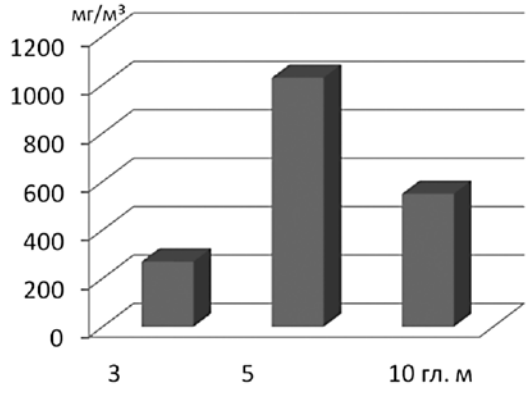


Рис. 1. Распределение численности, экз./м³ и биомассы, мг/м³ фитопланктона по глубинам в дагестанском прибрежье Каспия в 2009–2011 гг.

Таким образом, количественное развитие фитопланктона было неравномерным и зависело от биомассы крупноклеточных диатомовых водорослей. В сезонной динамике средняя численность

и биомасса фитопланктона менялись в зависимости от интенсивности развития отдельных видов водорослей. При доминанте диатомовых наблюдалось заметное увеличение роли мелкоклеточного комплекса сине-зеленых и эвгленовых водорослей в летнем фитопланктоне. В целом, в южном районе дагестанского прибрежья отмечено возрастание роли теплолюбивых морских видов и отсутствие пресноводных зеленых микроводорослей.

Зоопланктон. Как уже было отмечено выше, зоопланктонный комплекс Каспийского моря находится под хищническим прессом гребневика мнемиопсис (Гусейнов, Гусейнов, Османов, 2003). В дагестанских прибрежных водах он появляется только в начале июля. В благоприятных температурных условиях лета появление уже слабеющего в развитии на Каспии гребневика на общую продуктивность исследуемого района ощутимого влияния не оказывает (Османов, Алигаджиев, Амаева, 2005, Османов, Османова, Шамсиева, 2011).

В летнем зоопланктоне южной части прибрежья Каспия в 2011 г. в зоне глубин 1–10 м не был отмечен ни один экземпляр характерных для Каспия аборигенных видов планктона. Как показывают наши исследования, весь зоопланктонный комплекс состоял из организмов выходцев из азово-черноморского бассейна (табл. 2).

Таблица 2.

Распределение численности (экз./м^3) и биомассы (мг/м^3) зоопланктона в южной части дагестанского прибрежья Каспийского моря летом 2011 г.

Разрез / Организмы	Манас	Изберг	Дербент	Среднее
Акарциды	7073 282,66	7294 291,77	12350 365,05	8905 313,16
Личинки балянуса	5552 7,95	3992 4,38	1873 1,47	3805 4,49
Всего	12625 290,61	11286 296,15	14223 366,52	12709 317,65

Причем здесь также отмечается заметное уменьшение численности и биомассы акарцид, составляющих основу кормового зоопланктона прибрежья. Это говорит о том, что в условиях отсутствия излюбленной местной фауны мнемиопсис начинает поедать акарцид, за счет которых поддерживается пищевая цепь в прибрежьях (Алигаджиев, Османов, Амаева, 2007). Видимо, после перезимовки в Южном Каспии, усиленно размножающийся гребневик в более ранние сроки заносится к южным участкам дагестанского прибрежья и дольше здесь задерживается, и поэтому они более подвержены прессу этого хищника.

Как видно на рисунке 2, основная масса зоопланктона сосредоточена у берега вдоль 3–5м изобаты, далее его численность и биомасса резко падают. На больших глубинах развитие гребневика незначительно и поэтому влияние на общую биомассу зоопланктона слабо выражено.

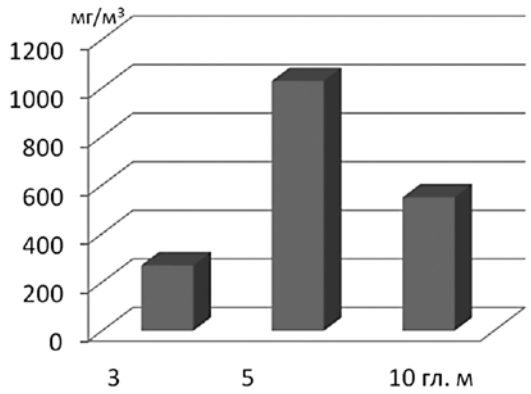


Рис. 2. Распределение зоопланктона по глубинам в южной части дагестанского прибрежья Каспийского моря летом 2011 г.

Наши исследования 2000–2011 годов показывают, что картина распределения гребневика *M. leidyi* по всему прибрежью меняется. Идет процесс дальнейшего снижения его численности и биомассы (рис. 3), а также его размерного состава (табл. 3). В сетных сборах превалировали экземпляры до 5 мм, численность которых, в среднем, доходила до 3–4 тыс. экз./м^3. Экземпляры размером 10 мм и выше были единичными и встречались только на глубинах 10 м. Это свидетельствует о том, что идет процесс выравнивания взаимоотношений между гидробионтами и установление новых трофических связей в условиях присутствия этого хищника в экосистемах дагестанского прибрежья Каспия. На фоне дальнейшего уменьшения численности и размерного состава гребневика прослеживается соответственное увеличение общей продуктивности гидробионтов.

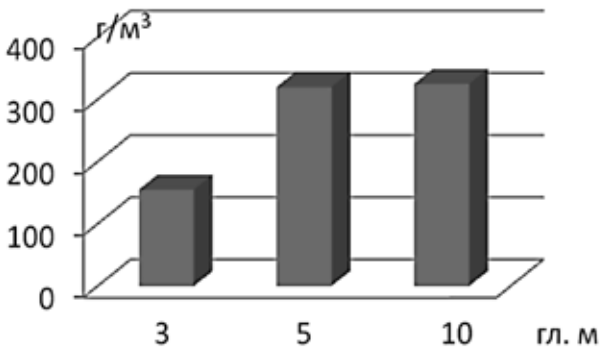


Рис. 3. Распределение средней биомассы гребневика *M. leidyi* в дагестанском прибрежном районе Каспийского моря летом 2010–2011 гг.

Таблица 3

Распределение численности (экз./м^3) гребневика *Mnemiopsis leidyi* в прибрежном районе Каспия летом 2000, 2008 и 2011 гг.

Размерн. группа	**0–5мм**			**5–10 мм**			**10–15 мм**			**5–20 мм**		
Годы / Разрез	2000	2008	2011	2000	2000	2011	2000	2008	2011	2000	2008	2011
Избегр	1130	850	165	5	10	–	–	15	–	–	5	+
Дербент	2650	1500	759	5	7	–	–	10	–	1	3	+
Самур	3800	3100	810	8	10	+	–	6	+	2	7	+

Таким образом, хотя не образовалось тупиковое звено в трофической цепи, все еще ощутимо хищническое влияние гребневика на биоразнообразие и кормовую базу прибрежья в целом. Основными составляющими зоопланктонного комплекса исследованного района прибрежья являются вселенцы азово-черноморского бассейна – акарциды и личинки балянуса.

Список литературы

1. *Абакумов В.А.* Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений. Л., 1983. 239 с.
2. *Абдурахманова А.А., Амаева Ф.Ш., Османов М.М., Алигаджиев М.М.* Таксономическая характеристика фитопланктона дагестанского прибрежья Среднего Каспия // Вестник ДНЦ. 2010. №36. С. 30–36.
3. *Алигаджиев М.М., Османов М.М., Амаева Ф.Ш.* Влияние азово-черноморских вселенцев на формирование прибрежных экосистем пелагиали дагестанского района Каспия // Тезисы Межд. научн. конф. «Естестенные и инвазийные процессы формирования биоразнообразия водных и наземных экосистем». Ростов-на-Дону, 5–8 июня 2007. С. 234–235.
4. *Виноградов Л.Г.* Современные методы количественной оценки распределения морского планктона // М.: Наука, 1983. 279 с.

5. *Гусейнов М.К., Османов М.М., Гусейнов К.М.* Некоторые сведения об изменении структуры сообщества фауны Каспия под воздействием гребневика *Mnemiopsis leidyi* // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России: Материалы XVI межреспублик. научн- практ. конф. Краснодар, 25 апреля 2003. С. 149–150.
6. Инструкция по сбору и обработке планктона. М.: ВНИРО, 1977. 72 с.
7. *Киселев И.А.* Планктон морей и континентальных водоемов. Л.: Наука, 1969. Т. 1. 658 с.
8. *Османов М.М., Алигаджиев М.М., Амаева Ф.Ш.* Влияние гребневика *Mnemiopsis leidyi (Agassiz)* на структуру пелагической экосист. дагест. района Каспия // Тез. докл. Межд. семинара «Современные технологии мониторинга и освоения природных ресурсов южных морей России». Ростов-на-Дону, 15–17 июня 2005. Ростов-на-Дону: Изд. ООО «ЦВР», 2005. С. 121–123.
9. *Османов М.М., Османова С.М., Шамсиева А.А.* Современное состояние зоопланктона прибрежья дагестанского района Каспия // Тезисы Всероссийской научно-практической конференции «Современные проблемы биологии и экология животных», посвященной памяти профессора Ш.И. Исмаилова. Махачкала, 10–12 марта 2011. С. 189–192.

НАКОПЛЕНИЕ СВИНЦА, ЦИНКА, МЕДИ И ЖЕЛЕЗА ДВУСТВОРЧАТЫМИ МОЛЛЮСКАМИ *DREISSENA POLYMORPHA* В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ ТАГАНРОГСКОГО ЗАЛИВА

Панасюк Н.В.
Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

ACCUMULATION OF PB, ZN, CU AND FE IN *ZEBRA MUSSEL DREISSENA* POLYMORPHA IN COASTAL WATERS OF AZOV GALF

Panasjuk N.V.
Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia
nikita@ssc-ras.ru

Азовское море и Таганрогский залив постоянно подвержены антропогенным воздействиям, в том числе загрязнению различными агентами, среди которых особое место занимают тяжелые металлы (ТМ) (Матишов и др., 2006). Современные методы мониторинга и оценки ущерба морской экосистемы включают в себя использование биоиндикаторов, таких как двустворчатые моллюски. Двустворчатые моллюски, действующие подобно закрепленному фильтру, часто рассматриваются в качестве индикаторов острого и хронического загрязнения среды их обитания. Уровень патогенности влияния загрязнения среды на организм или популяцию может быть определен только через биологические ответы соответствующего уровня (Kefaloyianni et al., 2005). К сожалению, комплексных исследований, совмещающих определение концентрации ТМ в тканях, и оценку биологического состояния данного организма, в литературе описано крайне мало.

В 2006–2011 гг. нами исследовались локальные популяции *Dreissena*, обитающих в прибрежных водах: Очаковской косы (южная часть Таганрогского залива), с. Петрушино (северная часть залива), в р-не искусственного островова Створ 2 (между этими точками), а так же во впадающей в залив реке Свинное Гирло (на уровне поселка Кагальник Ростовской области).

Для изучения степени антропогенного воздействия на водные экосистемы Азовского моря использован двусторонний подход, включающий оценку степени загрязнения, по содержанию ТМ в тканях моллюсков, а также оценку, в качестве биомаркера антропогенного воздействия, физиологической устойчивости к стрессу (помещение в безводную среду). Фиксировалась продолжительность жизни моллюсков в безводной (стрессорной) среде до гибели последнего животного. По результатам наблюдений для каждой выборки были построены графики, подробно методика описана в ранних

публикациях (Панасюк, Лебедева, 2008). Данная методика («Stress on stress») успешно используется зарубежными исследователями (Viarengo et. al., 1995).

Анализ ТМ (Cu, Zn, Fe, Pb) в мягких тканях осуществляли на атомно-абсорбционном спектрометре с электотермической атомизацией «Квант-ZЭТА» производства ООО «КОРТЭК». Величины концентраций металлов выражены в мкг/г сухого веса.

Результаты и обсуждение

Содержание тяжелых металлов в моллюсках.

Для удобства изложения данные о содержании металлов приведены отдельно для каждого элемента (единицы измерения мкг/г).

Цинк. В 2006–2007 показатели цинка достоверно не отличались на всех пунктах исследования, составляя в среднем 15 ± 2 мкг/г. В дальнейшем в р-не Очаковской косы концентрация металла достоверно снизилась с 15 до 6,6 мкг/г. Вблизи Петрушино и островного участка концентрация оставалась высокой все время исследования, достоверно не снижаясь. У речных дрейссен концентрация металла в ткани составляла в среднем 8±2 мкг/г.

Медь. В районе Очаковской косы содержание меди постепенно понижалось с 2,8 до 0,5 мкг/г. В то же время концентрация этого металла в дрейссенах возле Петрушино, напротив, с каждым годом повышалась с 0,7 до 4 мкг/г. У дрейссен с островного участка залива так же прослеживалась тенденция к увеличению содержания этого металла. Содержания меди в речных дрейссенах оставалось все время исследования на достаточно высоком уровне 1,5–2,5 мкг/г., хотя этот показатель был ниже максимальных концентраций металла, зафиксированных на побережье.

Свинец. В 2006–2007 содержание Pb достигало максимальных значений в тканях дрейссен вблизи побережья Очаковской косы (более 2,4 мкг/г.), вблизи Петрушино этот металл содержался в более низких концентрациях в 2006, но к 2007 достиг аналогичных максимальных показателей (увеличившись в 4–5 раз). В 2008–2011 в Петрушино концентрация металла оставалась высокой все время исследования, в р-не Очаковской косы его концентрация достоверно сократилась до 0,2–0,4 мкг/г. Посреди залива содержание металла оставалось низким все время исследования (0,4–0,5 мкг/г.). Минимальное количество металла наблюдалось в тканях речных моллюсков (0,13±0,05 мкг/г.).

Железо. Содержание железа в дрейссенах на побережьях залива за годы исследования постепенно возрастало от 100 до 200 мкг/г, при этом отличия между северной и южной частью были недостоверны. Содержание металла в моллюсках собранных вблизи островного участка посреди залива изначально было относительно высоким 156 ±13 мкг/г и имело тенденцию к увеличению. При этом, содержания металла в тканях речных моллюсков не поднималось выше 33 ±9 мкг/г.

Выживаемость в безводной среде.

Гибель первых животных отмечалась уже на первых часах эксперимента. Минимальное время жизни на суше составляло 1–2 часа у дрейссены Таганрогского залива, и 6–8 часов у речных дрейссен. Время гибели 50% тестируемых особей (LD_{50}) варьировало от 27 часов для популяции дрейссен около с. Петрушино, до 36 часов у группы из прибрежных вод Очаковской косы и до 40,5 часов в районе п.Кагальник. Максимальное время жизни на суше составило 72 часа для Таганрогского залива и 80 часов для особей из впадающей в него реки. Таким образом речные дрейссены демонстрировали более высокую жизнеспособность вне водной среды. При сравнении показателей устойчивости к загрязнению дрейссен из разных участков Таганрогского залива, установлено что меньшее время жили в безводной среде моллюски, собранные в прибрежных водах с. Петрушино. Следует отметить, что, в тканях этих дрейссен, отмечалось более высокое содержание свинца, цинка и меди. При этом наблюдалась тенденция к увеличению содержания элементов в исследованный период.

На основе полученных данных мы можем сделать вывод о неоднородности распределения тяжелых металлов в водах бассейна Азовского моря. Достаточно интересным фактом, требующим дальнейшего подтверждения, представляется то, что моллюски из реки, впадающей в залив, содержали ТМ в меньших количествах, чем моллюски залива, в который эта река впадала. Можно высказать несколько предположений, в частности, что загрязнители «смываются» в залив другими путями, либо непосредственно поступают в залив напрямую, либо ТМ постепенно накапливаются в заливе, аккумулируясь в бентосных организмах.

За исследуемый период наблюдалось явное снижение концентрации ТМ в тканях вида-биоиндикатора в южной части залива и повышение аналогичного показателя вблизи северного побережья. Выживаемость в безводной среде отличалась у дрейссен с разным содержанием ТМ. Используемый нами биомаркер позволяет определить степень воздействия загрязнения на бентосные организмы, в частности на двустворчатых. Наши данные свидетельствуют о более низком показателе устойчивости в условиях стресса вызванного помещением в безводную среду моллюски Таганрогского залива, при повышенном содержании в их тканях ТМ. Можно предположить, что одним из факторов стресса является высокое содержание в воде исследуемых станций свинца, цинка которые характеризуются медленным выведением из организма и обладают токсическим и мутагенным действием. Понижение концентрации этих металлов в тканях моллюсков Очаковской косы с 2006–2007 по 2011 г. сопровождалось повышением жизнеспособности двустворчатых, что может свидетельствовать о более благоприятной экологической ситуации в южной части Таганрогского залива, по сравнению с его северной частью.

Авторы выражают искреннюю благодарность сотруднице Междисциплинарной аналитической лаборатории ЮНЦ РАН Алешиной Е.Г. за помощь в определении содержания тяжелых металлов в тканях моллюсков, использованных в данном исследовании.

Список литературы

1. *Матишов Г.Г., Горгопа Ю.М., Бердников С.В., Дженюк С.Л.* Закономерности экосистемных процессов в Азовском море. М.: Наука, 2006. 304 с.
2. *Матишов Г.Г., Польшин В.В., Ильин* Г.В., *Новенко Е.Ю., Карагеоргис А.* Закономерности литохимии и палинологии современных донных отложений Азовского моря // Вестник ЮНЦ РАН. 2006. Т. 2. № 4. С. 38–51.
3. *Панасюк Н.В., Лебедева Н.В.* Мидия (Mytilus Galloprovincialis Lamark, 1819) В биоиндикации загрязнения Черного моря // Вестник ЮНЦ РАН. 2008. Т. 4. №4. С. 68–74.
4. *Kefaloyianni E., Gourgou E., Ferle V., Kotsakis E., Gaitanaki C., Beis I.* Acute thermal stress and various heavy metals induce tissue-specific pro- or anti-apoptotic events via the p38-MAPK signal transduction pathway in *Mytilus galloprovincialis* (Lam.) // J. Experimental Biology. 2005. V. 208. P. 4427–4436.
5. *Viarengo A., Canesi L., Petrica M., Mancinelli G., Accomando R., Smaal A.C., Orunesu M.* Stress оп stress response: a simple monitoring tool in the assessment of a general stress syndrome in mussels // Marine environmental Research. 1995. V. 39. P. 245–248.

МОНИТОРИНГ СТОЙКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ЗАГРЯЗНИТЕЛЕЙ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ БАРЕНЦЕВА МОРЯ (РАЙОН ДАМПИНГА)

Плотицына Н.Ф.

ФГУП Полярный НИИ морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича (ФГУП «ПИНРО»), Мурманск, Россия

MONITORING OF PERSISTENT ORANIC POLLUTANTS IN THE BARENTS SEA COASTAL AREA (DUMPING AREA)

Plotitsyna N.F.

Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (PINRO)

nplotits@pinro.ru

Район предполагаемого дампинга грунта, образующегося при строительстве портовых сооружений в прибрежной зоне Баренцева моря, расположен за пределами территориальных вод РФ. С целью проведения экологического мониторинга основных загрязняющих веществ летом 2011 г. в указанном районе были отобраны пробы морской воды, донных осадков и промысловых рыб, которые были проанализированы в лаборатории прикладной экологии и токсикологии ФГУП «ПИНРО» (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.518450, действителен до 12 июля 2016 г.).

Особенностью химического загрязнения морских вод является значительная изменчивость концентраций загрязняющих веществ, вызванная динамичностью среды их распространения. Благодаря постоянным течениям, горизонтальным и вертикальным движениям водных масс токсичные вещества переносятся на большие расстояния (Гуревич, 2002). Источниками загрязнения морской среды в районе исследований являются атмосферные выпадения, воды Мурманского прибрежного течения, несущего загрязняющие вещества от побережья Скандинавии, торговый и рыболовный флот, материковый сток.

Хлорорганические пестициды (ХОП) и полихлорбифенилы (ПХБ) являются токсикантами глобального распространения, не имеющими природных аналогов. Они широко используются в сельском хозяйстве и промышленности, очень устойчивы, но в то же время летучи и поступают в атмосферу в виде паров и аэрозолей, откуда в последствии выпадают с осадками на поверхность суши, морей и океанов. Многолетнее бесконтрольное использование этих соединений привело к их повсеместному распространению, накоплению в биотических и абиотических компонентах наземных и морских экосистем (Мониторинг фонового … 1986; Мониторинг фонового … 1987). Хлорированные углеводороды поступают в Баренцево море, главным образом, с атлантическими водами и в результате крупномасштабного атмосферного переноса.

Хлорорганические пестициды в воде района предполагаемого дампинга грунта были представлены α-, β-, γ- гексахлорциклогексаном (ГХЦГ), гексахлорбензолом (ГХБ) и некоторыми метаболитами дихлордифенилтрихлорэтана (ДДТ), главным образом, p,p'-ДДЕ и p,p'-ДДД.

ГХЦГ представляет собой смесь 8 изомеров, но в Советском Союзе использовалась обогащенная смесь ГХЦГ, которая на 90 % состояла из γ-ГХЦГ (линдана). Известно, что линдан разлагается микроорганизмами и фотохимически изомеризуется в α-ГХЦГ, который наиболее стабилен в окружающей среде. Поэтому, несмотря на большую токсичность, γ-ГХЦГ оказывает менее сильное отрицательное воздействие на окружающую среду, чем α- и β-изомеры ГХЦГ, которые обладают канцерогенными свойствами и относятся к экологически опасным соединениям. В техническом ДДТ преобладающим компонентом является изомер p,p'-ДДТ (77,7 %). В результате физико-химических и биологических процессов, происходящих в море, p,p'-ДДТ трансформируется в более стойкие метаболиты ДДД и ДДЕ. По величине отношения концентраций метаболитов ДДТ/ДДЕ в морской воде высоких широт можно судить о давности поступления ДДТ в окружающую среду (Кольский залив … 1997).

Суммарные концентрации трех изомеров ГХЦГ варьировали в поверхностном слое воды от 2,92 до 4,48 нг/л, в придонном слое – от 2,89 до 3,93 нг/л и не превышали рыбохозяйственную ПДК 10 нг/л (Нормативы качества воды … 2011). Какой-либо закономерности в распределении концентраций изомеров ГХЦГ в воде не наблюдалось из-за их остаточного количества. Отношение концентраций

изомеров α-ГХЦГ/γ-ГХЦГ >1 в поверхностном и придонном слоях воды на всех станциях в районе предполагаемого дампинга грунта свидетельствовало о «старом» загрязнении вод этим пестицидом. В воде исследованного района обнаружены остаточные количества ГХБ, которые не превышали 0,29 нг/л,

ДДТ в воде района предполагаемого дампинга был представлен метаболитами p,p'-ДДЕ и p,p'-ДДД, максимальные концентрации которых не превышали остаточных количеств 0,32 и 0,33 нг/л соответственно и были на 2 порядка ниже рыбохозяйственной ПДК 10 нг/л (Нормативы качества воды … 2011). На некоторых станциях в поверхностном и придонном слоях воды его концентрация была ниже предела достоверного определения. Присутствие только метаболитов p,p'-ДДЕ и p,p'-ДДД в воде исследуемого района указывало на длительный процесс трансформации ДДТ в более стойкие метаболиты, то есть о давнем загрязнении.

Полихлорбифенилы широко используются в трансформаторах и крупных конденсаторах в качестве диэлектриков, в гидравлических системах, в рецептуре трансформаторных, смазочных и охлаждающих масел и т.д. Они характеризуются химическим и биологическим постоянством в морской среде и имеют высокий потенциал биоаккумуляции (Iwata et al., 1993). Полихлорбифенилы в воде исследованного района были представлены в основном конгенерами с номерами по номенклатуре IUPAC 52, 101 и 118, причем конгенер 118 по своим токсическим свойствам относится к диоксиноподобным соединениям. Суммарные концентрации 7 конгенеров ПХБ в поверхностном слое воды изменялись от 0,71 до 2,41 нг/л, в придонном слое – от 0,49 до 1,03 нг/л и были значительно ниже рыбохозяйственной ПДК 10 нг/л (Нормативы качества воды … 2011).

Донные отложения являются важной составляющей водных экосистем, где аккумулируется большая часть органических и неорганических веществ, в том числе и наиболее опасных и токсичных. При определенных условиях, приводящих к изменению гидродинамической обстановки, состава и свойств воды и других факторов, они могут стать источником вторичного загрязнения водных масс. Информация о состоянии водных объектов, анализируемая без учета сведений о загрязненности донных отложений, может привести к ошибочным выводам (РД 52.24.609–99, 1999).

Суммарное содержание гексахлорциклогексана (ГХЦГ) в донных осадках района предполагаемого дампинга грунта варьировало от 0,16 до 0,55 нг/г сухой массы. Увеличение относительного содержания более стабильного изомера α-ГХЦГ по сравнению с γ-ГХЦГ (α-ГХЦГ/γ-ГХЦГ >1) указывало на давнее поступлении гексахлорциклогексана в воды Баренцева моря.

В донных осадках исследуемого района, представленных пылеватыми песками, остаточное содержание ГХБ изменялось очень незначительно от 0,05 до 0,07 нг/г сухой массы и по классификации, принятой Норвежской Государственной инспекцией контроля загрязнения окружающей среды (SFT), было на порядок ниже фонового (Klassifisering av … 1997.

Суммарное содержание метаболитов ДДТ в верхнем слое донных осадков района предполагаемого дампинга грунта варьировало от 0,19 до 0,42 нг/г сухой массы. Согласно литературным данным в биотических и абиотических компонентах морских арктических экосистем отношение содержания изомеров p,p'-ДДТ/p,p'ДДЕ < 1 указывает на давнее поступление ДДТ в окружающую среду (Iwata et al., 1993). Содержание изомера p,p'-ДДЕ в донных осадках превышало содержание изомера p,p'-ДДТ и свидетельствовало о длительном процессе трансформации ДДТ в более стойкие метаболиты, то есть о «старом» загрязнении. В соответствии с норвежской классификацией суммарное содержание 6-ти метаболитов ДДТ в исследуемых донных осадках не превышало фоновый уровень (<0,5 нг/г сухой массы). (Klassifisering av … 1997).

Суммарное содержание ПХБ в исследованных пробах донных осадков изменялось от 0,25 до 0,38 нг/г сухой массы. Из индивидуальных соединений ПХБ в верхнем слое донных осадков преобладали тетра-, пента- и гексахлорированные бифенилы, доминирующие в составе промышленных смесей типа Aroclor (российские аналоги – совол и совтол). В России отсутствуют нормативы содержания хлорированных углеводородов, в том числе ПХБ, в морских донных осадках. Согласно критериям загрязненности морских донных осадков и прибрежных вод, принятым в Норвегии, суммарное содержание семи конгинеров ПХБ с номерами 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180 в донных осадках исследуемого района было на порядок ниже техногенного фонового уровня (< 5 нг/г сухой массы) (Klassifisering av … 1997).

Остаточные количества ГХЦГ в мышцах исследованных рыб (треска, пикша, полосатая зубатка), выловленных в районе предполагаемого дампинга грунта, варьировали от 0,62 до 13,27, ГХБ – от 0,41

до 1,12, ДДТ – от 0,88 до 1,27 нг/г сырой массы. Увеличение в мышцах рыб относительного содержания более стабильного изомера α-ГХЦГ по сравнению с γ-ГХЦГ (α-ГХЦГ/γ-ГХЦГ >1) свидетельствовало о давнем поступлении ГХЦГ в окружающую среду. Содержание метаболита p,p'-ДДЕ в мышечной ткани промысловых рыб превышало содержание метаболита p,p'-ДДТ и указывало на длительный процессе трансформации ДДТ в более стойкие метаболиты, то есть о «старом» загрязнении среды их обитания.

Содержание хлорорганических пестицидов в печени исследованных рыб было значительно выше, чем в мышцах, так как печень является депонирующим органом, где в первую очередь происходит накопление загрязняющих веществ. Кроме этого, печень рыб отличается более высоким содержанием жира по сравнению с мышцами, а все хлорированные углеводороды обладают липофильными свойствами, т.е. хорошо растворяются в жирах. Величины соотношений содержания изомеров ГХЦГ и метаболитов ДДТ в печени исследованных рыб свидетельствовали о «старом» загрязнении среды их обитания. Суммарное содержание изомеров ГХЦГ и ДДТ в мышцах и печени рыб не превышало допустимые уровни, установленные санитарными правилами и нормативами РФ для морских рыб – 200, 200, 1000 и 3000 нг/г сырой массы соответственно (СанПиН 2.3.2.1078–01, 2002).

По норвежской классификации суммарное содержание ГХЦГ и ДДТ, а также остаточного количества ГХБ в мышцах трески, выловленной в районе предполагаемого дампинга грунта, соответствовало уровням «умеренного» загрязнения (Klassifisering av … 1997).

Суммарное содержание семи конгенеров ПХБ в мышцах исследованных рыб изменялось от 1,15 до 2,05 нг/г сырой массы, в печени – от 23,8 до 46,1 нг/г сырой массы. Вследствие значительного количества жира содержание ПХБ в печени рыб на порядок превышало содержание в мышечной ткани. Из индивидуальных ПХБ в мышцах и печени исследованных рыб преобладали конгенеры с номерами по номенклатуре IUPAC 118, 138 и 153, что указывает на техногенное загрязнение среды обитания рыб промышленными смесями полихлорбифенилов типа Aroclor (российские аналоги – совол и совтол).

Суммарное содержание конгенеров ПХБ в мышцах и печени исследованных рыб было значительно ниже нормативов, установленных для морских рыб – 2000 и 5000 нг/г сырой массы соответственно (СанПиН 2.3.2.1078–01, 2002). По норвежской классификации суммарное содержание семи ПХБ в мышцах трески соответствовало техногенному фоновому уровню (Klassifisering av … 1997).

Список литературы

1. *Гуревич В.И.* Современный седиментогенез и геоэкология Западно-Арктического шельфа Евразии. М.: Научный мир, 2002. 134 с.
2. Кольский залив: океанография, биология, экосистемы, поллютанты / Коллектив авторов. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1997. 265 с.
3. Мониторинг фонового загрязнения природных сред, в. 3 / Под ред. Ю. А. Израэля и Ф. Я. Ровинского. Л.: Гидрометеоиздат, 1986. 245 с.
4. Мониторинг фонового загрязнения природных сред, в. 4 / Под ред. Ю. А. Израэля и Ф. Я. Ровинского. Л.: Гидрометеоиздат, 1987. 384 с.
5. Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения. М.: Изд-во ВНИРО, 2011. 257 с.
6. РД 52.24.609–99 (Руководящий документ). Методические указания. Организация и проведение наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях. СПб.: Гидрометеоиздат, 1999. 18 с.
7. СанПиН 2.3.2. 1078–01. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. М.: Минздрав РФ, 2002. 164 с.
8. *Iwata H., Tanabe S., Sakai N., Tatsukawa R.* Distribution of persistent organochlorines in the oceanic air and surface sea water and the role of ocean on their global transport and fate // Environ. Sci. Technol. 1993. V. 27. P. 1080–1098.
9. *Klassifisering* av miljøkvalität i fjorder og kystfarvann. Veiledming / J. Molvær, J. Knutzen, J. Magnusson, B. Rygg, J. Skei, J. Sørensen // SFT Veiledming, 1997. 97:03. 36 pp. (In Norwegian).

К ХАРАКТЕРИСТИКЕ ПОЧВЕННО-РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ПОБЕРЕЖЬЯ ТАГАНРОГСКОГО ЗАЛИВА

Польшина Т.Н., Ильина Л.П., Невидомская Д.Г.
Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

TO THE CHARACTERIZATION OF SOIL AND VEGETATION COVER THE COASTAL AREA OF THE TAGANROG BAY

Polchina T.N., Iljina L.P., Nevidomskaya D.G.
Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia
tanja0701@mail.ru, iljina@ssc-ras.ru, dnevidomskaya@mail.ru

Таганрогский залив – обширный залив, расположенный на северо-востоке Азовского моря. Протяженность залива по параллели составляет 140 км. Объем залива составляет 23,9 км^2, а площадь 5300 км^2. По геоструктурному и геоморфологическому строению Таганрогский залив представляет собой несколько своеобразных ландшафтов, характеризующихся типологическим сходством абразионных склонов северного и южного побережий, подводных оснований кос, преддельтового аккумулятивного склона р. Дон и Центрально-Таганрогской равнины (Беспалова и др., 1998). Берег вершины залива представляет собой низменную авандельту р. Дон, состоящую из многих островов, разделенных водотоками. Дон, впадающий с северо-востока, в нижнем течении образует небольшую многорукавную дельту, площадь которой 540 км^2. По морфолого-генетическим признакам дельта Дона относится к островному типу с мелководным взморьем.

Побережье Таганрогского залива в Ростовской области имеет протяженность 210 км, из них на абразионные берега приходится – 63 %, оползневые – 17 %, на аккумулятивное – 20 %, что в первую очередь обусловлено неоднородностью геологических условий (литологических особенностей пород береговых обрывов, современных тектонических движений). Присутствие песчано-глинистых неогеновых отложений способствует широкому развитию абразионно-оползневых процессов. Типичные абразионные, абразионно-обвальные берега, как правило, приурочены к выходам лессовидных суглинков и скифских глин (Матишов и др., 2005). Аккумулятивные берега сложены песчано-ракушечным материалом и представлены косами северного побережья (Беглицкая, Петрушина, Куричья, Золотая, Семенова) и южного побережья (Долгенькая, Чумбурская и Очаковская). Широкое распространение покрова из лессовидных суглинков и новейшие тектонические движения способствовали развитию на прибрежных территориях долинно-балочного рельефа (Ивлиева и др., 2009).

Пространства, окружающие Таганрогский залив, имеют преимущественно равнинный рельеф. Основной фон почвенного покрова прибрежных территорий Таганрогского залива составляют черноземы обыкновенные карбонатные малогумусные и слабогумусированные различной мощности на лессовидных тяжелых суглинках или глинах (табл. 1, 2). Содержание гумуса в верхних горизонтах составляет 3,4–4,8 %. Повышенная карбонатность почв (содержание $CaCO_3$ в поверхностном слое может варьировать от 1 до 4 % и больше) обусловлена высокой карбонатностью материнских пород. Реакция среды – слабощелочная.

Помимо основных зональных типов почв в прибрежных территориях Таганрогского залива высока доля интразональных и азональных типов почв, обуславливающих комплексность почвенного покрова. По днищам периодически пересыхающих бессточных соленых озер и в лиманообразных понижения встречаются соровые солончаки. Гидроморфные соровые солончаки имеют влажную рыхлую солевую корочку, под которой идет песчаный или супесчаный слой с огромным количеством ракушек. Профиль сильно засолен хлоридами и сульфатами до 3–7 %. На глубине до 1 м обнаруживается горько-соленая вода (табл. 1, 2). Почвообразующие породы – древнеаллювиальные отложения. Гранулометрический состав соровых солончаков преимущественно глинистый и тяжелосуглинистый.

Песчаные массивы кос Таганрогского залива представлены пляжными песками, которые почти не затронуты процессом почвообразования. Они рыхлы, сыпучи, бесструктурны, постоянно подвержены эрозионно-аккумулятивным процессам.

Местами равнина нарушается неглубокими, но разветвленными балками и потяжинами. Самые крупные из них – Мокрая и Сухая Чубурка, Развиленская, Калмыцкая. Здесь представлены почвы балочного комплекса, которые объединяют смытые почвы склонов балок и дерново-намытые почвы днищ балок. Почвообразующие породы – делювиальные отложения. Гранулометрический состав их преимущественно глинистый и тяжелосуглинистый. Для всех разновидностей дерново-намытых почв характерна большая протяженность профиля и слабая дифференциация генетических горизонтов. Мощность гумусового слоя более 100 см. Карбонатные новообразования оформлены слабо либо совсем отсутствуют.

Таблица 1

Морфологические характеристики почв побережья Таганрогского залива Азовского моря

Показатели	Название почвы			
	Чернозем обыкновенный (североприазовский) карбонатный мощный среднегумусный тяжелосуглинистый на карбонатном лессовидном суглинке (Неклиновский район)	**Солончак соровый тяжелосуглинистый на аллювиально-делювиальных отложениях (х. Чумбур-Коса)**	**Аллювиально-луговая слоистая карбонатная почва на аллювиальных отложениях (приморская часть дельты р. Дон, район п. Кагальник)**	**Лугово-болотная солончаковатая на аллювиальных отложениях (приморская часть дельты р. Дон, район п. Кагальник)**
Мощность почвенных горизонтов, см А+В	91	39	82	0
Глубина вскипания, см	слабое с поверхности, сильное с 19	сильное с поверхности	с поверхности	–
Новообразования карбонатов	карбонатный мицелий с 70; единичная белоглазка с 92; массовые скопления белоглазки со 110 см	сплошная карбонатная пропитка всего профиля; карбонатный мицелий и выцветы с 20 см	сплошная пропитка почвенной массы карбонатами	карбонатные новообразования не диагностируются
Новообразования железа и марганца	–*	Fe конкреции с 20 см, скопления ржавых, охристых пятен R_2O_3, с 26 см	Fe-Mn примазки и конкреции с 30 см	ржавые пятна Fe_2O_3 с 25 см
Новообразования легкорастворимых солей	–	корочка из легкорастворимых солей с поверхности, прожилки солей по всему профилю	–	выцветы легкорастворимых солей с 25 см
Новообразования гумуса и глины	затеки гумуса на гранях структурных отдельностей	затеки гумуса; темные налеты перегнойных веществ на гранях отдельностей	натеки глины, затеки гумуса	–
Пятна оглеения	–	ржавые пятна оглеения с 23 см; пропитка из глея с 39 см	пятна оглеения с 98 см	пятна оглеения с 35 см
Глубина залегания грунтовых вод, см	–	80	200	150
Включения	корни травянистых растений	корни травянистых растений, раковины моллюсков	корни травянистых растений, бытовой мусор (бумага, полиэтилен, текстиль и др.), антропогенный гранитный щебень	корни травянистых растений, камни, раковины моллюсков

* – не обнаружено

Таблица 2

Некоторые физико-химические свойства почв побережья Таганрогского залива Азовского моря

Почва	Почвообразовательный процесс	Гумус, %	pH	CaCO3, %	Содержание ила (0,001 мм), %	Засоление (плотный остаток), %
		в слое 0–20 см				
Чернозем обыкновенный (североприазовский) карбонатный мощный среднегумусный тяжелосуглинистый на карбонатном лессовидном суглинке (Неклиновский район)	Гумусонакопление, гумусообразование, миграция карбонатов с образованием карбонатного иллювиального горизонта	4,6	8,0	1,5	32,4	н/о
Солончак соровый тяжелосуглинистый на аллювиально-делювиальных отложениях (х. Чумбур-Коса)	Соленакопление, оглеение	0,7	9,0	3,0	41,9	5,42
Аллювиально-луговая слоистая карбонатная почва на аллювиальных отложениях (приморская часть дельты р. Дон, район п. Кагальник)	Поемный, аллювиальный, дерновый, глеевый	1,7	7,3	0,4	11,0	0,04
Лугово-болотная солончаковатая на аллювиальных отложениях (приморская часть дельты р. Дон, район п. Кагальник)	Дерновый, солончаковатый, оглеение	4,8	6,9	0,2	34,0	1,3

Степные реки (Миус, Кагальник, Ея, Эльбузд) неглубоко врезаны в берега и характеризуются медленным течением. В поймах рек, и, особенно, в районе дельты р. Дон распространены аллювиально-луговые, луговые, лугово-болотные и болотные почвы разной степени засоления. Луговые почвы солончаковые глинистые и тяжелосуглинистые на аллювиальных засоленных глинистых и суглинистых отложениях. Мощность гумусового горизонта А+В равна 85 см, горизонт А – 35–40 см. Солончаковость морфологически выражается наличием солей с глубины 35 см, химически она обнаруживается уже с самой поверхности. В слое 0,5 см содержит 4–6 % гумуса, книзу его количество резко уменьшается и на глубине 70–75 см составляет только 1,1%. Аллювиально-луговые слоистые карбонатные почвы имеют различный гранулометрический состав. Они подстилаются главным образом среднесуглинистыми, легкосуглинистыми, супесчаными и песчаными аллювиальными отложениями. Их образование связано с периодическим затоплением территории и переотложением частиц, приносимых паводковыми водами. Почвы характеризуются четкой слоистостью профиля и слабой дифференциацией на генетические горизонты. Мощность гумусовых горизонтов очень изменчива и составляет в большинстве случаев 60–100 см. Содержание гумуса в верхней части профиля легких по гранулометрическому составу аллювиально-луговых почв может варьировать от 1,5 до 3,0 %. Морфологические и физико-химические свойства аллювиально-луговой почвы представлены в таблицах 1 и 2.

Лугово-болотные почвы глинистые и тяжелосуглинистые на аллювиальных глинистых и суглинистых отложениях. Строение профиля лугово-болотных почв сочетает признаки как луговых, так и болотных почв. Сверху у них развит гумусовый горизонт А. Ниже гумусовых горизонтов следует глеевый горизонт. В этом горизонте часто выступает грунтовая вода (табл. 1, 2).

По потяжинам и западинам на переотложенных лессовидных породах сформированы лугово-черноземные почвы.

В настоящий период побережье Таганрогского залива интенсивно подвергается трансформационным изменениям (эрозионные процессы, засоление, загрязнение и потеря продуктивности почв, снижение экологических функций почв, деградация растительного покрова и т.д.) связанным с нерациональным использованием природных ресурсов прибрежных зон в виде дорожного и курортного строительства, интенсивного применения удобрений и пестицидов, туристической экспансии,

экологических катастроф и пр. Согласно исследованиям проведенным Л.А. Беспаловой с соавторами (Беспалова и др., 1998) наиболее загрязнено северное побережье Таганрогского залива, где расположены крупные промышленные центры и высока заселённость береговой зоны. Повышенное загрязнение пляжей наблюдается вблизи городов Бердянск, Ейск, Таганрог, а также на оконечностях кос Долгой, Чумбурской, Павло-Очаковской, наиболее освоенных в рекреационном отношении. Незначительно загрязнено южное побережье Таганрогского залива. В основном загрязнения представлены коммунально-строительными отходами.

В условиях интенсивного антропогенного воздействия прибрежных территорий Таганрогского залива Азовского моря актуальным является анализ современного состояния флоры, который является составной частью биомониторинга. Прогноз изменений растительности невозможен, если не выявлен ее видовой состав, т.к. фитоценозы формируются из видов, произрастающих на данной территории.

Материал по изучению флористического разнообразия побережья Таганрогского залива Азовского моря был собран в период с 2003–2009 гг. во время береговых экспедиций Южного научного центра РАН. Были исследованы растительные сообщества на косах: Долгой, Чумбурской, Павло-Очаковской, Беглицкой, а также прибрежные территории пос. Кагальник. В работе использованы общепринятые методики ботанических и геоботанических исследований. Названия таксонов даны по сводке С. К. Черепанова (Черепанов, 1995), «Флоре Нижнего Дона» (1984, 1985). Биоморфологическая структура флоры определялась по системе жизненных форм К. Раункиера (Миркин и др., 2000).

За время исследований побережья Таганрогского залива Азовского моря было отмечено 258 видов цветковых растений, относящихся к 167 родам из 56 семейств.

Доминирующими семействами на побережье являются *Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Brassicaceae, Apiaceae, Lamiacea и Scrophulariaceae* (рис.1). К ним принадлежит 60% видов растений. Остальные семейства представлены 1–4 видами. Такой спектр семейств является характерным для Голарктики. Следует отметить, что для флоры характерным является отсутствие полиморфных (свыше 10 видов) родов. Отмечено 19 среднебедных (3–9 видов) и 36 бедных (менее 3 видов) родов. Самым крупным родом, насчитывающим 7 видов, является род *Arthemisia L.* На побережье было выявлено 3 охраняемых вида: *Eryngium maritimum L.*, *Crambe pontica L.* и *Cakile euxina Pobed.* Родовой коэффициент равен 1,38. Низкое значение родового коэффициента указывает на миграционный характер флоры побережья.

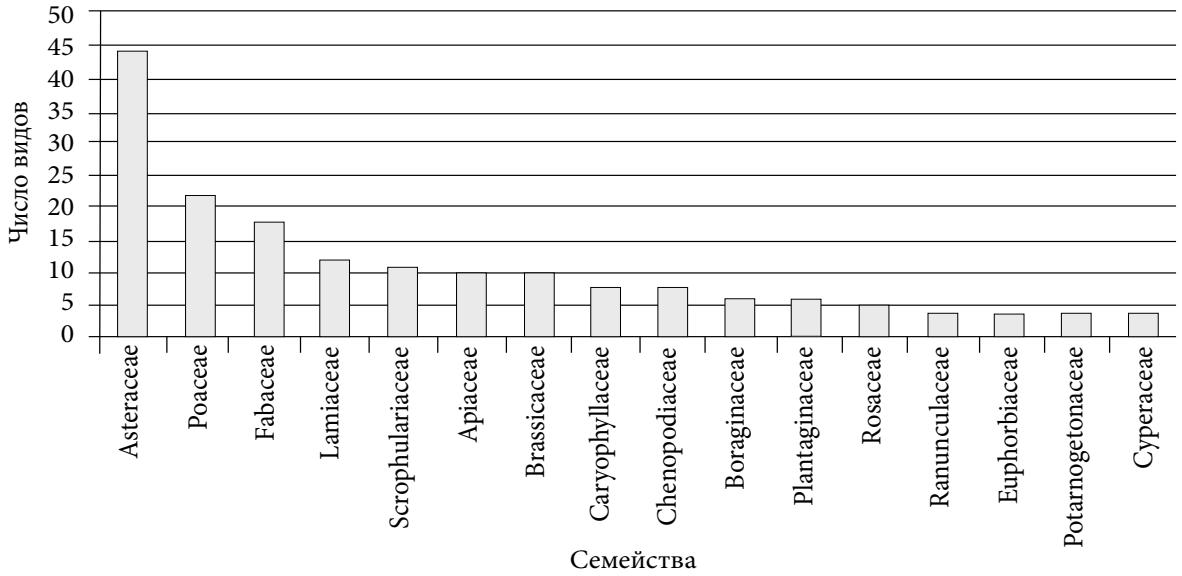


Рис. 1. Видовая насыщенность ведущих семейств флоры побережья Таганрогского залива Азовского моря

В прибрежной полосе Таганрогского залива выделено 6 флороценотипов: степной, луговой, лесной, пустынный, сорный, водный. Степной флороценотип доминирует над остальными, так как Таганрогский залив расположен в степной зоне и на его побережье преобладают степные ландшаф-

ты. Степи сохранились по склонам балок. Виды растений, относящиеся к степному флороценотипу и приурочены к зональным черноземам. К ним относятся: *Astragalus onobrichis L., Crinitaria villosa (L.)* Grossh, *Agropyron pectinatum (Bieb.) Beauv., Stipa capillata L.*, *Eryngium campestre L.*и другие. Важное место занимает луговой флороценотип, который формируется на гидроморфных почвах. Травяной покров лугов всегда густой и обычно достаточно высокий. Среди луговой растительности чаще всего встречаются ассоциации образованные *Calamagrostis eplgeios, Elytrigia repens, Festuca pratensis, а также Agrostis stolonifera, Carex acuta, C. extensa, Trifolium fragiferum.* В лесной флороценотипе доминируют виды: *Salix alba, Populus nigra, Salix triandra, Amorpha fruticosa*. На солонцах и солончаках доминируют представители пустынного флороценотипа. Из солонцовой растительности можно выделить – *Salicornia europaea, Sueda prostate, Limonium gmelinii*, из солончаковой – *Festuca valensiaca.* В прибрежной полосе Таганрогского залива нет участков растительности, не претерпевших в той или иной степени антропогенного влияния. В связи с этим сорный флороценотип имеет очень важное значение для характеристики растительного покрова побережья. Не оказывая особого влияния на естественное изменение флоры, с усилением антропогенного влияния на природные сообщества, сорные флороценоэлементы играют существенную роль в синантропном изменении флоры. Это ведёт, во-первых, к обогащению флоры, во-вторых, к уменьшению различий между естественными флорами (Голованев, Голованева, 1991). Сорные виды доминируют на Беглицкой и Чумбурской косах –*Anisantha tectorum (L.) Nevski*. Следует отметить массовое засорение растениями побережья пос. Кагальника – *Ambrosia artemisiifolia L.*, *Cyclachaena xanthiifolia (Nutt.) Fresen.*, *Erigeron Canadensis L.*, *Xanthium californicum Greene*. В составе водной растительности преобладают сообщества с доминированием *Vallisneria spiralis, Potamogeton perfoliatus, Glyceria maxima*.

Состав биоморф во флоре зависит от экологических условий, в которых формировалась данная флора. В исследуемой флоре побережья Таганрогского залива было выделено 5 биоморф по классификации К. Раункиера (Миркин, 2000). Большая доля гемикриптофитов (59,6 % от общего количества видов) связано с преобладанием семейств Asteraceae и Poaceae. Отмечено, что гемикриптофиты занимают главенствующее положение в большинстве ненарушенных мезофильных и ксерофильных растительных сообществах. Флористическая бедность фанерофитов и хамефитов (8,7 %) определяется особенностями субстрата. Терофиты поселяются в нестабильных, недавно образовавшихся биотопах. Преобладание терофитов над криптофитами на побережье объясняется наличием больших площадей антропогенно нарушенных территорий.

Таким образом, изучены морфологические и физико-химические свойства зональных, а также некоторых интразональных и азональных типов почв прибрежных территорий Таганрогского залива. Проведен сопряженный анализ типов почв с флороценотипами. Анализ флоры побережья выявил, что растительные сообщества характеризуются низкой родовой насыщенностью, преобладанием степного типа растительности, доминирующими семействами являются *Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Brassicaceae, Apiaceae,* высокий процент гемикриптофитов от общего количества видов связан с преобладанием семейств *Asteraceae* и *Poaceae*.

В условиях интенсивного антропогенного воздействия прибрежных территорий Таганрогского залива Азовского моря необходимо проводить постоянный биомониторинг с целью выявления направленности изменения видового состава растительных сообществ во взаимосвязи с трансформациями почвенного покрова.

Список литературы

1. *Беспалова Л.А., Хрусталев Ю.П., Ивлиева О.В.* Техногенное загрязнение Таганрогского залива // Доклады АН, 1998, № 6. С. 5–8.
2. *Голованев П.С., Голованева Е.Е.* Динамика сорной флоры Нижнего Дона в связи с антропогенной деятельностью // Флора Нижнего Дона и Северного Кавказа: структура, динамика, охрана, проблемы использования. Ростов н/Д, 1991. С. 26–28.
3. *Ивлиева О.В., Беспалова Л.А., Ивлиев П.П.* Опасные природные процессы побережья Таганрогского залива (Ростовская область) // Матер. Межд. конф. «Литодинамика донной контактной зоны океана» М., 2009. С. 29–30.
4. *Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Беспалова Л.А., Ивлиева О.В., Коломиец Н.А.* Литолого-геоморфологические процессы процессы в прибрежной зоне Азовского моря и Керченского

пролива (коса Тузла) // Экосистемные исследования среды и биоты Азовского моря и Керченского пролива. Изд-во РАН КНЦ, Апатиты, 2005. С. 70–80.
5. *Миркин Б.М., Наумова Л.Г., Соломещ А.И.* Современная наука о растительности. М.: Логос, 2000. 264 с.
6. Флора Нижнего Дона (определитель). Часть 1. / Под редакцией *Г.*М. Зозулина, В.В. Федяевой. Ростов-н/Д: Изд-во РГУ, 1984. 280 с.
7. Флора Нижнего Дона (определитель). Часть 2. / Под редакцией Г.М. Зозулина, В.В. Федяевой. Ростов-н/Д: Изд-во: РГУ, 1985. 240 с.
8. *Черепанов С.К.* Сосудистые растения России и сопредельных государств. С-Пб: «Мир и семья – 95», 1995. 990 с.

ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫЕ СПОСОБЫ РАЗМНОЖЕНИЯ РЕДКИХ И ИСЧЕЗАЮЩИХ ВИДОВ РАСТЕНИЙ В АЭРОПОННЫХ УСЛОВИЯХ

Полякова М.Н., Мартиросян Ю.Ц., Кособрюхов А.А., Долинская Е.В., Диловарова Т.А.
Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии Россельхозакадемии, Москва, Россия

HIGH-TECH SOLUTION BREEDING SITES OF RARE AND ENDANGERED PLANTS IN THE AEROPONIC CONDITIONS

Polyakova M.N., Martirosyan Yu.Ts., Kosobryuhov A.A., Dolinskaya E.V., Dilovarova T.A.
All-Russia Research Institute of Agricultural Biotechnology, Russian Academy of Agricultural Sciences, Moscow, Russia
yumart@yandex.ru

В начале XI века растительный покров испытывает на себе возрастающее с каждым днем влияние человека. Вырубаются леса, осушаются болота, нарушаются естественные местообитания растений. Некоторые виды растений исчезают или становятся редкими.

С развитием технического прогресса эта проблема оказывается решаемой. Благодаря внедрению самых передовых научных разработок сейчас аэропоника – техническое средство, позволяющее повысить продуктивность сельскохозяйственных культур, улучшить качество выращиваемой продукции, лучший способ максимально реализовать природный потенциал растений, а также регулируемая система для быстрого размножения редких и исчезающих видов растений. Аэропонные установки используются в закрытых помещениях, а это позволяет полностью освободиться от влияния на растения факторов внешней среды, создать условия, близкие к идеальным.

Основной принцип аэропоники – это распыление питательного раствора в виде аэрозоля. Растение закрепляется таким образом, что корни висят в воздухе, питательный раствор подается к корням непрерывно или через короткие промежутки времени. Стебель и листья растений при этом изолированы от зоны распыления питательного раствора. В таком случае, при использовании здоровых растений, среда выращивания остается свободной от вредителей и болезней, связанных с почвой.

Разработанная в группе аэропонных технологий Института сельскохозяйственной биотехнологии универсальная аэропонная установка сконструирована по принципу модульности для более рационального и полного использования площади помещения. Одноярусная установка состоит из пяти независимых модулей, каждый из них имеет свой бак с питательным раствором, что позволяет одновременно выращивать в каждом модуле отдельный вид растений. Многоярусная установка представляет собой один модуль, состоящий из четырех сверхкомпактных ярусов. На каждом из них можно посадить 180 растений и более. В данных установках автоматически регулируются и регистрируются следующие параметры: влажность и температура в культивационном помещении, pH питательного раствора, концентрация CO_2-газа в воздухе и другие; также предусмотрена специальная система аварийной защиты от высыхания растений, что для прихотливых редких и исчезающих видов растений наиболее важно.

Преимущества аэропонных технологий размножения редких и исчезающих видов растений в сравнении с почвенной культурой:

- экономия водных ресурсов и времени;
- растение получает нужные ему вещества в необходимых количествах, это обусловливает быстрый рост и хороший урожай. Так как растение получает только нужные ему элементы, оно не накапливает вредных веществ;
- отсутствие почвы и связанной с ней грязи;
- корни растений не страдают от пересыхания или затопления;
- отсутствие проблемы почвенных болезней и вредителей, что избавляет от применения пестицидов и агрохимикатов, делая этот способ выращивания экологически чистым;
- не возникает проблемы недостатка удобрений или их передозировки;
- отсутствие сорняков;
- облегчен процесс пересадки многолетников – не надо освобождать корни от старой почвы и травмировать их;
- простота конструкций;
- простота обслуживания;
- позволяет варьировать систему питания растения непосредственно у корней;
- дает возможность выращивать некоторые очень требовательные к условиям окружающей среды культуры;
- предоставляет возможность разместить намного большее количество растений на той же площади выращивания.

При выращивании растений в аэропонных условиях возможно существенное уменьшение периода выращивания растений от момента посадки до получения урожая, что позволяет увеличить количество вегетаций на одной установке в год, а значит получить максимально возможное количество растений за короткие сроки. Это происходит за счет того, что именно в аэропонике возможно создание условий жизни растений, близких к идеальным: наличие необходимого количества растворенных питательных веществ в наиболее легкодоступной для растений форме; необходимое количество света за счет использования люминесцентных фитоламп, свет которых наиболее приближен к спектру солнечного света, и удобного подъемного механизма, позволяющего регулировать интенсивность освещенности по мере роста растений.

В закрытых помещениях под искусственным светом довольно значительны энергетические затраты. Для решения этой проблемы актуальным становится применение инновационных технологий – низкоэнергетических светодиодных облучателей в конструкции универсальных аэропонных установок. Достоинствами светодиодов являются экономия до 70 % электроэнергии, длительный срок службы, низкое тепловыделение, малые габариты, направленное распределение света. Они позволяют имитировать динамику суточного изменения спектрального состава солнечного света при выращивании растений, а также управлять ростом и развитием растений, ускоряя или замедляя отдельные фазы роста.

Необходимо, чтобы в спектре светодиодных светильников, используемых для выращивания растений, были все участки видимого излучения с преобладанием красных, зеленых, синих и фиолетовых лучей, а также небольшая доля длинного ультрафиолетового и короткого инфракрасного света.

Хотя биоразнообразию нашей планеты уже нанесен непоправимый ущерб, и сокращение численности видов животных и растений не прекращается, существуют новые способы, благодаря которым некоторые трудноразмножаемые, редкие и исчезающие виды растений можно быстро размножить и сохранить. Исследованием объективных причин вымирания растений занимаются научные коллективы многих стран, однако существование многих видов по-прежнему находится под угрозой. Причина этого – человек и его хозяйственная деятельность. Ранее считалось, что путь, по которому человек движется к техническому прогрессу – главный враг всего живого на земле, сейчас же новые технологии способны исправить досадную ошибку человечества.

ПАУКИ (ARANEI) ПОБЕРЕЖЬЯ ТАГАНРОГСКОГО ЗАЛИВА

Пономарёв А.В.
Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

SPIDERS (ARANEI) OF COASTS OF THE TAGANROG GULF

Ponomarev A.V.
Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia
ponomarev@ssc-ras.ru

Начиная с 2010 года проводятся целенаправленные исследования аранеофауны побережья Таганрогского залива в пределах Ростовской области. Обследование проводилось в следующих пунктах: Порт-Катон, Чумбур-Коса, коса Очаковская, Стефанидинодар (Азовский р-н); коса Беглицкая, Лакедемоновка, Натальевка, Петрушино, Михайловка, Мержаново, Морской Чулек (Неклиновский р-н). Кроме того, был собран материал на двух искусственных островах в створе Таганрогского залива напротив х. Кагальник и на побережье залива в черте г. Таганрог. Выявлено 133 вида пауков из 20 семейств (таблица 1).

Таблица 1

Видовой состав пауков побережья Таганрогского залива

Виды	Южный берег	Северный берег	Берег Миусского лимана	Таганрог	Створ залива
Agelena labyrinthica (Clerck, 1758)	+				
Tegenaria agrestis (Walckenaer, 1802)	+	+		+	
Araneus angulatus Clerck, 1758		+			
Araneus diadematus Clerck, 1758				+	
Araneus pallasi (Thorell, 1875)	+	+			
Argiope bruennichi (Scopoli, 1772)	+	+		+	
Cercidia prominens (Westring, 1851)		+			
Hypsosinga pygmaea (Sundtvall, 1831)	+				
Larinia elegans Spassky, 1939	+	+			
Larinioides folium (Schrank, 1803)	+	+	+		+
Larinioides patagiatus (Clerck, 1758)	+	+			+
Neoscona adianta (Walckenaer, 1802)	+				
Clubiona frisia Wunderlich et Schuett, 1995	+	+			+
Clubiona juvenis Simon, 1878		+			
Clubiona pallidula (Clerck, 1758)					+
Clubiona phragmitis C.L. Koch, 1843		+			
Clubiona pseudoneglecta Wunderlich, 1999	+				
Clubiona subtilis L. Koch, 1867	+				
Dictyna arundinacea (Linnaeus, 1758)					+
Dictyna uncinata Thorell, 1856			+		
Lathys stigmatisata (Menge, 1869)	+				
Dysdera crocata C.L. Koch, 1838	+				
Harpactea azowensis Charitonov, 1956		+			

Продолжение таблицы 1

Harpactea rubicunda (C.L. Koch, 1838)		+			
Aphantaulax trifasciata (O. Pick.-Cambr., 1872)	+				
Drassodes lapidosus (Walckenaer, 1802)	+	+			+
Drassyllus pusillus (C.L. Koch, 1833)	+	+			
Gnaphosa dolosa O. Herman, 1879	+				
Gnaphosa leporina (L. Koch, 1866)	+	+			
Haplodrassus dalmatensis (L. Koch, 1866)	+				
Micaria pulicaria (Sundevall, 1831)		+			+
Micaria rossica Thorell, 1875		+			
Nomisia aussereri (L. Koch, 1872)	+	+			
Scotophaeus quadripunctatus (Linnaeus, 1758)					+
Trachyzelotes cumensis (Ponomarev, 1979)	+				
Trachyzelotes malkini Platnick et Murphy, 1984		+	+		
Zelotes gracilis (Canestrini, 1868)		+			
Zelotes kukushkini Kovblyuk, 2006	+	+			+
Zelotes longipes (L. Koch, 1866)	+	+			
Hahnia nava (Blackwall, 1841)	+				
Acartauchenius scurrilis (O. Pick.-Cambr., 1872)	+	+			
Agyneta rurestris (C.L. Koch, 1836)	+	+			
Bathyphantes gracilis (Blackwall, 1841)	+	+			
Centromerus abditus Gnelitsa, 2007	+				
Diplostyla concolor (Wider, 1834)		+			
Erigone atra Blackwall, 1833	+				
Gnathonarium dentatum (Wider, 1834)	+	+			
Mecopisthes silus (O. Pick.-Cambr., 1872)	+	+			
Microlinyphia impigra (O. Pick.-Cambr., 1871)	+				
Microlinyphia pusilla (Sundevall, 1830	+	+			
Oedothorax apicatus (Blackwall, 1850)	+	+			
Pelecopsis laptevi Tanasevitch et Fet, 1986	+	+			
Pelecopsis parallela (Wider, 1834)	+	+			
Porrhomma sp.		+			
Silometopus reussi (Thorell, 1871)	+	+			
Stemonyphantes lineatus (Linnaeus, 1758)	+				
Styloctetor romanus (O. Pick.-Cambr., 1872)		+			
Trichoncoides piscator (Simon, 1884)	+				
Agroeca cuprea Menge, 1873	+				
Agroeca dentigera Kulczyński, 1913	+	+			
Alopecosa accentuata (Latreille, 1875)	+	+			
Alopecosa pulverulenta (Clerck, 1758)	+	+			
Alopecosa taeniopus (Kulczyński, 1895)	+	+			
Arctosa cinerea (Fabricius, 1777)	+				
Pardosa agrestis (Westring, 1861)	+	+			
Pardosa luctinosa Simon, 1876	+	+			

Продолжение таблицы 1

Pardosa nebulosa (Thorell, 1872)		+			
Pardosa prativaga (L. Koch, 1870)		+			
Pirata piraticus (Clerck, 1758)		+			
Trochosa robusta (Simon, 1876)	+				+
Trochosa ruricola (De Geer, 1778)	+	+			
Trochosa terricola Thorell, 1856	+	+			
Xerolycosa miniata (C.L. Koch, 1834)	+				
Ermetus inopinabilis Ponomarev, 2008	+		+		
Ero aphana (Walckenaer, 1802)	+				
Cheiracanthium mildei L. Koch, 1864		+			
Philodromus fallax Sundevall, 1832	+	+			
Philodromus glaucinus Simon, 1870	+				
Philodromus longipalpis Simon, 1870			+		
Thanatus atratus Simon, 1875	+				
Thanatus mongolicus (Schenkel, 1936)	+	+			
Thanatus vulgaris Simon, 1870	+	+			
Tibellus macellus Simon, 1875	+				
Tibellus oblongus (Walckenaer, 1802)	+	+			
Pisaura novicia (L. Koch, 1878)		+			
Aelurillus v-insignitus (Clerck, 1758)	+				
Ballus chalybeius (Walckenaer, 1802)		+			
Euophrys frontalis (Walckenaer, 1802)			+		
Heliophanus auratus C.L. Koch, 1835	+	+			
Heliophanus patagiatus Thorell, 1875	+	+			+
Marpissa nivoji (Lucas, 1846)	+				
Neon valentulus Falconer, 1912	+				
Pellenes allegrii Caporiacco, 1935	+				
Pellenes nigrociliatus (Simon in L. Koch, 1875)		+			
Phlegra fasciata (Hahn, 1826)	+	+			
Pseudicius encarpatus (Walckenaer, 1802)					+
Salticus cingulatus (Panzer, 1797)					+
Salticus scenicus (Clerck, 1758)	+	+			+
Sitticus ammophilus (Thorell, 1875)	+	+			
Sitticus inexpectus Logunov et Kronestedt, 1997		+			
Sitticus dzieduszyckii (L. Koch, 1870)	+	+			+
Sitticus floricola (C.L. Koch, 1837)	+				
Sitticus zimmermanni Simon, 1877	+				
Talavera krocha Logunov et Kronestedt, 2003		+			
Yllenus vittatus Thorell, 1875	+	+			
Pachygnatha clercki Sundevall, 1823	+	+			
Pachygnatha degeeri Sundevall, 1830	+	+			
Pachygnatha listeri Sundevall, 1830		+			
Tertragnatha extensa (Linnaeus, 1758)	+				

Окончание таблицы 1

Tetragnatha montana Simon, 1874	+				
Tetragnatha nigrita Lendl, 1886		+			
Tetragnatha obtusa C.L. Koch,		+			
Tetragnatha pinicola L. Koch, 1870	+				
Tetragnatha striata L. Koch, 1862	+	+			
Euryopis quinqueguttata Thorell, 1875	+				
Latrodectus tredecimguttatus (P. Rossi, 1790)	+	+		+	
Parsteatoda tabulata (Levi, 1980)				+	
Parasteatoda tepidariorum (C.L. Koch, 1841)	+			+	
Phylloneta impressa (L. Koch, 1881)	+	+			
Theridion uhligi Martin, 1974		+			
Ozyptila pullata (Thorell, 1875)	+				
Ozyptila scabrucula (Westring, 1851)		+			
Thomisus onustus Walckenaer, 1805		+			
Xysticus acerbus Thorell, 1872	+				
Xysticus cristatus (Clerck, 1758)	+				
Xysticus kochi Thorell, 1872	+	+			
Xysticus laetus Thorell, 1875	+		+		
Nurscia albosignatha Simon, 1874		+			
Titanoeca quadriguttata (Hahn, 1833)	+	+			
Titanoeca schineri L. Koch	+	+	+		+
Titanoeca veteranica O. Herman, 1879	+				
Zodarion morosum Denis, 1935		+			
Zodarion thoni Nosek, 1905		+			

Обнаружены редкие в фауне Ростовской области виды *Clubiona juvenis, Harpactea azowensis, H. rubicunda, Trachyzelotes cumensis, Centromerus abditus, Philodromus glaucinus, Thanatus mongolicus, Neon valentulus, Pellenes allegrii, Yllenus vittatus.* Впервые на территории области отмечены *Araneus pallasi, Larinia elegans, Pelecopsis laptevi, Arctosa cinerea, Philodromus longipalpis, Thanatus atratus, Pisaura novicia, Zodarion morosum.*

При анализе первых результатов обследования искусственных островов в створе Таганрогского залива, можно говорить о низком видовом разнообразии их аранеофауны (всего обнаружено 16 видов пауков из 7 семейств). Однако зарегистрирована высокая плотность пауков всех отмеченных видов, которая, как правило, не свойственна им вне изолированных территорий. Среди отмеченных видов *Salticus cingulatus* вообще на территории Ростовской области встречается крайне редко.

На побережье Таганрогского залива зафиксированы стойкие популяции каракурта (*Latrodectus tredecimguttatus*) с высокой численностью. В частности поселения этого опасного паука выявлены в черте г. Таганрог, в окрестностях населенных пунктов Порт-Катон, Чумбур-Коса, Петрушино. Причем популяции каракурта обнаружены не только в степных биотопах, примыкающих к береговой полосе, но и непосредственно на берегу залива в местах отдыха местного населения, а также в населенных пунктах (г. Таганрог, пос. Чумбур-Коса).

ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ ЭМИССИИ РАДОНА И МЕТАНА НА ПОБЕРЕЖЬЕ БУХТЫ КИТ

Рыбалочка И.В.
ТОИ ДВО РАН, Владивосток, Россия

STUDY OF THE RELATIONSHIP OF RADON AND METHANEEMISSIONS TO COAST BAY KIT

Rybalochka I.V.,
Pacific Oceanological Institute, Vladivostok, Russia
irina20043@mail.ru

На побережье бухты Орлан, расположенной в 12 км от поселка Преображение, находится база отдыха. Отдыхающие проживают на территории базы в одноэтажных домиках, и используют пресную воду для питьевых и бытовых нужд из местной скважины. В 2009 году, по просьбе дирекции базы, лаборатория газогеохимии выполнила газогеохимические работы в этом районе. Были взяты пробы воды в скважине, прибрежной полосе, была измерена концентрация природных газов, в результате была обнаружена аномалия метана (1471 нл/л) в воде скважины.

Для установления причин высоких концентраций метана был выполнен комплекс газогеохимических работ в этом районе. Проведены измерения природных газов в воде из скважины, используемой отдыхающими, в прибрежной полосе моря и подпочвенных газов. Кроме того, измерялись концентрации радона.

Цель работы: изучение взаимосвязи эмиссии радона и метана на побережье японского моря в районе б. Орлан Японского моря.

Для достижения цели необходимо решить следующие задачи:

1. Произвести измерение концентрации метана и радона в районе исследования. Оценить возможность влияния геологических условий на распределение газов
2. Рассмотреть возможность использования радона как индикатора поиска активных зон разломов
3. Сделать вывод об экологической обстановке в исследуемом районе и влиянии её на здоровье отдыхающих бухты «Орлан»

Всего в районе базы было отобрано и исследовано 10 проб подпочвенного газа, 8 проб морской воды и 2 пробы воды из скважины. В подпочвенном газе измеряли метан, углеводородные газы, азот и объёмную активность радона.

Измерения эманаций радона производили с помощью радиометра альфа-активных газов РГА-500, согласно предложенной фирмой-изготовителем прибора, методикой. Комплекс углеводородов в подпочвенном воздухе и в воде, изучали с помощью хроматографа Кристалл Люкс 4000.

Геологически район исследования представлен пермскими алевроитами, песчаниками, известняками, кремнием, верхнее-меловыми туфами, андезитами, риолитами. Завершают разрез четвертичные пески, супеси, гравийники. Магматические породы представлены гранитами и диоритами.

Всего в районе базы было отобрано и исследовано 10 проб подпочвенного газа, 12 проб морской воды и 2 пробы воды из скважины.

В подпочвенном газе измеряли метан и углеводородные газы, азот и объёмную активность радона. Результаты проведённых исследований приведены в сводной таблице 1.

В результате полученных данных, максимальные значения углекислого газа и радона обнаружились на станции т.148, а значения кислорода, азота, и метана здесь, напротив, оказались самыми низкими. Повторные исследования на этой станции, обозначенные в таблице т. 148(а) ещё раз это подтверждают.

Высокие концентрации радона могут быть объяснены наличием среди прочих компонентов, гранитов и диоритов в исследуемом районе, которые являются источниками поступления радона в окружающую среду.

Таблица 1.

Результаты исследований

№станции	Почвенный газ				
	CO_2%	**O_2%**	**N_2%**	**CH_4%**	**Rn БК/м³**
т. 148	4,894	18,74	76,36	0,000016	56640
т.150	0,081	21,95	77,97	0,000166	10260
т.152	1,881	20,63	77,49	0,000018	25740
т.153	0,756	21,4	77,85	0,000104	10380
т.154	0,506	21,6	77,89	0,000114	10320
т.155	1,689	20,88	77,43	0,000022	30960
т.148(а)	3,559	19,65	76,8	0,000018	43980
т.156	1,121	21,22	77,66	0,000023	39120
т.157	0,835	21,44	77,72	0,000035	35040
т.158	0,867	21,41	77,72	0,000078	28500
Анализ воды					
т.159	0,0599	20,12	9,204	87	1м
т.159	0,0569	19,786	9,39	90	14м
т.160	0,0559	20,06	9,74	82	14м
т.160	0,0621	20,41	9,28	107	14м
т.160	0,057	20,51	9,24	94	1м
т.160	0,0266	24,194	9,815	100	1м
т.161	0,0556	18,678	8,725	93	14м
т.161	0,0681	21,067	9,38	91	1м
т.162	0,473	22,38	9,64	39	Родник
т.162	0,588	22,274	7,997	36	Родник
т.150	0,153	31,02	2,168	2510	Скважина
т.150	0,279	31,16	1,19	1835	Скважина

Источником метана могут быть осадочные породы: алевролиты, песчаники, кремнистые породы, туфопесчаники, известники пермского периода.

Радон в воде этой скважины не измерялся по причине отсутствия методики. В настоящее время конструкция для измерения радона изготовлена в лаборатории.

Заключение

Исследуемая область образована рядом вулканических пород, а так же осадочными алевроитами, кремнистыми породами, гранитами, диоритами. Район исследования находится вблизи двух мощных геологических разломов. Всё это объясняет полученные в таблице 1 высокие концентрации объёмной активности радона. Максимальная концентрация радона на станции т.148 может быть объяснена наличием в этом месте открытой и активной зоны разлома. Наличие аномалии метана в скважине указывает на поступление его из осадочных пород.

Следует обратить внимание на высокие значения объёмной активности радона. Этот газ в аномальных концентрациях является вредным для жизнедеятельности и способствует возникновению серьёзных заболеваний в том числе рака лёгких.

Полученные нами данные были переданы дирекции базы, с рекомендацией перед употреблением воды из скважины, откаченной воде дать настояться более трёх суток, так как период полураспада радона составляет 3,8 суток.

Список литературы

1. *Аверкина Н.А.* Проблема канцерогенного влияния радона на организм человека (обзор литературы) // Медицина труда и пром. экология. 1996. N 9. С. 32–36. Библиогр.: 20 назв.
2. *Андреев Н.М.* Практика радиоэкологического сопровождения строительства // АНРИ. 1998. N 1(12). С. 20–23. Библиогр.: 7 назв.
3. *Беликов В.Т.*, Шестаков А.Ф. Изучение временных изменений напряженного состояния геосреды в процессе разрушения // Геология и геофизика. 2008. Т. 49, N 5. С. 461–470. Библиогр.: 70 назв.

ИЗМЕНЕНИЕ ФАУНЫ ДВУСТВОРЧАТЫХ МОЛЛЮСКОВ (MOLLUSCA: BIVALVIA) ТАГАНРОГСКОГО ЗАЛИВА ЗА ПОСЛЕДНИЕ СТО ЛЕТ

Савикин А.И.

Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

Мурманский морской биологический институт Кольского научного центра Российской академии наук, Мурманск, Россия

BIVALVE (MOLLUSCA: BIVALVIA) FAUNA DYNAMICS IN THE TAGANROG BAY DURING THE LAST CENTURY

Savikin A.I.

Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia

Murmansk Marine Biological Institute of the Kola Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Murmansk, Russia

Bentos@bmail.ru

Началом целенаправленного изучения бентоса, и моллюсков в частности, можно считать экспедицию на судне «Казбек» в 1891 г. В ходе экспедиции была собрана большая коллекция, которая послужила основой для систематического описания донной фауны этого региона. Впоследствии эти данные были дополнены рядом других исследователей А.А. Остроумов, К.О. Милашевич (1916) и другие. В это время было описано большое количество новых видов.

Милашевич в своей работе отмечает 8 видов двустворчатых моллюсков, для Таганрогского залива. Среди них: *Cerastoderma glaucum, Adacna colorata, Mytilus galloprovincialis, Mytilaster lineatus, Mytilaster marioni, Lentidium mediterraneum, Barnea candida, Tellina tenuis.* Некоторые из этих видов приурочены к достаточно высокой солености, например *B. candida*, в настоящее время не встречается дальше Керченского пролива. В то же время Милашевич не отмечал, обычных, для Таганрогского залива в настоящее время, моллюсков, таких как *Unio* и *Anadonta*. Это говорит о том, что в то время в Таганрогском заливе была высокая соленость.

Следующим этапом в изучении бентосных организмов, преимущественно, как кормовой базы рыб, собственно Азовского моря была научно-промысловая экспедиция под руководством Н.М. Книповича. Тогда были получены данные не только по видовому составу, но и количественному распределению донных организмов.

Наиболее ценные результаты по бентосу Азовского моря получены Ф.Д. Мордухай-Болтовским, выпустившим ряд ключевых работ по бентосу Таганрогского залива он работал с 1933 по 1935 гг. и потом с 1937 по 1939 гг (Мордухай-Болтовской, 1937, 1939). Мордухай-Болтовской для Таганрогского залива отмечает 6 видов моллюсков класса Bivalvia – *Cerastoderma glaucum, Abra segmenta, Adacna colorata, Dreissena polymorpha, Unio pictorum, Anadonta complanata.*

С 1935 года активно занимается изучением бентоса Азовского моря В.П. Воробьев. Общая бентосная съемка Азовского моря, выполненная этими двумя выдающимися исследователями насчи-

тывает 1,5 тыс. станций. Особое внимание они уделяли одному из важнейших районов Азовского моря – Таганрогскому заливу, около 500 станций были сделаны именно на этом полигоне. Итогом этих исследований стала монография В.П. Воробьева (Воробьев, 1949) по бентосу Азовского моря, опубликованная уже после смерти автора. Касательно Таганрогского залива, данные Воробьева и Мордухай-Болтовского совпадают.

В 1960 году Н.Н. Старк описал результаты бентосных съемок Азовского моря и Таганрогского залива, проведенных в период 1950–1957 гг. (Старк, 1960). В своей работе он рассматривает динамику биомассы в целом и основных ценозообразующих видов, отмечая, что, в целом, данные совпадают с предшествующими, а динамика распространения биоценозов и отдельных видов в основном зависит от гидролого-гидрохимических показателей. Для восточной части залива, он в качестве ценозообразующего вида указывает вид *Adacna colorata*, в западной части преобладает *Cerastoderma glaucum.*

В конце 60-х годов в литературе стали появляться сведения о серьезных изменениях, происходящих в структуре бентосных сообществ Азовского моря. В первую очередь, это было связано с зарегулированием стока Дона в 50-х годах, что привело к значительному изменению в режиме солености вод (Некрасова, 1972, 1977; Алдакимова, 1972). Эти данные свидетельствовали о том, что количество биоценозов уменьшилось. Постоянными для залива были биоценозы Cerastoderma, Nereis (*Neanthes*), Ostracoda, Oligochaeta, Monodacna (*Adacna colorata*), и временными – Dreissena, Hypanyola. Показано уменьшение площадей реликтовых биоценозов и увеличение морских, произошедшие после зарегулирования.

Итоговыми работами исследований донной фауны Азовского моря в XX столетии можно считать упомянутые работы В.П. Воробьева, Л.А. Зенкевича, Ф.Д. Мордухай-Болтовского (1960), а также выпуск 3-томного определителя фауны Азовского и Черного морей (Определитель фауны … 1968, 1969, 1972), вышедшего под редакцией Ф.Д. Мордухай-Болтовского, и объединившего результаты исследований многих выдающихся исследователей, как нашей страны, так и зарубежья.

В работах начало 21 века (Любин, 1999; Фроленко, 2000; Сергеева, Буркацкий, 2002) обнаруживается невысокое видовое богатство Таганрогского залива. Авторы отмечают те же 6 видов двустворчатых моллюсков.

Следующим крупным исследованием Таганрогского залива стала экспедиция на НИС «Профессор Панов», проведенная в июне 2003 года, в результате которой было было отобрано 174 количественных и 20 качественных проб бентоса (Шохин, Набоженко, Титова, Сарвилина, 2005). Они отмечают такие виды, как *Cerastoderma glaucum, Adacna colorata, Dreissena polymorpha, Unio pictorum, Anadonta complanata, Mya arenaria, Adacna glabra.*

После 2003 года, ежегодные мониторинговые исследования Таганрогского залива проводились ЮНЦ РАН (Шохин и др., 2005, 2006; Набоженко и др. 2006: Матишов 2010). В этот период значительных изменений в составе фауны Bivalvia не происходили, за исключением небольшого передвижения границ ареала. В 2005 году ареал *Cerastoderma glaucum* сдвинулся, и этот вид перестал отмечаться в заливе, однако в 2010 году, в связи с исчезновением сероводородного заражения, в западной части Таганрогского залива мы снова обнаружили этот вид (Савикин, Набоженко, 2010).

Начиная с 2010 года исследованием данной акватории занимается Институт аридных зон ЮНЦ РАН. В последние годы практически исчез ранее ранее широко распространенный вид *Adacna colorata.* В настоящее время в Таганрогском заливе обитает 6 видов двустворчатых моллюсков *Cerastoderma glaucum, Adacna colorata, Dreissena polymorpha, Anadonta complanata, Mya arenaria, Unio pictorum.*

Список литературы

1. *Алдакимова А.Я.* Современное состояние кормовой базы рыб Азовского моря и предстоящие ее изменения в связи с водохозяйственными мероприятиями // Сб. научн. Тр.Аз НИРХ. 1972. Вып. 10. С. 52–67.
2. *Воробьев В.П.* Бентос Азовского моря. Симферополь, 1949. 190 с.
3. *Матишов Г.Г., Шохин И.В., Польшин В.В.* Влияние геоморфоогических особенностей дна Азовского моря на распределение бентоса // Вестник Южного научного центра РАН. 2010. Т. 6. № 2. С. 14–20.

4. *Мордухай-Болтовской Ф.Д.* О годовых изменениях в бентосе Таганрогского залива // Зоологический журнал. 1939. Т. 18; вып. 6. С. 989–1009.
5. *Мордухай-Болтовской Ф.Д.* Состав и распределение бентоса в Таганрогском заливе. Работы Доно-Кубанской научн. рыбохоз. ст. 1937
6. *Набоженко М.В., Шохин И.В., Сарвилина С.В., Коваленко Е.П.* Современное состояние макрозообентоса Азовского моря // Вестник Южного научного центра РАН. 2006. Т. 2. № 2. С. 83–92.
7. *Некрасова М.Я.* Зообентос Азовского моря после зарегулирования стока Дона // Зоол.ж. 1972. Т. 51. Вып. 6. С. 789–797.
8. *Некрасова М.Я.* Изменения бентоса Азовского моря под влиянием осолонения // Зоол. журн. 1977. Т. 56. Вып. 7. С. 983–989.
9. Определитель фауны Черного и Азовского морей в 3 томах / Под общей редакцией Ф.Д. Мордухай-Болтовского. Киев: Наукова думка, 1972. Т. 3. 339 с.
10. Определитель фауны Черного и Азовского морей в 3 томах / Под общей редакцией Ф.Д. Мордухай-Болтовского. Киев: Наукова думка, 1969. Т. 2. 535 с.
11. Определитель фауны Черного и Азовского морей в 3 томах / Под общей редакцией Ф.Д. Мордухай-Болтовского. Киев: Наукова думка, 1968. Т. 1. 437 с.
12. *Савикин А.И., Набоженко М.В.* Распространение двустворчатого моллюска *Cerastoderma glaucum* (Poiret, 1789) (Bivalvia: Cardiidae) в Таганрогском заливе Азовского моря // Вестник Южного научного центра РАН. 2010. Т. 6, № 4. С. 105–107.
13. *Старк И.Н.*. Годовая и сезонная динамика бентоса в Азовском море // Труды Аз НИИРХ. -1960. Т. 1; Вып. 1. С. 167–229.
14. *Шохин И.В.*, *Набоженко М.В.*, *Сарвилина С.В.*, *Титова Е.П.* Современное состояние и закономерности распределения донных сообществ Таганрогского залива // Океанология. 2006. Т. 46. № 3. С. 432–444.
15. *Шохин И.В.*, *Набоженко М.В.*, *Титова Е.П.*, *Сарвилина С.В.* Современное состояние макрозообентоса Таганрогского залива // Экосистемные исследования среды и биоты Азовского бассейна и Керченского пролива. Т. VII. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2005. 152–185.

РОЛЬ ПРИБРЕЖНЫХ ТЕРРИТОРИЙ В ПОДДЕРЖАНИИ РАЗНООБРАЗИЯ ОРНИТОФАУНЫ (НА ПРИМЕРЕ БЕГЛИЦКОЙ КОСЫ, АЗОВСКОЕ МОРЕ)

Савицкий Р.М.[1,2], Лебедева Н.В.[1,2]

[1]Азовский филиал Мурманского морского биологического института Кольского научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

[2]Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

ROLE OF THE COASTAL AREAS IN PROTECTION OF AVIFAUNA DIVERSITY (EXEMPLE OF BEGLITSKAYA SPIT, SEA OF AZOV)

Savitsky R.M. [1,2], Lebedeva N.V. [1,2]

[1]Azov branch Murmansk Marine Biological Institute of the Kola Scientific Centre Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia

[2]Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia

ramiz@ssc-ras.ru, lebedeva@ssc-ras.ru

Протяженные песчаные косы Азовского моря являются местами концентрации птиц во время осенней и весенней миграции. Беглицкая коса – песчано-ракушечниковая приморская аккумулятивная коса азовского типа (площадь 397 га), расположенная на северном побережье Таганрогского залива Азовского моря. Представляет собой небольшой, около 4 км в длину, мыс с пологогривистым рельефом. С севера коса ограничена высоким абразионным уступом Северо-Приазовской равнины. Наличие мозаичного ландшафта: открытая акватория, тростниковые заросли, заливные луга, обры-

вистые берега, песчаные отмели, древесные насаждения способствует формированию разнообразных орнитокомплексов на этой небольшой территории. Беглицкая коса входит в состав Ключевых орнитологических территорий международного значения (Ключевые … 2000), так как здесь во время миграций скапливаются и проходят транзитом многие виды редких птиц, а также обычные виды, но со значительной численностью (Лебедева, Савицкий, 2004). Постановлением Администрации Ростовской области № 418 от 19.10.2006 г. «Беглицкая коса» вошла в список памятников природы Ростовской области, с природоохранным, научным и просветительским значением.

В основу данного сообщения положены орнитологические исследования, выполненные в период проведения береговых экспедиционных работ Азовского филиала ММБИ КНЦ РАН и Института аридных зон ЮНЦ РАН с 2000 по 2011 гг. (Матишов и др., 2006).

На Беглицкой косе за исторический период наблюдений зарегистрированы 180 видов птиц, из которых 13 включены в Красную книгу России (Ключевые … 2000; Белик, 2001). В таблице приведены сведения о 153 видах птиц, встреченных авторами на косе в 2000–2011 гг. В список не вошли виды, отмеченные в 1960–1990-е гг.: белоглазая чернеть *Aythya nyroca*, морская чернеть *A. marila*, скопа *Pandion haliaetus,* степной орел *Aquila rapax,* серый журавль *Grus grus,* дрофа *Otis tarda,* шилоклювка *Recurvirostra avosetta,* поручейник *Tringa stagnatilis,* мородунка *Xenus cinereus*, краснозобик *Calidris ferruginea,* дупель *Gallinago media* моевка *Rissa tridactyla,* малая крачка *Sterna albifrons,* малый жаворонок *Calandrella cinerea,* черный жаворонок *Melanocorypha yeltoniensis,* рогатый жаворонок *Eremophila alpestris,* полевой конек *Anthus campestris,* серый сорокопут *Lanius excubitor,* розовый скворец *Sturnus roseus*, свиристель *Bombycilla garrulus*, лесная завирушка *Prunella modularis,* желтоголовый королек *Regulus regulus,* серая мухоловка *Muscicapa striata,* белобровик *Turdus iliacus,* деряба *T. viscivorus,* обыкновенная чечевица *Carpodacus erythrinus,* пуночка *Plectrophenax nivalis,* а также виды, требующие уточнения: степная пустельга *Falco naumanni* и степная тиркушка *Glareola nordmanni*.

Для характеристики встречаемости и оценки численности видов в таблице применены следующие обозначения: РР – вид очень редок; Р – вид редок (малочислен); О – вид обычен; М – вид многочислен; ММ – вид очень многочислен. Для обозначения статуса пребывания вида использованы следующие обозначения: гн – гнездящийся вид; гн! – гнездование вероятно; гн? – гнездование предполагается; пр – вид отмечен только во время миграций; зал – залетный вид; зим – вид отмечен только в зимний период; ? – статус вида не установлен.

Таблица 1

Видовой список птиц, встреченных на Беглицкой косе в период 2000–2011 гг.

Видовой состав	Экологическая группировка	Характер пребывания	Статус вида
Серощекая поганка *Podiceps grisegena*	Л	гн?	О
Большая поганка *Podiceps cristata*	Л	гн.	О
Кудрявый пеликан *Pelecanus crispus*	Л	зал.	РР
Большой баклан *Phalacrocorax carbo*	Л	зал.	О
Большая выпь *Botaurus stellaris*	Л	гн?	Р
Малая выпь *Ixobrychus minutus*	Л	гн?	Р
Кваква *Nycticorax nycticorax*	Л	зал.	Р
Малая белая цапля *Egretta garzetta*	Л	зал.	РР
Большая белая цапля *Egretta alba*	Л	зал.	Р
Серая цапля *Ardea cinerea*	Л	гн.	О
Рыжая цапля *Ardea purpurea*	Л	гн?	О
Краснозобая казарка *Rufibrenta ruficollis*	Л	пр.	РР
Серый гусь *Anser anser*	Л	пр.	Р
Белолобый гусь *Anser albifrons*	Л	пр.	О
Лебедь-шипун *Cygnus olor*	Л	пр.	О
Лебедь-кликун *Cygnus cygnus*	Л	пр.	Р
Малый лебедь *Cygnus bewiskii*	Л	пр.	РР

Продолжение таблицы 1

Пеганка *Tadorna tadorna*	Л	гн.	Р
Кряква *Anas platyrhynchos*	Л	гн.	О
Чирок-свистунок *Anas crecca*	Л	пр.	РР
Свиязь *Anas penelope*	Л	пр.	О
Шилохвость *Anas acuta*	Л	пр.	РР
Чирок-трескунок *Anas querquedula*	Л	пр.	М
Широконоска *Anas clypeata*	Л	пр.	РР
Красноголовая чернеть *Aythya ferina*	Л	пр.	М
Хохлатая чернеть *Aytya fuligula*	Л	пр.	О
Обыкновенный гоголь *Bucephala clangula*	Л	пр.	Р
Луток *Mergus albellus*	Л	пр.	Р
Полевой лунь *Circus cyaneus*	К	пр.	Р
Луговой лунь *Circus pygargus*	К	гн?	Р
Болотный лунь *Circus aeruginosus*	Л	гн.	О
Перепелятник *Accipiter nisus*	Д	пр.	О
Зимняк *Buteo lagopus*	С	зим.	О
Обыкновенный канюк *Buteo buteo*	Д	пр.	О
Орлан–белохвост *Haliaeetus albicilla*	Д	пр.	Р
Чеглок *Falco subbuteo*	Д	зал.	Р
Кобчик *Falco vespertinus*	Д	гн.	О
Обыкновенная пустельга *Falco tinnunculus*	С	гн?	О
Серая куропатка *Perdix perdix*	Д	зал.	О
Перепел *Coturnix coturnix*	К	гн.	О
Фазан *Phasianus colchicus*	Д	гн.	О
Камышница *Gallinula chloropus*	Л	гн.	Р
Лысуха *Fulica atra*	Л	гн.	М
Тулес *Pluvialis squatarola*	Л	пр.	РР
Галстучник *Charadrius hiaticula*	Л	пр.	О
Малый зуек *Charadrius dubius*	Л	гн.	О
Морской зуек *Charadrius alexandrinus*	Л	гн.	О
Чибис *Vanellus vanellus*	Л	гн.	О
Ходулочник *Himantopus himantopus*	Л	гн.	О
Кулик–сорока *Haematopus ostralegus*	Л	гн?	Р
Черныш *Tringa ochropus*	Л	пр.	Р
Фифи *Tringa glareola*	Л	пр.	О
Большой улит *Tringa nebularia*	Л	пр.	О
Травник *Tringa tetanus*	Л	гн.	Р
Перевозчик *Actitis hypoleucos*	Л	пр.	Р
Круглоносый плавунчик *Phalaropus lobatus*	Л	пр.	Р
Турухтан *Philomachus pugnax*	Л	пр.	М
Кулик-воробей *Calidris minuta*	Л	пр.	О
Чернозобик *Calidris alpina*	Л	пр.	О
Песчанка *Calidris alba*	Л	пр.	О
Бекас *Gallinago gallinago*	Л	пр.	О
Большой кроншнеп *Numenius arquata*	Л	пр.	Р
Большой веретенник *Limosa limosa*	Л	пр.	О

Продолжение таблицы 1

Луговая тиркушка *Glareola pratincola*	Л	гн.	О
Черноголовый хохотун *Larus ichthyaetus*	Л	зал.	О
Черноголовая чайка *Larus melanocephalus*	Л	зал.	М
Малая чайка *Larus minutus*	Л	пр.	М
Озерная чайка *Larus ridibundus*	Л	зал.	ММ
Морской голубок *Larus genei*	Л	зал.	О
Клуша *Larus fuscus*	Л	пр.	РР
Хохотунья *Larus cachinnans*	Л	зал.	ММ
Сизая чайка *Larus canus*	Л	пр.	О
Черная крачка *Chlidonias niger*	Л	зал.	О
Белокрылая крачка *Chlidonias leocopterus*	Л	зал.	О
Белощекая крачка *Chlidonias hybrida*	Л	зал.	О
Чайконосая крачка *Gelochelidon nilotica*	Л	зал.	РР
Пестроносая крачка *Thalasseus sandvicensis*	Л	зал.	РР
Речная крачка *Sterna hirundo*	Л	зал.	О
Вяхирь *Columba palumbus*	Д	зал.	Р
Сизый голубь *Columba livia*	С	зал.	О
Клинтух *Columba oenans*	Д	пр.	О
Кольчатая горлица *Streptopelia decaocto*	Д	зал.	О
Обыкновенная горлица *Streptopelia turtur*	Д	зал.	Р
Обыкновенная кукушка *Cuculus canorus*	Л/Д	гн!	О
Ушастая сова *Asio otus*	Д	гн?	РР
Болотная сова *Asio flammeus*	К	гн.	РР
Черный стриж *Apus apus*	С	зал.	О
Сизоворонка *Coracias garrulus*	С	гн.	О
Золотистая щурка *Merops apiaster*	С	гн.	М
Удод *Upupa epops*	С	гн.	Р
Пестрый дятел *Dendrocopos major*	Д	зал.	РР
Сирийский дятел *Dendrocopos syriacus*	Д	зал.	Р
Береговая ласточка *Riparia riparia*	С	гн.	М
Деревенская ласточка *Hirundo rustica*	С	зал.	М
Воронок *Delichon urbica*	С	зал.	О
Хохлатый жаворонок *Galerida cristata*	К	гн.	М
Степной жаворонок *Melanocorypha calandra*	К	пр.	О
Полевой жаворонок *Alauda arvensis*	К	гн?	О
Луговой конек *Anthus pratensis*	К	пр.	О
Краснозобый конек *Anthus cervinus*	К	пр.	О
Желтая трясогузка *Motacilla flava*	К	пр.	ММ
Черноголовая трясогузка *Motacilla feldegg*	К	гн.	О
Желтоголовая трясогузка *Motacilla citreola*	Л	гн?	РР
Белая трясогузка *Motacilla alba*	Л	гн.	О
Обыкновенный жулан *Lanius collurio*	Д	гн.	О
Чернолобый сорокопут *Lanius minor*	Д	гн.	О
Обыкновенная иволга *Oriolus oriolus*	Д	зал.	О
Обыкновенный скворец *Sturnus vulgaris*	С	гн.	ММ
Сойка *Garrulus glandarius*	Д	зал.	Р

Окончание таблицы 1

Сорока *Pica pica*	Д	гн.	О
Галка *Corvus monedula*	С	пр.	О
Грач *Corvus frugilegus*	Д	зал.	ММ
Серая ворона *Corvus cornix*	Д	гн.	М
Ворон *Corvus corax*	Д	зал.	Р
Соловьиный сверчок *Locustella luscinioides*	Л	гн.	О
Тонкоклювая камышевка *Lusciniola melanopogon*	Л	гн.	Р
Камышевка-барсучок *Acrocephalus schoenobaenus*	Л	?	РР
Индийская камышевка *Acrocephalus agricola*	Л	гн.	О
Болотная камышевка *Acrocephalus palustris*	Л	?	РР
Тростниковая камышевка *Acrocephalus scirpaceus*	Л	гн.	О
Дроздовидная камышевка *Acrocephalus arundinaceus*	Л	гн.	О
Ястребиная славка *Sylvia nisoria*	Д	гн?.	О
Садовая славка *Sylvia borin*	Д	зал.	О
Серая славка *Sylvia communis*	Д	гн.	О
Славка-завирушка *Sylvia curruca*	Д	зал.	РР
Пеночка-весничка *Phylloscopus trochilus*	Д	пр.	О
Пеночка-теньковка *Phylloscopus collibita*	Д	пр.	О
Малая мухоловка *Ficedula parva*	Д	пр.	О
Черноголовый чекан *Saxicola torquata*	К	гн.	О
Обыкновенная каменка *Oenante oenante*	С	гн.	О
Каменка-плешанка *Oenante plescyanka*	С	гн.	О
Каменка-плясунья *Oenante isabellina*	К	?	РР
Обыкновенная горихвостка *Phoenicurus phoenicurus*	Д	пр.	РР
Зарянка *Erithacus rubecula*	Д	пр.	О
Обыкновенный соловей *Luscinia luscinia*	Д	пр.	Р
Варакушка *Luscinia svecica*	Л	пр.	О
Рябинник *Turdus pilaris*	Д	пр.	О
Черный дрозд *Turdus merula*	Д	пр.	О
Певчий дрозд *Turdus philomelos*	Д	пр.	О
Усатая синица *Panurus biarmicus*	Л	гн.	О
Обыкновенный ремез *Remiz pendulinus*	Л	зал.	РР
Обыкновенная лазоревка *Parus caeruleus*	Д	зал.	О
Большая синица *Parus major*	Д	зал.	О
Домовый воробей *Passer domesticus*	С	гн.	ММ
Полевой воробей *Passer montanus*	С	гн.	М
Зяблик *Fringilla coelebs*	Д	пр.	О
Обыкновенная зеленушка *Chloris chloris*	Д	зал.	О
Черноголовый щегол *Carduelis carduelis*	Д	зал.	О
Коноплянка *Acanthis cannabina*	Д	гн?	О
Просянка *Emberiza calandra*	К	гн.	О
Обыкновенная овсянка *Emberiza citrinella*	Д	пр.	О
Тростниковая овсянка *Emberiza schoeniclus*	Л	гн.	О
Черноголовая овсянка *Emberiza melanocephala*	К	?	Р

Регулярные исследования на территории Беглицкой косы показали, что антропогенная деятельность (выпас скота, сенокошение, браконьерство, рекреационная и автотранспортная нагрузка) трансформирует природный ландшафт и создает постоянное беспокойство для птиц, являясь, таким образом, одним из лимитирующих факторов (Савицкий, 2011).

Косы, как часть побережий занимают особое положение в поддержании видового разнообразия мигрирующих и гнездящихся птиц, следовательно, повышение охранного статуса таких территорий должно способствовать увеличению численности и разнообразия орнитофауны.

Список литературы

1. *Белик В.П.* К орнитофауне Беглицкой косы и её окрестностей (Северо-Восточное Приазовье) // Инвентаризация, мониторинг и охрана ключевых орнитологических территорий России. Сб. науч. ст. Москва. Вып. 3. 2001. С. 5–22.
2. Ключевые орнитологические территории России. Том 1. Ключевые орнитологические территории международного значения в Европейской России. М.: Союз охраны птиц России, 2000. 702 с.
3. *Лебедева Н.В., Савицкий Р.М.* Роль островов и кос Азовского моря в поддержании разнообразия орнитофауны // Проблемы литодинамики и экосистем Азовского моря и Керченского пролива. Тез. докл. межд. науч.-практ. конф. 8–9 июня 2004 г. Ростов-на-Дону, 2004. С. 49–50.
4. *Матишов Г.Г., Матишов Д.Г., Степаньян О.В., Лебедева Н.В., Инжебейкин Ю.И., Поважный В.В., Кренева К.В., Ковалева Г.В., Сойер В.Г., Савицкий Р.М., Калинкин Б.Д., Липкович А.Д.* Комплексные экосистемные исследования Азовского моря в зимний период (2003–2006 гг.). Ледокольные экспедиции и береговые наблюдения. Ростов-на-Дону: Изд. ЮНЦ РАН, 2006. 100 с.
5. *Савицкий Р.М.* Памятники природы как условия существования орнитофауны // Сохранение разнообразия животных и охотничье хозяйство России. Мат-лы 4 Межд. науч.-практ. конф. (г. Москва, 17–18 февраля 2011 г.). М.: Изд. РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. С. 452–454.

РАЦИОНАЛЬНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕМ В МАРИКУЛЬТУРЕ

Салмова Н.А.[1], Журавлева Н.Г.[2]

[1]Мурманский государственный технический университет, Мурманск, Россия
[2]Мурманский морской биологический институт Кольского научного центра РАН, Мурманск, Россия

SUSTAINABLE ENVIRONMENTAL MANAGEMENT IN MARICULTURE

Salmova N.A.[1], Zhuravleva N.G.[2]

[1]Murmansk State Technical University, Murmansk, Russia
[2]Murmansk marine biological institute Kola Scientific Centre of Russian Academy of Sciences, Murmansk, Russia
salmova.natalya@yandex.ru

В течение ряда лет интенсивно развивается перспективная отрасль рыбного хозяйства – марикультура. Среди проблем, возникающих в процессе становления этой отрасли, одной из важнейших является анализ влияния крупномасштабного культивирования на окружающую среду и сообщества морских организмов (Fernandes, 2000).

Марикультура может оказывать на окружающую среду негативное влияние метаболитами выращиваемых гидробионтов на ограниченных территориях, когда плотность аквакультурантов в тысячи раз более высокая, чем в природных морских условиях, что способствует «аккумуляции» негативных явлений, связанных с антропогенной деятельностью.

При значительных масштабах марикультуры в толще воды может образоваться повышенное содержание органики, которая, в свою очередь, служит для первичных продуцентов источником питания и биологического стимулирования. Таким образом, в условиях марикультуры развивается специфический биогидрохимический комплекс, определяющий условия жизни сопутствующей фауны (Report … 1997).

Однако в сферу внимания оценки, регулирования и контроля входят, в основном, факторы микровоздействия органических веществ в непосредственной близости от рыборазводных предприятий и не входят гораздо более серьезные факторы потенциального воздействия на популяции рыб, живущих в естественных условиях и окружающую среду в более широком масштабе. За них можно приниматься лишь при помощи всеобъемлющего мониторинга и комплексного управления водными экосистемами, учитывая нагрузки от аквакультуры и другой экономической деятельности (Состояние … 2010).

Отраслевые источники указывают, что количество азота, выбрасываемого на одну тонну продукции, уменьшилось с почти 180 кг на тонну продукции в конце 1970-х годов до менее чем 40 кг на тонну продукции в середине 1990-х годов. Хотя это улучшение и произошло, в основном, в результате улучшения качества корма, вполне вероятно, что и в будущем прогресс будет достигаться за счет усовершенствования систем управления кормлением (FAO, 2005) (рис. 1).

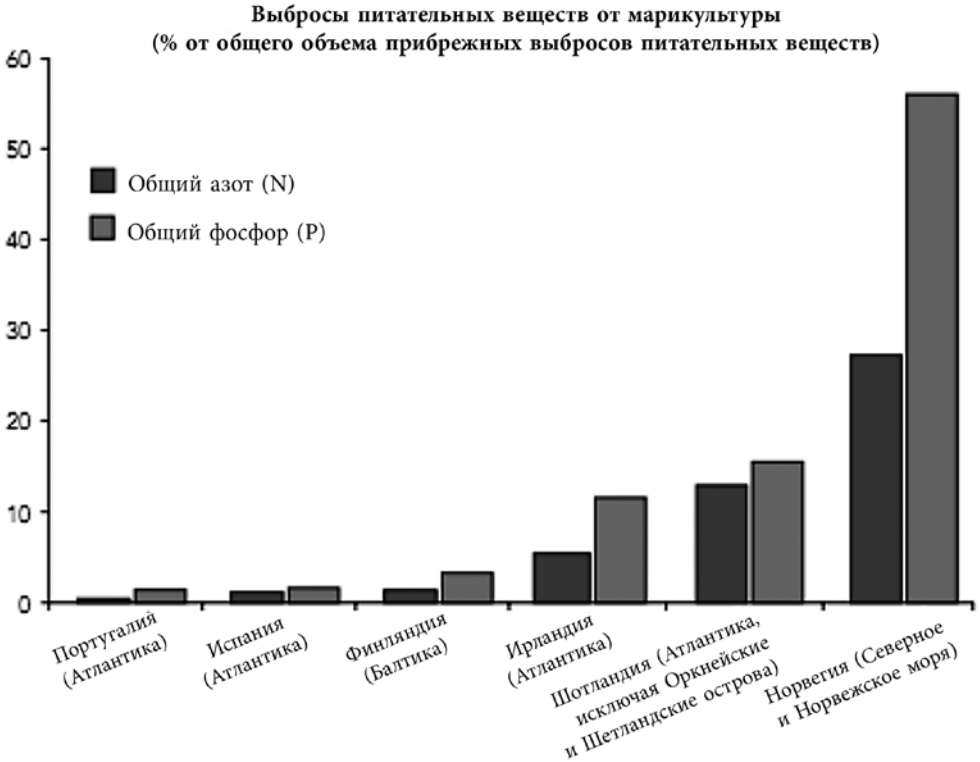


Рис. 1. Вклад разведения плавниковых рыб в морской и слабоминерализованной воде в общем объеме антропогенных прибрежных выбросов в ряде стран (FAO, 2005)

Сама отрасль принимает технические и организационные меры, направленные на сокращение объема отходов производства и уменьшение других нагрузок на окружающую среду. Постоянно повышается эффективность использования питательных веществ в интенсивном культивировании рыб (Fernandes, 2000).

Продолжается интенсивная работа, направленная так же, как и в сельском хозяйстве, на уменьшение нагрузки по биогенным питательным веществам. В некоторых европейских странах рыбоводные хозяйства работают по замкнутой схеме. Хотя они и не загрязняют непосредственно водные экосистемы, однако производят отходы, которые требуют тщательного обращения. Некоторые секторы данной отрасли отреагировали также и на озабоченность потребителя, инициировав принятие кодексов поведения и присоединение к системе управления качеством, а также к системе сертификации свободного от химикатов производства (Состояние … 2010).

Являясь одним из эффективных средств поддержания биоразнообразия и повышения продуктивности прибрежных экосистем, марикультура может быть источником различных видов загрязнений, а также явиться угрозой генетической трансплантации признаков, не присущих диким природным

видам, и нарушения экологического баланса экосистем (Алтухов, 2003). В некоторых случаях промышленная марикультура может вступать в конфликт с индустрией туризма и отдыха, поскольку все эти компоненты требуют сходных стандартов качества воды и окружающей среды. Тем не менее, эти два сектора связаны между собой и дополняют друг друга посредством спроса и предложения применительно к гидробионтам.

Важной проблемой является оценка биоэнергетического потенциала бассейна для развития марикультуры, так как без знания биоемкости водоема невозможно планировать объемы культивирования объектов. Экосистемные основы развития промышленной марикультуры, в свою очередь, определяют принципы ее эколого-географического и социально-экономического размещения в стране.

Одним из сдерживающих факторов развития марикультуры являются болезни рыб, в связи с чем эта отрасль природопользования несет большие экономические потери.

В настоящее время в России, как и других странах мира, отсутствует единая программа использования шельфов, их водных, биологических и минеральных ресурсов. Невозможно говорить о перспективе развития промышленной марикультуры, например, в Каспийском, Азовском, Баренцевом и других морях, без знания перспектив работы нефтяной промышленности или без учета планирования водопользования.

Для более эффективного решения этих задач в Европейском Союзе существуют водная рамочная директива и рекомендации Европейского союза по комплексному использованию прибрежной зоны и стратегической экологической оценке (Силкин, Шпаченков, 2001).

Разработанный Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН (ФАО) кодекс поведения для ответственного рыбного хозяйства, согласованный всеми крупными странами мира, определяет политику ответственного рыбного хозяйства следующим образом (FAO, 2005). Это политика, которая обеспечивает «эффективное сохранение, рациональное использование и развитие водных биоресурсов с надлежащим уважением к экосистеме и биологическому разнообразию для того, чтобы гарантировать и нынешнему и будущим поколениям жизненно важный источник питания, занятости, отдыха и развлечений, торговли и экономического благосостояния людей».

Более полная интеграция принципов защиты окружающей среды и применение к управлению культивированием водных организмов принципа предосторожности являются ключевыми элементами политики ЕС (Европейский Союз) по рыбной промышленности и отдельно упоминаются в программах ЕС по реформированию общей политики по рыболовству (European Commission, 2002b). Большая часть этих элементов повторяется в других национальных, двухсторонних и региональных соглашениях и конвенциях.

Решением Комиссии ЕС № 2004/432 Россия была исключена из списка стран, имеющих право на экспорт продукции аквакультуры в Европу, из-за отсутствия программы мониторинга остаточных веществ: ветеринарных препаратов, тяжелых металлов и других токсикантов. В целях обеспечения безопасности отечественной продукции аквакультуры и ее конкурентоспособности на международном рынке необходимо создание национальной программы контроля качества рыбопродукции, что будет способствовать созданию благополучной эпизоотической и гидротоксикологической обстановки в хозяйствах, получению безопасной товарной рыбы и посадочного материала, добросовестности торговых отношений и предоставлению потребителю надежной и достоверной информации.

Учитывая интересы всех заинтересованных отраслей хозяйства и необходимость сохранения при этом чистоты прибрежных вод, в первую очередь должны охраняться рыбные ресурсы и марикультура. Такие комплексные подходы уже разрабатываются в Канаде, Норвегии, США, Эквадоре, Италии и других странах (Aalvik, 1996; Bolte et al., 1996; Shell, 1996). Имеются предпосылки для создания подобной программы и в отношении прибрежных территориальных вод России, позволяющей в будущем сохранить как биоразнообразие естественных популяций, так и все виды выращиваемых гидробионтов (Состояние … 2010).

Обеспечение приоритетов поддержки живых ресурсов и избежание внутри- и межотраслевых противоречий при разработке и реализации программ комплексного управления прибрежными зонами с учетом международно-правовых норм будет способствовать принятию верных решений, направленных на сохранение природных экосистем Севера России.

Таким образом, стремясь к рациональному использованию живых ресурсов и комплексному управлению Баренцевым побережьем, рыбохозяйственная наука должна активизировать усилия

в использовании существующей и наработке новой нормативно-правовой базы по вопросам природоохранного законодательства, а также общего регулирования антропогенных нагрузок в зонах национальной и международной юрисдикции. Это обеспечит соответствующее научное сопровождение природопользования как в целом в России, так и в Баренцевом море.

Список литературы

1. *Алтухов Ю.П.* Генетические процессы в популяциях. М.: Академкнига, 2003. 431 с.
2. *Силкин А.Н., Шпаченков Ю.А.* Экономические проблемы развития рыбохозяйственного комплекса России в перспективе // Инф.-аналитический сб. Мировой океан: использование биологических ресурсов. М.: СОПС, 2001. Вып. 2. С. 14–41.
3. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры // FAO, ISSN 2070–6197, Департамент рыболовства и аквакультуры ФАО. Rome, 2010. 246 с.
4. *Aalvik B.* Quality assurance efforts in Norway // World Aquaculture'96. Bangkok, 1996. P. 132–156.
5. *Bolte G.P., Nath S.S., Darakjian Pr., Kapetsky G.M.* Regional-scale analysis of aquaculture development potential // World Aquaculture'96. Bangkok, 1996. P. 40–51.
6. European Commission, 2002b. Communication from the Commission on the reform of the common fisheries policy ('roadmap'). COM (2002) 181 final. Brussels.
7. FAO yearbook // Fishery statistics. Aquaculture production. 2005. 180 pp.
8. *Fernandes T.F.* Monitoring and regulation of marine aquaculture in Europe // J. Appl. Ichthyol. Vol. 16: 2000. P.138–143.
9. Report of the Working Group on "Environmental Interaction of Mariculture" // ICES, Weymoth, UK, 1997. 35 p.
10. *Shell E.W.* The development of aquaculture: an ecosystems approach // World Aquaculture- 96. Bangkok, 1996. P. 367–376.

ЖЕЛЕТЕЛЫЙ МАКРОПЛАНКТОН В ПРИБРЕЖНОЙ ЧАСТИ РОССИЙСКОГО СЕКТОРА ЧЕРНОГО МОРЯ ВЕСНОЙ 2012 г.

Саяпин В.В.
Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

GELATINOUS MACROPLANKTON IN THE COASTAL ZONE OF THE RUSSIAN SECTOR OF THE BLACK SEA IN SPRING 2012

Sayapin V.V.
Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia
sayapin@ssc-ras.ru

Желетелый макропланктон является важным компонентом планктонных сообществ, в морских экосистемах. Будучи потребителем мезозоопланктонных организмов медузы и гребневики состовляют конкуренцию планктоноядным рыбам, и изменения в структуре сообществ этой группы сказывается на состояни всей экосистемы водоема.

Предыдущие исследователи (Виноградов, Лебедева и др., 2005) выделяют три периода в эволюции экосистемы Черного моря за последние 40 лет. Каждый из них характеризуется интенсивным развитием определенных видов желетелого макропланктона. Первый, продолжавшийся до середины 80-х, характеризовался преобладанием в желетелом планктоне Черного моря медузы *Aurelia aurita* (L.1758). В это время экосистема Черного моря находилась в относительном равновесии, и улов рыбы оставался на приблизительно постоянном уровне. (Виноградов и др., 1992). Второй период начался с 1988 г., интенсивным развитием в черноморском бассейне гребневика *Mnemiopsis leidyi (Agassiz, 1865)*. Этот

вид преобладал среди желетелого макропланктона до вселения плотоядного гребневика *Beroe ovata* Bruguière, 1789, который относится к хищникам, питающимся исключительно гребневиками отряда Lobata. Впервые этот вид был зарегистрирован в 1997 г., вспышка численности наблюдалась в 1999 г. (Виноградов и другие, 2000). Каждый период вспышки гребневиков характеризовался значительным изменениями в структуре сообществ планктона и влиял на воспроизводство рыб (Виноградов, Лебедева и др., 2005).

В последнее время исследования желетелого планктона в большей степени касались биологии гребневиков-вселенцев, однако с нашей точки зрения требуется постоянный мониторинг, как инвазивных так и аборигенных видов этой группы.

Материал для данной работы отбирался в ходе экспедиции на НИС «Денеб» 27.03–15.0.2012 (рис. 1). Отбор проб желетелого планктона производился при помощи конусной сети ИКС-80 капроновой сети (мельничный газ № 15) с диаметром входного отверстия 80 см, по горизонтам 50 м – поверхность, или дно-поверхность. Всего было проведено 13 ловов. Желетелый планктон был представлен тремя видами: ктенофорами *Mnemiopsis leidyi* (Agassiz, 1865) и *Pleurobrachia pileus* Chun, 1880 и медузой *Aurelia aurita* (L.1758).

В российском секторе Черного моря общий объем желетелого планктона варьировал от 0,52 до 27,17 мл/м^3. На ст.44,38,31,62,72,76, 7 доминировал *A. aurita,* а на ст. 49,52,59,14 -*M. leidyi*, причем на ст.11 он был единственным видом желетелого планктона (табл. 1). Среди отмеченнх в пробах особей аурелии наблюдался значительный разброс в размерах – диаметр купола от 1,5 до 30 см. Больлшая часть пойманных особей имела размеры – между 9 и 14 см. Среди отмеченных в пробах особей мнемиопсиса доминировали достаточно крупные экземпляры от 3 до 7 см, особи меньших размеров встречались единично. Минимальный отмеченный размер составил 1,9 см.

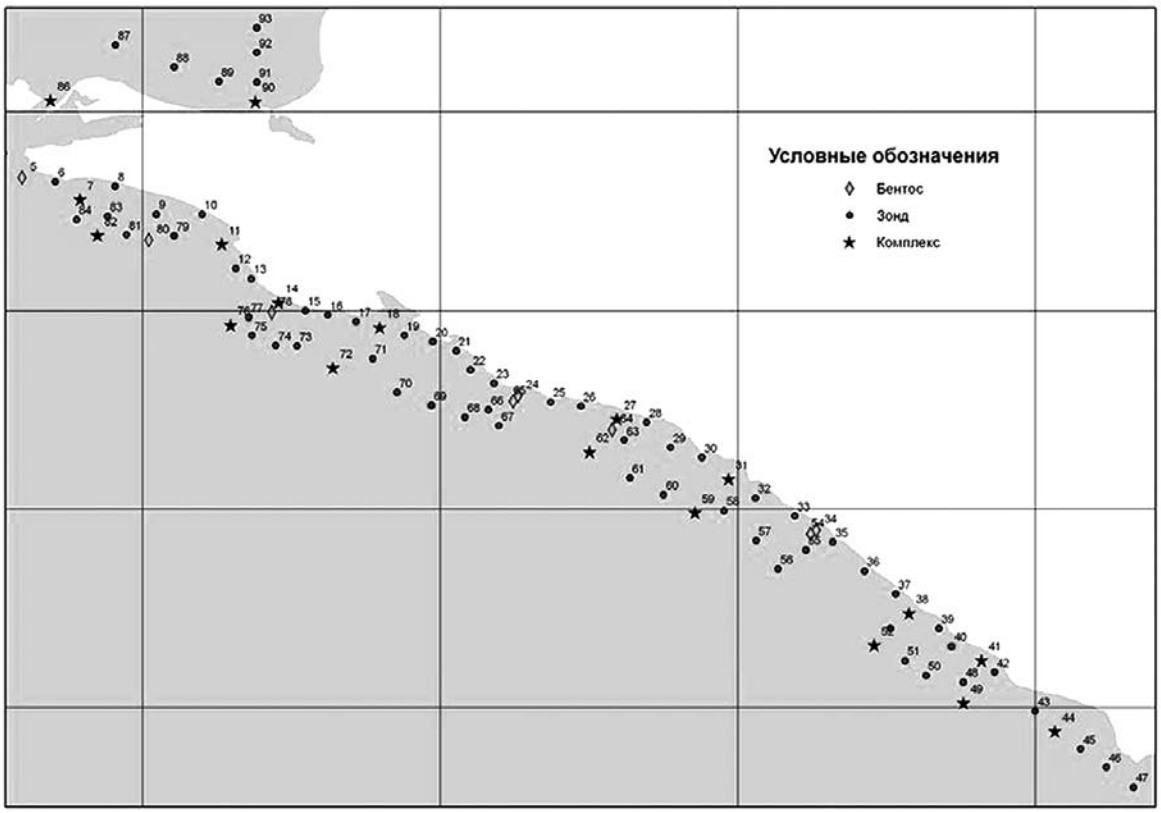


Рис. 1. Район проведения исследований

Особи плевробрахии имели размер между 4 и 12 мм, с преобладанием особей размером 8–12 мм.

Таким образом можно констатировать преобладание, в весеннем желетелом макропланктоне исследованной акватории, аборигенного вида – медузы *A. aurita,* над гребневиком вселенцем, что, видимо, связано с температурным режимом моря в исследованный период.

Таблица 1

Общий объем желетелого планктона в прибрежной части российского сектора Черного моря весной 2012

№ станции	Объем, мл/м3			
	A. aurita	P. pileus	M. leidyi	общий
44	1,68	0,2	0,44	2,14
49	1,48	0,4	1,64	3,52
52	0,08	0,6	0,96	1,64
38	8,67	0,09	0,8	9,56
59	0,08	0,32	0,4	0,8
31	24,8	0,32	2,05	27,17
62	0,4	0,12		0,52
72	13,36	0,12		13,48
14		0,1	2,6	2,7
76	9,6	0,8		10,4
11			0,64	0,64
82	0,61	ед	0,61	1,22
7	7,75	ед		7,75
В среднем	5,94	0,24	0,78	6,96

Список литературы

1. *Виноградов М.Е., Сапожников В.В., Шушкина Э.А.* Экосистема Черного моря. М.: Наука, 1992.
2. *Виноградов М.Е., Шушкина Е.А., Анохина Л.Л., Востоков С.В., Кучерук Н.В. и Лукашева Т.А.* Массовое развитие гребневика *Beroe ovata* Eschsoltz в районе северо-восточного побережья Черного моря // Океанология, 2000, том 40, no 1, стр. 52–55.
3. *Виноградов М.Е., Лебедева Л.П., Виноградов Г.М. и др.* Мониторинг пелагических сообществ северо-восточной части Черного моря в 2004г.: макро- и мезопланктон // Океанология. 2005. Т. 45. № 3. С. 381–392.

СОСТОЯНИЕ ЭКОСИСТЕМ ПОРТОВЫХ АКВАТОРИЙ ЧЕРНОГО МОРЯ (РОССИЙСКИЙ СЕКТОР)

Селифонова Ж.П.

Государственный морской университет имени адмирала Ф.Ф. Ушакова, Новороссийск, Россия

CONDITION OF ECOSYSTEM OF PORT AREAS OF THE BLACK SEA (RUSSIAN SECTOR)

Selifonova Zh.P.

Admiral Ushakov Maritime State University, Novorossiysk, Russia

Selifa@mail.ru

Происшедшие за последнее десятилетие геополитические изменения на территории бывшего СССР и образование ряда независимых государств привели к «обвальному» процессу распада единого народно-хозяйственного комплекса, в том числе и транспортной структуры. К Украине отошли мощные черноморские и азовские порты. Серьезно встал вопрос о «южных морских воротах» России, поэтому в северо-восточной части Черного моря значительно возросла потребность в строительстве новых портов, развитии и реконструкции старых (Айбулатов, 2005). Сравнительно небольшая удаленность от крупных экономических центров юга страны и Северного Кавказа, удобная транспортная связь обусловили возникновение здесь крупных перевалочных центров сухопутно-морских

перевозок, пропускная способность которых с каждым годом увеличивается. В сложившейся ситуации значительный вес приобрели порты городов Новороссийска и Туапсе, которые имеют развитую инфраструктуру и входят в международный транспортный коридор.

В акваториях Новороссийской бухты и Туапсинского порта нами были проанализированы изменения (с 2004 по 2010 гг.) видового состава и обилия фитопланктона, гетеротрофного бактериопланктона, зоофлагеллят, инфузорий, голопланктона, меропланктона, ихтиопланктона. Особое внимание уделено анализу зообентоса рыхлых грунтов как индикатору эвтрофирования донных отложений, измерению скорости самоочищения воды, деструкции, запасу усвояемого органического вещества (ОВ), кислотно-растворимых сульфидов и нефтепродуктов в донных отложениях. На основе расчетов ориентировочных биотических балансов и функциональных параметров ключевых элементов портовых экосистем были построены трофодинамические модели, которые позволили сделать ряд обобщений и выводов, характеризующих их основную структурно-функциональную организацию.

Эвтрофная портовая экосистема – высокопродуктивная биологическая система, которая при небольшом числе доминирующих пелагических видов функционирует достаточно интенсивно. В зонах значительного органического загрязнения экосистема характеризуется деградированной пищевой цепью: низкой численностью обитателей дна, отсутствием в их составе фильтраторов при доминировании многощетинковых червей и нематод. Основную причину развития деградирующих сообществ донных животных следует рассматривать не только в нефтяном загрязнении, но и в накоплении токсичных для фауны лабильных сульфидов в верхнем слое донных осадков. Ограничение условий обитания зообентоса по градиенту накопления нефтепродуктов в грунтах не носило выраженного лимитирующего характера, тогда как в зонах критических концентраций лабильных сульфидов (1620–1980 мгS/дм^3) наблюдалось практически полное вымирание макрозообентоса, а при концентрации >600 мгS/дм^3 его биомасса была крайне низкой (≤ 2.0 г/м^2). Значительная часть потока энергии в такой экосистеме расходуется на образование лабильных сульфидов, что усугубляет экологическую обстановку в зонах загрязнения. Аккумуляция лабильных сульфидов в донных осадках – одна из причин деградации портовой экосистемы, которая приводит к обеднению и изменению видового состава донной фауны, снижению ее самоочистительной способности и, как следствие, потере качества воды, что согласуется с полученными ранее результатами (Сорокин, Закускина, 2008).

Произошедшие в зоопланктоне позитивные изменения свидетельствуют о стабилизации портовой экосистемы на более высоком, чем в 1990-е гг., продукционном уровне. Для нынешнего состояния пелагических сообществ весьма характерно снижение пресса хищного гребневика *Mnemiopsis leidyi* и гетеротрофной ноктилюки *Noctiluca scintillans*, рост обилия голопланктона, меропланктона, ихтиопланктона. С 2002 г. в Новороссийской бухте наблюдается постепенное восстановление обилия голопланктона до уровня благополучных 1960–1970 гг., а нерестовых популяций пелагофильных рыб – до уровня 1980-х гг. Четко обозначился осенний максимум биомассы голопланктона (0.4–0.8 г/м^3 в акватории порта, 1.8–2.0 г/м^3 в открытой части), отсутствующий в 1990-е гг. в период вспышки развития мнемиопсиса. Летом и осенью отмечено многократное возрастание плотности ранее редких олиготрофных форм Copepoda и Cladocera – *Paracalanus parvus, Centropages ponticus, Podonevadne tergestina, Evadne spinifera*, а также обычных черноморских видов – *Pleopis polyphemoides*, акарций, сагитты, аппендикулярии. В 2010 г. выявлена невиданная ранее осенняя вспышка развития (30 тыс. экз./м^3) чужеродных циклопоидных копепод *Oithona davisae* (syn. *Oithona brevicornis* f. *minor*), занесенных в бухту с балластными водами коммерческих судов. Аналогичные процессы происходили и в более загрязненном Туапсинском порту, однако интенсивность их развития была в два раза ниже. Такие глубокие изменения в пелагиали могли произойти под влиянием климатических особенностей последних лет (положительные аномалии температуры воды) и вселения в Черное море гребневика *Beroe ovata*, который контролирует биомассу зоопланктонофага *M. leidyi*. Многолетние изменения в биомассе зоопланктона сопровождались падением численности и биомассы фитопланктона (до 2–5 раз) и его структурной перестройкой – спад в развитии динофитовых водорослей (до 20 % по биомассе) с одновременным увеличением обилия диатомовых водорослей (70 % по биомассе), а за пределами портов – кокколитофорид (34 % по численности). Вероятно, этот факт связан с возросшим потреблением их зоопланктоном, многолетними трендами климатических условий и ослаблением уровня эвтрофикации вод.

На фоне изменения среды обитания гидробионтов создались чрезвычайно благоприятные условия для вселения и распространения чужеродных гидробионтов, заносимых с балластными водами коммерческих судов (Селифонова, 2010). Сравнительный анализ балластных вод и биоразнообразия в Новороссийской бухте позволил выявить основные «группы риска» инвазий с водным транспортом: раковинные инфузории, веслоногие раки, многощетинковые черви и фитопланктон. Всего в прибрежных водах северо-восточного шельфа Черного моря обнаружено 67 видов-интродуцентов (45 – Copepoda, 2 – Polychaeta, 5 – Tintinnida, 4 – Bacillariophyceae, 2 – Mediophyceae, 8 – Dinophyceae, 1 – Prymnesiophyceae). Наибольшее количество чужеродных видов отмечено в Новороссийской бухте. Единичные находки большого числа чужеродных Copepoda (44 таксономические формы), чьи ареалы ограничены поли- и эугалинными водами, следует считать сомнительными. Однако при попадании чужеродного вида в новую среду обитания с оптимальными для него условиями существования может произойти экологический «взрыв численности», как это мы наблюдали в случае с циклопоидными копеподами *Oithona davisae,* инфузориями-тинтиннидами *Eutintinnus lusus-undae, Tintinnopsis directa, T. tocantinensis, Amphorellopsis acuta*, полихетами *Streblospio gynobranchiata*, диатомовыми водорослями *Thalassiothrix frauenfeldii* и потенциально-токсичным видом примнезиевых *Phaeocystis pouchetii* (Ясакова, 2010; Селифонова, 2011а,б,в; Selifonova, 2011). Биологические инвазии с водным транспортом несомненно усилят процесс мередерранизации черноморской флоры и фауны, и возможность появления в прибрежной зоне новых видов, оказывающих токсическое воздействие на нативные формы гидробионтов, в том числе объекты марикультуры и человека, остается очевидной проблемой.

Влияние загрязнения на распределение потока энергии в экосистемах портовых городов Новороссийска и Туапсе отражалось следующим образом: большая часть потока проходила через бактериальное звено (3/5–4/5 потока энергии) и инфузорий (<1/5). Роль голопланктона и меропланктона в суммарной деструкции была невелика. Высокая гетеротрофная активность планктона в портовых экосистемах поддерживалась бактериями и беспанцирными инфузориями. Деструкционная деятельность инфузорий направлена главным образом на усвоение и минерализацию накапливающейся биомассы бактерий. Биомасса алорикатных инфузорий летом и осенью в Новороссийском порту могла подниматься до уровня высокоэвтрофных вод – 1.2 г/м^3. Ощутимая часть биомассы инфузорий формировалась за счет аллохтонного бактериопланктона, поступающего с береговым стоком. Деятельность микрогетеротрофов в пищевой цепи «бактерии – зоофлагелляты – инфузории» осуществляла достаточно эффективное самоочищение вод Новороссийского порта. Снижение роли животных компонентов пищевой цепи в метаболизме экосистемы Туапсинского порта способствовало ее более низкой ассимиляционной емкости по отношению к загрязняющим веществам. Продукция инфузорий была почти в три раза ниже по сравнению с аналогичными показателями Новороссийского порта. Тем не менее, при существующем уровне развития фитопланктона (в пять раз ниже в сравнении с показателями Новороссийского порта) и хорошем водообмене планктонные гетеротрофы справлялись с нагрузкой ОВ автохтонного и аллохтонного происхождения даже в периоды разрастания кризисных процессов в экосистеме. Интенсивность биологического самоочищения, определенная по суммарному дыханию планктонных гетеротрофов, в период наибольшей рекреационной нагрузки и пресса хищников почти на порядок превосходила первичную продукцию в экосистеме Туапсинского порта, а в акватории Новороссийского порта – в 3,5 раза. Следовательно, обе естественные портовые экосистемы справлялись с антропогенной органической нагрузкой.

Основные закономерности в преобразовании ОВ при антропогенном эвтрофировании портовых акваторий дают основание для ориентировочного прогноза изменений интенсивности процессов самоочищения. Заметные негативные последствия могут быть связаны, прежде всего, со снижением биодеструкционного потенциала. Тогда при поступлении в экосистему избыточного ОВ, токсических загрязнителей и биогенных элементов она будет воспроизводить биомассу бактерий в виде сликов, массу токсических синезеленых водорослей, что в итоге может привести к аноксии и сульфатредукции, которые губительно сказываются на морской среде. Аномальная ситуация с непрекращающимся потоком видов-вселенцев приводит к тому, что портовая экосистема не функционирует в эволюционно сложившемся стационарном режиме, а все время перестраивается. Оценка роли зоопланктона в структурно-функциональной организации портовой экосистемы может быть использована для разработки и решения проблем диагностического мониторинга и экологического прогнозирования.

Список литературы

1. *Айбулатов Н.А.* Деятельность России в прибрежной зоне и проблемы экологии. М.: Наука, 2005. 364 с.
2. *Селифонова Ж.П.* Контроль судовых балластных вод как метод предотвращения биологического загрязнения морской среды (метод. пособие). Апатиты: КНЦ РАН, 2010. 87 с.
3. *Селифонова Ж.П. Amphorellopsis acuta* (Ciliophora: Spirotrichea: Tintinnida) – новый вид тинтиннид в Чёрном море // Морськ. екологічн. журн. 2011а. Т 10. № 1. С. 85.
4. *Селифонова Ж.П.* Обнаружение *Polydora cornuta* Bosc, 1802 (Polychaeta: Spionidae) в акватории Туапсинского порта (Черное море, российский сектор) // Морськ. екологічн. журн. 2011б. Т 10. № 2. С. 26.
5. *Селифонова Ж.П.* Новый вид инфузорий *Tintinnopsis tocantinensis* Kofoid & Campbell, 1929 (Ciliophora: Spirotrichea: Tintinnida) в Черном море // Рос. журн. биол. инвазий. 2011в. № 3. С. 72–76.
6. *Сорокин Ю.И., Закускина О.Ю.* Кислотно-растворимые сульфиды в верхнем слое донных осадков северо-восточного шельфа Черного моря: связь с загрязнением и экологические последствия // Океанология. 2008. Т. 48. № 2. С. 224–231.
7. *Ясакова О.Н.* Новые виды в составе фитопланктона северо-восточной части Черного моря // Рос. журн. биол. инвазий. 2010. № 4. С. 90–97.
8. *Selifonova Zh.P. Oithona brevicornis* Giesbrecht (Copepoda: Cyclopoida), Invader into the Black Sea and in the Sea of Azov // Russian Journal of Biological Invasions. 2011. Vol. 2. No. 2–3. pp. 227–232.

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛИХЕТ КАК ИНДИКАТОРОВ СОСТОЯНИЯ ДОННЫХ БИОЦЕНОЗОВ В ВОДОЁМАХ С СИЛЬНЫМ ГРАДИЕНТОМ СОЛЁНОСТИ (НА ПРИМЕРЕ АЗОВСКОГО МОРЯ)

Сёмин В.Л.

Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

CONVENIENCE OF USING POLYCHAETES AS BENTHIC COMMUNITIES HEALTH INDICATORS IN WATER BODIES WITH STRONG SALINITY GRADIENT (BY THE EXAMPLE OF THE SEA OF AZOV)

Syomin V.L.

Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia

semin@ssc-ras.ru

Расположенное в густонаселенном регионе Азовское море испытывает сильную антропогенную нагрузку. Обширность группы полихет и присутствие в ней представителей почти всех трофических и экологических разновидностей зообентоса делают их хорошим индикатором для оценки экологического благополучия зообентоса в целом (Фролова, 2009). С другой стороны, имеющийся в этом водоёме градиент солёности по направлению от Таганрогского залива к Керченскому проливу оказывает значительное влияние на видовой состав и количественные характеристики полихет и может снижать их значение как индикаторов антропогенного пресса. В этой связи представляет интерес сравнение антропогенного воздействия на таксоцен полихет и на донные сообщества моря в целом.

Материалом для настоящей работы послужили количественные пробы зообентоса, собранные в экспедициях ЮНЦ РАН и АФ ММБИ КНЦ РАН в Таганрогском заливе, Азовском море и Керченском проливе в 2003–2010 гг. Было изучено пространственное распределение отдельных групп гидробионтов, и определена степень загрязнения по интегральным показателям – индексу Шеннона и AMBI.

Выбор показателей состояния донных биоценозов определялся следующими соображениями. Индекс Шеннона не является индикатором загрязнения в строгом смысле слова. Его применение в санитарной гидробиологии, как и других индексов альфа-разнообразия, основано на хорошо известном эффекте снижения биоразнообразия на участках с неблагоприятными экологическими условиями (Шитиков и др., 2003). К «неблагоприятным» он относит как биоценозы, испытывающие давление антропогенного пресса с его специфическими особенностями (высокие темпы эвтрофирования, токсическое воздействие, физическое нарушение биотопов в результате траления, дноуглубительных работ и т.п.), так и биоценозы, обеднённые в результате действия естественных факторов. Таким образом, индекс Шеннона может служить индикатором общего состояния сообщества.

Напротив, индекс AMBI был разработан прежде всего для того, чтобы определять состояние бентосных сообществ европейских эстуариев и прибрежных вод, подверженных действию антропогенного фактора. Таким образом, этот индекс, малочувствительный к динамике видового состава в градиенте солёности и к сезонной изменчивости сообществ (Borja et al., 2003; Report … 2004; Muxika et al., 2005), позволяет с достаточной степенью точности выделять сообщества, нарушенные в результате деятельности человека.

Статистическая обработка проводилась в программе Past v.2.04 (Hammer, Harper, Ryan, 2001) методом канонического анализа соответствий. Оценивалась сила связи структуры таксоцена Polychaeta с состоянием донного биоценоза в целом.

Состояние экосистемы Таганрогского залива закономерно ухудшалось в течение периода исследований. Если в 2003 г. биотический индекс варьировал от 0 до 7, причём наиболее часто встречались значения 2 (слабое загрязнение) и 6 (тяжелое загрязнение), то в дальнейшем AMBI принимал значения не ниже 2, причем среднее значение растет от 4,3 в 2003 г. до 6 в 2005 г. Во все годы наиболее сильное загрязнение отмечалось в кутовой части залива на уровне г. Таганрога.

На акватории собственно моря и Керченского пролива индекс AMBI принимал значительно меньшие значения. В 2004 г. его значения колебались от 1 до 5, в последующие годы – от 1 до 4, однако на большей части акватории моря наблюдались значения 1–2 (от незагрязнённых до слабо загрязнённых биотопов). Более высокие значения индекс принимал в Керченском проливе, что является следствием интенсивного судоходства и погрузо-разгрузочных работ, проводимых открытым способом на рейде. Здесь наблюдались значения от 1 до 5 (тяжёлое загрязнение) в 2004 г., и от 1 до 4 (сильное загрязнение) в последующие годы. Наибольшую степень загрязнения индекс показывает в районе косы Тузла и пос. Порт-Кавказ.

На рисунке 1 представлена зависимость распределения видов полихет и структуры таксоцена в целом от степени загрязнённости биотопа, измеренной по шкале AMBI, и альфа-разнообразия биоценозов, измеренного с помощью индекса Шеннона. Виды, данных по которым было недостаточно для расчетов, из анализа исключены.

Характер связи структуры таксоцена Polychaeta с индексами экологического состояния сообществ различался в Таганрогском заливе, собственно море и Керченском проливе. В Таганрогском заливе структура таксоцена полихет практически не связана со значениями индекса Шеннона для всего сообщества, за исключением небольшого числа станций, расположенных в опреснённых районах (авандельта Дона, район гирла Миусского лимана). Напротив, чётко прослеживается связь с уровнем деградации биоценоза, измеренного с помощью индекса AMBI, значения и изменчивость которого в Таганрогском заливе наиболее велики. Четче всего эта связь прослеживается в районе г. Таганрог, где распространение полихет *Hypaniola kowalewskii* позволяет выделить три зоны: угнетения, массового развития и фоновую. В распределении *Neanthes succinea*, по данным многих съёмок, также выделяется зона угнетения вокруг г. Таганрог.

В собственно море изменчивость связи структуры таксоцена полихет как с индексом Шеннона, так и с AMBI, была одинаково слабой. Это связано как с малой изменчивостью последнего на акватории собственно моря, так и с особенностями видового состава полихет в этом районе: здесь представлены только эврибионтные виды, особенно устойчивые к содержанию органики и газовому режиму.

В Керченском проливе отмечена сильная связь с обоими индексами. Наибольшей была связь с индексом Шеннона, однако она, по-видимому, в большей степени отражает рост разнообразия

зообентоса в целом, и в особенности полихет, по градиенту солёности. Связь с индексом AMBI также была сильной, превышая даже таковую, отмеченную в Таганрогском заливе. Для этого есть несколько причин. Одна из них – резкое увеличение видового разнообразия в Керченском проливе. Эврибионтные виды, распространённые в море и Таганрогском заливе, дополняются не только видами-оппортунистами, более требовательными к солёности при аналогичной устойчивости к неблагоприятным условиям среды, но и значительным числом специализированных, слабо устойчивых к антропогенному прессу форм. Благодаря этому картина распределения видов в зависимости от степени загрязнения биотопа получается более четкой. С другой стороны, в собственно море отсутствуют сильные локализованные источники загрязнения, и донные сообщества подвержены воздействию антропогенного фактора достаточно равномерно на всей акватории. В Керченском проливе, напротив, на небольшой площади имеется множество точечных источников загрязнения, постоянных (терминалы и портовая зона Порт-Кавказа, строящийся терминал в пос. Волна, и т.п.) и временных (открытая перевалка сыпучих грузов, разливы нефти). Это также увеличивает «контрастность» экологических зон.

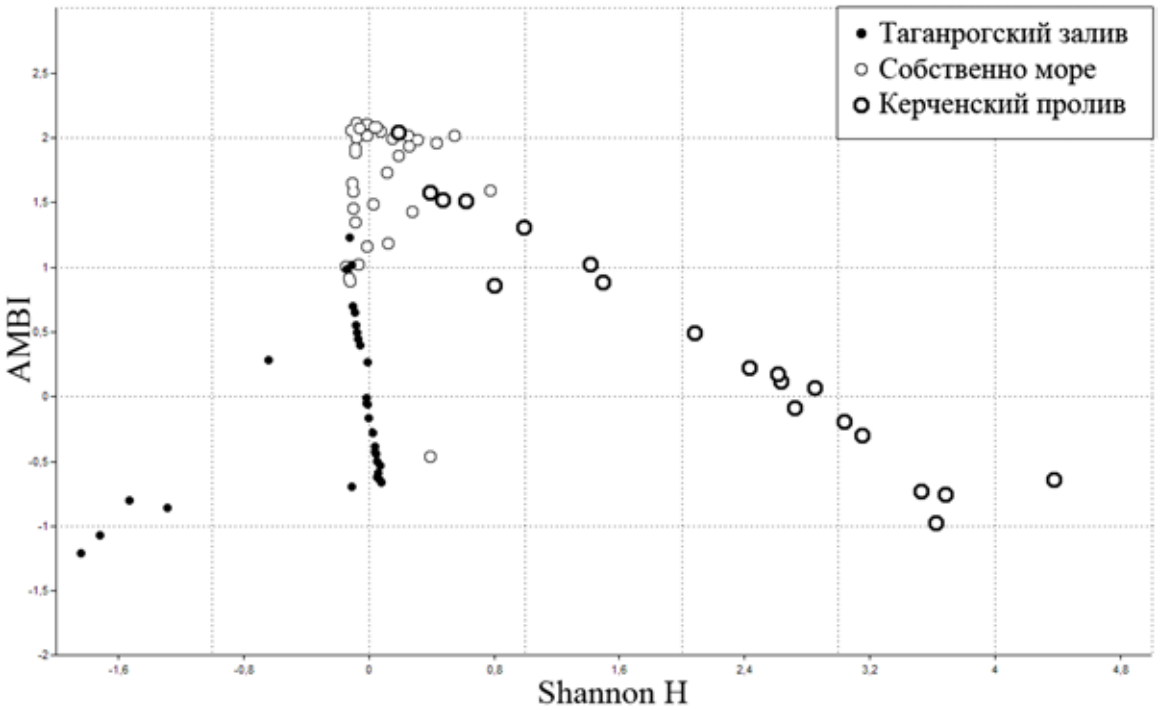


Рис. 1. Связь структуры таксоцена Polychaeta с загрязнённостью биотопа по шкале AMBI и альфа-разнообразием биоценоза по Шеннону

Характер связи также различался по районам. Если в Таганрогском заливе и Керченском проливе наблюдалась как отрицательная, так и положительная зависимость структуры таксоцена Polychaeta от величины AMBI, то все станции из собственно моря находятся в области положительной зависимости. Это связано с тем, что полихеты в море представлены практически только видами-оппортунистами, в то время как в Таганрогском заливе и Керченском проливе представлены формы с различной устойчивостью к неблагоприятным условиям.

При анализе распределения отдельных видов выделяются три основные группы. К первой группе относятся три вида, характерных для Таганрогского залива: *Hypania invalida, Hypaniola kowalewskii* и *Hediste diversicolor.* Ко второй группе относятся эврибионтные виды морского происхождения, распространённые в собственно море и Керченском проливе, в том числе наиболее широко распространённый – *N. succinea*, встречающийся во всех исследованных районах. Для всех этих видов характерна очень слабая положительная, реже отрицательная связь с биоразнообразием сообществ, в которые они входят. Наименьший по модулю коэффициент (k≈0) характерен для *N. succinea, Heteromastus filiformis* и видов рода *Nephtys.* Распространение всех видов этой группы положительно

связано со значениями индекса AMBI. Наиболее сильная связь отмечена для *Pygospio elegans*, наименьшая – для *N. succinea*, что связано с тем, что этот вид одинаково широко распространён как в загрязненных, так и в ненарушенных биотопах.

В третью группу входят все стенобионтные морские виды, распространённые в Керченском проливе. Однако присутствуют и эврибионтные виды, такие как *Capitella capitata, Melinna palmata, Spio filicornis, Aricidea claudiae.* Для этих видов характерна сильная положительная связь со значениями индекса Шеннона и нулевая либо отрицательная связь со степенью нарушенности биоценоза, причем чем сильнее зависимость от биоразнообразия сообщества, тем меньше устойчивость вида к загрязнению (за редкими исключениями). Связано это, с одной стороны, с тем, что виды, которые включаются в донные сообщества по мере увеличения солёности, относятся в основном к стенобионтным формам. С другой стороны, те из них, кто при оптимальной солёности является устойчивым к неблагоприятным условиям среды, при крайних переносимых значениях солёности могут становиться чувствительными к загрязнению.

Таким образом, проведённое исследование показало, что полихеты могут являться интегральным показателем состояния донных сообществ в водоёмах с сильным градиентом солёности, каким является Азовское море. Однако ценность их как индикаторов сильно различается на различных участках акватории, что следует учитывать при анализе. Также следует иметь в виду, что многие признанные виды-индикаторы загрязнения могут терять свою устойчивость к неблагоприятным условиям на границах ареала (благодаря чему, например, такие общепринятые индикаторные виды, как *S. filicornis* и *C. capitata* оказались в одной группе со стенобионтными морскими видами).

Автор благодарит сотрудников ЮНЦ РАН, ИАЗ ЮНЦ РАН и АФ ММБИ КНЦ РАН и команды НИС «Денеб» и «Профессор Панов» за помощь при сборе и обработке материала.

Список литературы

1. *Фролова Е.А.* Фауна и экология многощетинковых червей (Polychaeta) Карского моря. Апатиты: Изд. КНЦ РАН, 2009. 141 с.
2. *Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д.* Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.
3. *Borja A., Muxika I., Franco J.* The application of a marine biotic index to different impact sources affecting soft-bottom benthic communities along European coasts. Marine Pollution Bulletin, 2003, №46. P. 835–845.
4. *Hammer, Ø., Harper, D. A. T., Ryan, P. D.* PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis // Palaeontologia Electronica, 4, 2001. 9 p. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm.
5. *Muxika I., Borja Á., Bonne W.* The suitability of the marine biotic index (AMBI) to new impact sources along European coasts // Ecological Indicators, 2005. Vol. 5, Issue 1. P. 19–31.
6. Report of the Study Group on Ecological Quality Objectives for Sensitive and for Opportunistic Benthos Species 22–24 March 2004 ICES, Copenhagen. ICES Advisory Committee on Ecosystems ICES CM 2004/ACE:01 Ref. E, WGECO, BEWG, 41 p.

БИОХИМИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ПРИМЕРЕ КИЗИЛТАШСКИХ ЛИМАНОВ ЧЕРНОГО МОРЯ

Сергеенкова Ю.А.

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФТУП «ВНИРО»), Москва, Россия

BIOCHEMICAL MONITORING OF WATER ECOSYSTEMS: THE CASE OF BLACK SEA OF KIZILTASH'S LIMANS

Sergeenkova Ju.A.

All-Russia Scientific Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography, Moscow, Russia
biochem@vniro.ru

Изучение биохимических процессов, протекающих в водных экосистемах, является неотъемлемой частью общего комплекса исследований экосистем. В связи с бурным развитием промышленности, сельского хозяйства, транспорта и ростом численности населения планеты возникли такие проблемы, как более интенсивное использование биологических ресурсов Мирового океана и отдельных водоемов, а также контроль и охрана этих водоемов от загрязнения отходами деятельности человека.

Для решения этих задач, прежде всего, необходима оценка потенциальной продуктивности различных водоемов, которая в настоящее время невозможна без их биохимического мониторинга.

Биохимический мониторинг морских экосистем, основой которого является изучение изменений органического вещества (ОВ) и его биохимических компонентов, а также скоростей преобразования ОВ, дает возможность проследить за изменением, как первичной продуктивности, так и продуктивности высших трофических уровней экосистемы.

В ходе мониторинга исследовали пространственную и временную изменчивость растворенного и взвешенного органического углерода ($C_{орг}$) и основных биохимических компонентов ОВ – углеводов, белков, липидов и нуклеиновых кислот. Репрезентативными показателями содержания растворенного (РОВ) и взвешенного (ВОВ) органического вещества являются соответственно концентрации растворенного и взвешенного $C_{орг}$. Важным показателем, характеризующим степень преобразованности первичнопродуцируемого ОВ, а также степень антропогенной нагрузки на водоем, является молярное отношение углерода, азота и фосфора в нем (C:N:P) (Redfield,1963).

Изучение биохимического состава ОВ позволяет, с одной стороны, судить о происхождении ОВ, а с другой стороны – проследить за его трансформацией в морских экосистемах. Изменения концентрации основных биохимических компонентов РОВ и ВОВ, а также их соотношений как по вертикали, так и по горизонтали главным образом определяются биологической активностью автотрофных и гетеротрофных обитателей этих экосистем.

Биохимический мониторинг проводился в различные сезоны в Кизилташских лиманах, которые являются единственными естественными водоемами в российской части Черного моря, где осуществляется пастбищное выращивание ценнейших промысловых рыб и в первую очередь кефалей. Кизилташские лиманы представляют собой группу лагунных водоемов, относящихся к Таманской системе Кубанских лиманов, площадью около 280 км^2 и средней глубиной 1.2–1.5 м. В состав Кизилташской группы входят лиманы: Кизилташский, Цокур и Бугаз (рис. 1). Прямая водообменная связь с Черным морем осуществляется тольков в лимане Бугаз посредством Бугазского гирла, а с рекой Кубанью – пресноводным водоподающим магистральным каналом. Они изолированы от Черного моря широкой песчаной пересыпью, покрытой небольшими дюнами (Суханова, 1961). Настоящая система Кизилташских лиманов является сравнительно молодой водной экосистемой, существующей около 60 лет. Поэтому все воздействия на нее могут вызвать необратимые изменения как в ее абиотической, так и биотической составляющей. Исследования велись в разные сезоны: в июле и сентябре 2010г, в мае, июле-августе и сентябре 2011 г.

Полученные результаты показали, что небольшая глубина обуславливает практически повсеместное перемешивание воды от поверхности до дна. Летом (июль) водная толща прогревается до

температуры 27–28°С, которая снижается осенью (сентябрь-октябрь) на 10°С (до ~17°С) в лиманах Кизилташском и Цокур и менее значительно (до ~22–24°С) в лимане Бугаз, что обусловлено его непосредственной связью с Черным морем.

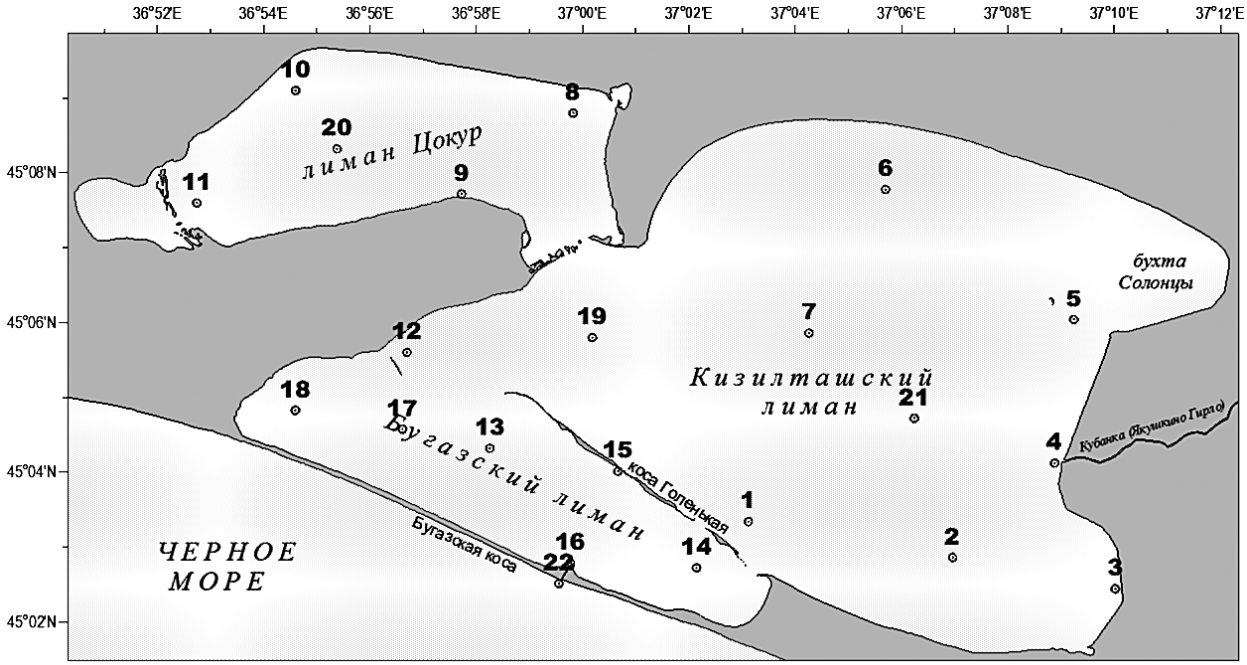


Рис. 1. Схема Кизилташских лиманов и комплексных станций в 2010–2011 гг.

Соленость, претерпевшая на протяжении существования лиманов значительные колебания – от заметного опреснения до гиперосолонения, в настоящее время приблизилась по своей величине к черноморской и в зависимости от сезона изменяется в среднем от 12‰ до16‰, что является оптимальной для жизнедеятельности рыбы, приходящей на нагул и нерест. Однако наблюдается распреснение в районе влияния пресных вод, поступающих в Кизилташский лиман из р. Кубань через магистральный водоподающий канал (ст. 4).

Вся толща воды лиманов и весной, и летом, и осенью хорошо аэрирована (концентрация кислорода не менее 4,5 мл/л), что создает благоприятные условия для жизнедеятельности рыбы и кормовых организмов.

Растворенный (РОУ) и взвешенный (ВОУ) органический углерод являются основными показателями концентраций растворенного и взвешенного ОВ, соответственно, по их величинам можно оценить запасы ОВ и потенциальную величину биологической продуктивности морской экосистемы. Любое воздействие на морскую среду отражается на количестве и качестве ОВ. Для всех лиманов следует отметить не только межсезонную, но и довольно значительную межгодовую изменчивость содержания РОУ. Наибольшие величины РОУ наблюдаются летом и осенью, а наименьшие – весной. Самые большие колебания концентраций происходят в Бугазском лимане в районе непосредственного водообмена с Черным морем и в Кизилташском лимане в районе проникновения вод реки Кубанки.

Несмотря на мелководность и довольно значительное перемешивание, в составе ОВ лиманов содержится незначительное количество ВОВ, не превышающее 7%. Следует отметить, что межгодовая изменчивость концентраций ВОУ во всех лиманах меньше, чем межсезонная. В отличие от РОУ, наибольшие концентрации ВОУ характерны для весны и осени. Исключение составляет Кизилташский лиман, ОВ которого в районе впадения р. Кубанка обогащено ВОВ.

Органический азот ($N_{орг}$) и фосфор ($P_{орг}$) во все сезоны является основной формой, в которой находятся эти биогенные элементы в водах Кизилташских лиманов.

Сезонные изменения концентраций $C_{орг}$ и $N_{орг}$ приводят к значительным колебаниям величин молярных отношений C/N. Значения этих отношений по всей исследованной акватории лиманов колеблются в пределах 2.6–21.8, причем и минимальные, и максимальные значения в основном

обусловлены соответствующими изменениями концентраций $C_{орг}$. Исходя из этого, можно предположить, что в этой системе лиманов минимальна доля антропогенного ОВ, для которого характерны высокие значения молярного отношения C/N.

Сезонные и межгодовые изменения концентраций $C_{орг}$ и $P_{орг}$ приводят к значительным колебаниям величин молярных отношений C/P в ОВ всех исследованных лиманов. Наименьшие значения были зафиксированы летом 2010г. и весной 2011г., тогда как летом 2011г. во всех лиманах эти величины были максимальны относительно величин, полученных и весной, и осенью. Как правило, значения этих отношений в 4–20 раз превышают значения, предлагаемые Редфельдом для усредненного морского планктона (Redfield,1963). Это может быть связано как с изменением популяционной структуры планктона, особенно его мельчайших форм, у которых значения C:N:P выше, чем у крупного планктона, так и с преимущественной минерализацией $P_{орг}$, по сравнению с $C_{орг}$ и $N_{орг}$ (Karl, 2002).

Исходя из таких высоких значений молярных отношений C/P и низких значений молярных отношений C/N, можно предположить, что лимитирующим фотосинтез биогенным элементом в Кизилташских лиманах является фосфор и большая доля первичной продукции (ПП) создается благодаря его быстрому рециклингу.

Биохимический состав ОВ как растворенного, так и взвешенного изменяется довольно сильно от лимана к лиману и в зависимости от сезона. Основным биохимическим компонентом РОВ во все сезоны являются углеводы, а ВОВ – белки. Самый высокий процент углеводов зафиксирован весной в местах смешения лиманных и речных вод (Кизилташский лиман), а также лиманных и морских вод (Бугазский лиман). Причем, летом в этих маргинальных областях концентрации растворенных углеводов уменьшаются в 1.5–2 раза, тогда как в основной акватории лиманов они в 1.5–2 раза увеличиваются. Вероятно, это связано с тем, что при снижении интенсивности продукционных процессов и морские, и речные воды приносят пониженные по сравнению с лиманными концентрации углеводов (1.5 мг/л и 2.0 мг/л, соответственно), а в лиманах количество углеводов продолжает накапливаться, т.к. летом интенсивность продукционных процессов еще остается выше, чем деструкционных. К осени растворенные углеводы довольно равномерно распределены по всей исследованной акватории, но доля их в РОВ понижается.

Взвешенные углеводы, которые являются показателем биомассы автотрофного микропланктона (Агатова, 2007), в зависимости от сезона могут составлять от ВОВ 9.5–38 %. В отличие от РОВ самый большой вклад углеводов в ВОВ характерен для лета и осени. Это может быть связано как с увеличением биомассы фитопланктона, так и с сорбцией растворенных углеводов на частичках взвеси, а так же в результате интенсивного перемешивания, особенно в осенний период, с образованием из растворенных полимеров взвешенных сахаров (Ziegler, 1999). Весной распределение взвешенных углеводов в водах всех трех лиманов практически повторяет распределение растворенных углеводов в них и объясняется теми же причинами. Однако, на их летнее и осеннее распределение в Кизилташском лимане большое влияние оказывает сток р.Кубанка, с водами которой в это время сюда поступают повышенные концентрации углеводов. В этом районе осенью зафиксированы максимальные концентрации взвешенных углеводов.

В водных экосистемах значительный вклад в продуктивность и кормовую базу для высших трофических уровней вносят мелкие и мельчайшие формы как автотрофного, так и гетеротрофного планктона. Если концентрации углеводов являются показателем биомассы автотрофного микропланктона, то растворенные и взвешенные белки являются показателем биомассы разных размерных групп гетеротрофного бактериопланктона (Агатова, 2007). Для всех исследованных лиманов во все сезоны характерны очень низкие концентрации растворенного белка, которые в 3–20 раз меньше, чем концентрации взвешенного белка. Это значит, что в экосистемах Кизилташских лиманов гетеротрофный планктон в основном представлен микро- (15–50 мкм) и наноформами (2–15 мкм), а биомасса мельчайших пикоформ (≤ 2 мкм) незначительна.

Суммарная концентрация липидов как в РОВ, так и в ВОВ, с одной стороны, зависит от величины скоплений рыбы и зоопланктона, а с другой – от загрязненности акватории нефтепродуктами (Агатова, 2007). В Кизилташских лиманах во все сезоны вклад липидов в РОВ изменялся от 0.7% до 13.4%, а в ВОВ – от 0.6% до 36%. Как правило, процентное содержание липидов в РОВ максимально весной и минимально осенью, тогда как вклад их в ВОВ тоже максимален весной, но минимален летом. Весенний максимум липидов можно объяснить массовым заходом рыб на нагул и нерест

в лиманы в апреле-мае (Норвилло, 2002). Постепенное уменьшение концентраций растворенных липидов от весны к осени, по-видимому, происходит как за счет усвоения их микроорганизмами, так и за счет сорбции на взвеси и частичному осаждению. Осеннее увеличение доли липидов в ВОВ по сравнению с июлем в экосистемах всех лиманов скорее всего связано с интенсификацией ветрового перемешивания и взмучивания осадков.

Следует подчеркнуть, что несмотря на большую сезонную и межгодовую изменчивость биохимического состава ОВ в Кизилташских лиманах, его кормность, исходя из соотношения углеводов:белка:липидов, для гидробионтов высших трофических уровней остается высокой.

Список литературы

1. *Агатова А.И., Лапина Н.М., Торгунова Н.И.* Биохимические показатели трофности морских экосистем // Вопросы пром.океанологии. 2007. Вып. 4.№ 1. С. 88–98.
2. *Норвилло Г.В., Пьянова С.Б.* О нересте пиленгаса Mugil soiuy Bas. в системе Кизилташских лиманов Черного моря // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий: Матер.Межреспубл.конф. Краснодар, 2002. С. 148–150.
3. *Суханова Е.Р.* Кизилташские лиманы и опыт их рыбохозяйственного использования // Труды Аз НИИРХ. 1961. Вып. 4. С. 44–85.
4. Karl D.M., Bjorkman K.M. Dynamics of DOP // Biogeochemistry of marine dissolved organic matter. Eds. D.Hansell and C.Carlson. Acad. Press. 2002. p. 250–366.
5. *Redfield A.C., Ketchum B.H. and Richards F.A.* The influence of organisms on the composition of sea water. // In: Hill M.N., editor. The Sea. Ideas and observations on progress in the study of the seas. 1963. N.Y.: Academic Press, 2, 26–77.
6. *Ziegler S., Benner R.* Dissolved organic carbon cycling in a subtropical seagrassdominated lagoon//Mar. Ecol.Prog.Ser. 1999. V. 180. P. 149–160.

ОСОБЕННОСТИ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА ВОД ПОРТОВОЙ АКВАТОРИИ (НА ПРИМЕРЕ ПОРТА НОВОРОССИЙСК)

Сойер В.Г.
Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

HYDROCHEMICAL REGIME FEATURES OF PORT AREA WATERS (NOVOROSSIYSK PORT AS EXAMPLE)

Soyer V.G.
Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia
soier@ssc-ras.ru

Воды портовых акваторий испытывают интенсивную нагрузку – как вследствие хозяйственной деятельности непосредственно в пределах акватории, так и при поступлении загрязняющих веществ с прилегающей территории прибрежной зоны при эоловом переносе и рассредоточенном поверхностном водном стоке. В отличие от других прибрежных районов, портовые акватории имеют ограниченный водообмен с морем, что способствует накоплению загрязняющих веществ и затрудняет самоочищение вод.

В задачу исследования входило изучение гидрохимического режима вод Новороссийского порта на основе сезонных наблюдений в сопоставлении с состоянием вод фонового района. В воде определяли более 30 параметров, характеризующих состояние водной среды (солёность, растворённые газы, биогенные элементы, тяжёлые металлы, СПАВ, нефтепродуты, восстановленные формы серы), и 8 параметров для характеристики состояния донных отложений, включая сероводород, нефтепродукты,

фенолы, тяжёлые металлы. Использовали принятые в океанографии методики анализа (Руководство, 1977; Руководство, 1993; Современные методы, 1992; Руководство, 2003).

Солёность вод на сравнительно небольшой по площади акватории порта распределена неравномерно, варьируя почти на 3 ‰ при среднем 16,59 ‰. В сравнении с фоновой станцией средняя солёность вод порта несколько снижена, что связано с распресняющим действием вод р. Цемес и сброса сточных вод. Соответственно, в акватории обнаруживаются локальные зоны с низкой солёностью вод, сохраняющие со временем своё пространственное распределение. По данным сезонных наблюдений, при существующем ограниченном водообмене с водами моря средняя солёность вод порта коррелирует с солёностью вод фоновой станции.

Значительные различия качества вод портовой акватории и фонового района, который также расположен в зоне влияния берегового стока, отмечены для концентрации взвешенного вещества – более чем 20-кратное превышение над фоном – 14,5 мг/л и 0,6 мг/л, что связано с производственной деятельностью порта – интенсивным судоходством, просыпкой мелкозернистых грузов и пылением при перегрузке, выносом вещества с прибрежной территории и взмучиванием в кутовых частях акватории. Высокие концентрации взвешенного вещества с превышением рыбохозяйственного норматива ПДК (10 мг/л) отмечались дважды на ограниченном числе станций.

Характерные черты режима биогенных элементов – предельно низкое, временами не детектируемое содержание минерального фосфора при весьма высоком общем – до 100 мкгР/л; высокие концентрации общего азота – до 1 мгN/л при многократно более низких концентрациях минеральных форм – признаки евтрофикации вод. Массовое цветение водорослей в пределах акватории порта отмечали в летний и осенний периоды наблюдений с пересыщением вод кислородом до 160 %. Интенсивная вегетация водорослей в летний период обусловила появление больших масс легко разлагаемого органического вещества и соответствующее повышение $БПК_5$ до 6 мгO_2/л.

Суммарное содержание органических веществ, оцениваемое по концентрации органического углерода ($C_{орг}$), варьировало в водах портовой акватории в пределах от 4,9 до 12,6 мгС/л при среднем 7 мгС/л. По результатам многолетних исследований Института аридных зон ЮНЦ РАН в северо-восточной российской части Чёрного моря концентрация органического углерода не выходила за пределы 6,5–9,5 мгС/л, и средняя концентрация $C_{орг}$ в исследуемом фоновом районе (7,7 мгС/л) согласуется с полученными ранее данными. Высокие концентрации органического углерода в водах портовой акватории следует отнести к техногенному загрязнению, поступлению сточных вод и пресноводного стока, содержащего, как правило, высокие концентрации $C_{орг}$.

Появление низких концентраций $C_{орг}$ в водах акватории порта объясняется явлениями сорбции органического вещества на взвеси, содержание которой, как выше отмечено, здесь многократно больше, чем в фоновом районе. При оседании взвеси и захоронении в донных отложениях здесь одновременно происходит накопление органического вещества, в том числе лабильного легко окисляемого. Активное потребление кислорода в донном иле приводит к развитию анаэробных условий и появлению сероводорода, что обнаружено по результатам его химического определения: концентрации лабильных сульфидов варьируют в донных отложениях от нескольких мкг/г до 70 мкг/г сухого веса. Аналогичные результаты в сходных условиях получены Ю.И. Сорокиным на северо-восточном шельфе Черного моря (Сорокин, 2008) и объяснено действием загрязнения морских вод.

В донных отложениях фонового района отмечаются невысокие и нередко нулевые концентрации лабильных сульфидов, что, по нашему мнению, подтверждает выводы о роли соосаждения в формировании аэробных условий в донном грунте.

В водной толще сероводород не обнаружен, как и сопутствующие его образованию и дальнейшей трансформации тиосульфат и элементная сера. В то же время в донных отложениях элементная сера как продукт внутриводоёмной переработки сероводорода присутствует повсеместно в виде циклических молекул S_8, судя по данным масс-спектрометрической идентификации.

В анаэробной среде донного грунта наряду с сероводородом образуются и другие восстановленные компоненты, в первую очередь метан, поступающий кроме того из более глубоких слоёв осадочного чехла. Идентификацию и количественное определение метана проводили газохроматографическим методом на пробах воды, отобранных в поверхностном горизонте. Метан зарегистрирован повсеместно со средней концентрацией около 20 мкл/л; отмечено, что повышенные концентрации приурочены к районам с неблагоприятной обстановкой, где обнаружены повышенные концентрации

и других компонентов, а также к сбросу сточных вод и поступлению пресноводного стока. Минимальные концентрации – в фоновом районе (5,0 и 2,3 мкл/л).

Загрязнение вод и донных отложений нефтепродуктами почти повсеместное, превышение рыбохозяйственного норматива ПДК – в среднем 5-кратное, в отдельных районах достигало 50- и 60-кратного. Загрязнение нефтепродуктами таким образом относится к главному фактору загрязнения вод и донных отложений акватории порта.

Список литературы

1. Руководство по гидрологическим работам в океанах и морях. Л.: Гидрометеоиздат, 1977. 726 с.
2. Руководство по химическому анализу морских вод. РД 52.10.243–92. СПб, Гидрометеоиздат, 1993. 264 с.
3. Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге рыбохозяйственных водоёмов и перспективных для промысла районов Мирового океана. М.: Изд-во ВНИРО, 2003. 202 с.
4. Современные методы гидрохимических исследований океана / Под ред. О.К. Бордовского, А.М. Черняковой. М.: ИО РАН, 1992. 254 с.
5. *Сорокин Ю.И., Закускина О.Ю.* Кислотно-растворимые сульфиды в верхнем слое донных осадков северо-восточного шельфа Черного моря: связь с загрязнением и экологические последствия // Океанология. 2008. Т. 48. № 2. С. 224–231.

ОЦЕНКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОБЕРЕЖЬЯ Г. ВЛАДИВОСТОК

Сорокин П.С.
Тихоокеанский институт географии, Владивосток, Россия

THE ESTIMATE OF COASTAL SHORE USE OF VLADIVOSTOK CITY

Sorokin P.S.
Pacific institute of geography, Vladivostok, Russia
paveleco@mail.ru

Для планирования и организации рационального прибрежно-морского природопользования необходимо иметь представление о том, насколько же эффективно оно организовано в данный момент, как это оценить, в каких целях используется побережье, каковы проблемы и перспективы развития территории.

Существуют различные подходы к оценке использования прибрежных территорий при разработке генеральных планов развития административных территорий и прописанных в ряде градостроительных нормативов. Однако универсальной системы показателей направленных на оценку использования прибрежных территорий нет.

Основополагающим этапом этой работы стала разработка принципов оценки эффективности использования прибрежной территории на примере г. Владивосток. Для этого были использованы следующие показатели, являющиеся критериями оценки эффективности сложившегося механизма природопользования:

1. Емкость прибрежной зоны – отношение протяженности прибрежной полосы к площади выделенного прибрежного района. Показатель отражает сколько площади (км^2) выделенного прибрежного района приходится на единицу прибрежной полосы (км).

2. Освоенность – степень использования прибрежной полосы (в %), вовлеченной в хозяйственное или иное использование к общей её протяжённости в границах выделенного прибрежного района или участка. Показатель позволяет оценить фактическое использование прибрежной территории и сделать выводы о степени хозяйственного освоения побережья.

3. Застроенность (земли поселений) – отношение площади жилых массивов к площади прибрежного района (в %). Показатель отражает степень занятости территории жилыми постройками и позволяет сделать выводы о возможности освоения новых территорий под жилые строения.

4. Заброшенность – площадь территории фактически неиспользуемой (неутвержденная лесопарковая зона, брошенные или неиспользуемые земли военного ведомства, разрушенные хозяйственные или жилые строения (в % от площади). Этот показатель выступает критерием оценки низкой эффективности природопользования.

5. Свободный доступ к морю – % протяженности прибрежной полосы со свободным доступом от общей её протяженности в границах выделенного прибрежного района или участка. Показатель отражает степень свободы перемещений и ограничений для развития какой-либо деятельности на берегу. Это критерий специализации природопользования, позволяющий определить пути решения для сбалансированности хозяйственной деятельности в прибрежной полосе.

6. Индустриальность прибрежной полосы – использование прибрежной полосы в промышленных целях – отношение (в %) протяженности прибрежной полосы используемой под размещение объектов промышленности и видов экономической деятельности к протяженности прибрежной полосы прибрежного района. При больших величинах этот показатель выступает критерием оценки низкой эффективности природопользования.

7. Индустриальность прибрежной территории (земли промышленности) – % занятости земель прибрежного района объектами производства. Показатель характеризует специфику использования прибрежной территории и при больших значениях вызывает опасение для системы рационального природопользования.

8. Техногенное изменение берега – отношение (в %) протяженности прибрежной полосы с элементами гидротехнических и берегоукрепительных сооружений, к протяженности прибрежной полосы прибрежного участка. Показатель характеризует степень техногенных изменений прибрежной полосы.

9. Рекреационное освоение – использования прибрежной полосы в рекреационных целях – отношение (в %) протяженности прибрежной полосы вовлеченной в рекреационное использование к протяженности прибрежной полосы прибрежного района. Показатель характеризует степень развития рекреационной сферы.

10. Рекреационные возможности – протяжённость прибрежной полосы, используемая под рекреацию и сколько можно использовать при определенных мелиоративных и организационных мероприятиях (км). Показатель характеризует фактическое и перспективное использование рекреационного ресурса.

11. Наличие водоёмов – площадь, занимаемая пресноводными водоемами на выделенном прибрежном районе (в км^2 и в % от площади). Показатель отражает ограничение территориального ресурса и перспективы использования водного ресурса.

12. Замусоренность – эмпирическая оценка степени загрязнения территории и акватории ТБО в границах рассматриваемого района:

1 балл: неудовлетворительное (участок замусорен, акватория захламлена);

2 балла: удовлетворительное (отмечаются незначительные участки загрязнения водной среды и осуществляется периодическая уборка территории);

3 балла: хорошее (постоянно ухоженная территория и акватория).

13. Плотность автомобильных дорог – обеспеченность транспортной инфраструктурой – наличие в прибрежной полосе автомобильных подъездных путей в радиусе 200 м от прибрежной полосы (км дорог на 1 км^2 прибрежного района). Этот показатель позволяет определить районы с развитыми транспортными путями.

14. Доступность железной дороги – наличие железнодорожных станций в радиусе 200 м от прибрежной полосы. Показатель отражает степень транспортной обеспеченности населения, а также является фактором, ограничивающим развитие некоторых видов хозяйственной деятельности.

15. Анализ конфликтности между природопользователями осуществлялся по матричному методу, основанному на эмпирических критериях (Плинк, Гогоберидзе, 2003; Cicin-Sain, Knecht, 1998).

16. Разнообразие природопользования – отношение (в %) кол-ва видов природопользования на выделенном прибрежном участке к общему кол-ву видов природопользования.

17. Эффективность системы природопользования определялась по разработанной балльной шкале, учитывающей характер использования территории по состоянию окружающей среды и рациональности природопользования:

1 балл: участки, где наблюдаются крайне негативные последствия человеческой деятельности, где требуется скорейшее изменение режима природопользования;

2 балла: нерациональное, конфликтное использование побережья или брошенные участки, где требуется вмешательство и усовершенствование схемы природопользования;

3 балла: природопользование среднего качества с видимыми недостатками, требующее усовершенствования и гармонизации хозяйственной деятельности.

4 балла: сбалансированное природопользование с незначительными недостатками;

5 баллов: идеальный режим природопользования, ресурсосберегающий.

18. Рекреационная привлекательность. Для оценки рекреационного природопользования была разработана система индикаторов прибрежной среды, которые в целом отражают благоприятное или негативное влияние этой среды на рекреацию. Для интегральной оценки рекреационной привлекательности была выбрана 5-ти балльная шкала. Баллы выставлялись в соответствии с весомостью индикатора, его роли в рекреационном использовании побережья. Так, отрицательное значение балла соответствовало существенному негативному влиянию конкретного показателя, нулевое значение – при незначительном его влиянии или отсутствии, положительные числа – отражали степень важности индикатора для развития рекреации. Чем больше сумма баллов для конкретного участка, тем выше значимость побережья для рекреационного использования, потенциал, и в конечном итоге и привлекательность.

Фрагментарность существующих систем рекреационной оценки послужила причиной создания более упрощённой шкалы индикаторов, позволяющих оценить рекреационную привлекательность прибрежной территории. В эту шкалу включены показатели, которые влияют на качество отдыха на берегу моря. Это: 1. Комфортность прибрежного участка, 2. Эстетическая оценка ландшафта побережья, 3. Возможность организации пеших прогулок. 4. Оценка пригодности дна прибрежной акватории для купания, 5. Опасные морские животные, 6. Морские водоросли, 7. Замусоренность побережья и морских волновых выбросов, 8. Санитарное состояние акватории, 9. Сбросы промышленных и коммунальных вод, 10. Сбросы ливневой канализации, 11. Степень доступности побережья для населения, 12. Наличие спасательной станции, 13. Степень использования рекреационной территории.

На основании собственных оценок эффективности использования прибрежной полосы и территории можно сделать следующие выводы:

1. По результатам площадного подсчёта можно выделить приоритетные направления землепользования в г. Владивостоке. Так, западное побережье представляет собой наиболее урбанизированную территорию, с развитыми транспортными путями, в то время как восточное побережье – преимущественно лесная территория, относящаяся различным ведомствам, с имеющимися участками объектов рекреационной деятельности.

2. Освоенность прибрежной полосы западного побережья составила 63,4 %, а для восточного побережья – 50,3 %. Остальную часть прибрежной полосы составляют лесные массивы, необустроенные морские пляжи, горные уступы и неиспользуемые возвышенные формы рельефа – что в некоторой степени является показателем нерационального или неэффективного природопользования.

3. Использование территории для строительства новых жилых микрорайонов проблематично из-за наличия земель специального использования, федерального значения и лесопарковых зон. Такие земли занимают в большинстве выделенных прибрежных участков до 90 % их площади. В настоящее время на федеральном и региональном уровне власти решается вопрос демилитаризации и перевода этих земель под строительство.

4. Фактическое рекреационное освоение (% прибрежной полосы от её общей протяжённости) для западного побережья составляет 30,2 %, а для восточного побережья – 42,6 %. Освоенность прибрежной полосы ограничивается труднодоступным и обрывистым побережьем, а также в некоторых случаях перекрытием прохода к морю объектами специального землепользования.

Территориальные возможности дополнительного рекреационного освоения (% прибрежной полосы от ее общей протяженности) составили:

– для западного побережья: 27,7 %. При использовании этих территорий рекреационное освоение может достигнуть 57,9 %. Дополнительный, неиспользуемый пространственный ресурс, в настоящее время, представляет собой участки прибрежной территории, которые малопригодные, невостребованные для рекреации или перекрыты территориями промышленных и объектов специального землепользования.

– для восточного побережья: 9,7 %, где рекреационное освоение может достигнуть 52,3%. Такие небольшие территориальные ресурсы, которые можно использовать в рекреационной деятельности, обусловлены наличием уже обустроенных для рекреационной деятельности береговых участков.
– Такой дополнительный ресурс представляют собой участки прибрежной полосы, где нет инфраструктуры, но которые вполне пригодны и используются для сезонных видов рекреации.

5. Наиболее привлекательные для рекреации прибрежные территории занимают от общей протяжённости прибрежной полосы: для западного побережья – 8,3 %, а для восточного побережья – 40,7 %. Учитывая отсутствие современной рекреационной инфраструктуры при наличии пригодных для использования территорий можно констатировать факт неэффективного использования прибрежной полосы в рекреационной деятельности.

6. Использование прибрежной полосы объектами хозяйственной деятельности для западного побережья составила 13 %, а для восточного побережья – 5 %. Полученные цифры свидетельствуют о специализации территориального использования: западное побережье Владивостока – индустриальный центр города и сосредоточение элементов городской инфраструктуры, в то время когда восточное его побережье – преимущественно лесопарковая территория с элементами рекреационной инфраструктуры.

7. Западное побережье г. Владивосток менее доступно населению по сравнению с восточным, из-за наличия объектов промышленности и частной собственности. Ограничение в свободном доступе к морю на восточном побережье связано с высокогорным прибрежным рельефом, препятствующим проходу к морю, а также в отдельных участках побережья наличием земель специального ведомства.

8. Выполненная работа позволяет выявить неиспользуемый территориальный потенциал и перспективные направления мероприятий по совершенству существующей схемы прибрежно-морского природопользования в свете реализации программ «Морской фасад г. Владивостока», «Строительство объектов саммита АТЭС – 2012» и «Генерального плана развития г. Владивостока».

ВЗВЕШЕННОЕ ВЕЩЕСТВО И ПРОЗРАЧНОСТЬ ВОД АЗОВСКОГО МОРЯ (ВНУТРИВЕКОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ И ФАКТОРЫ, ЕЕ ОБУСЛОВЛИВАЮЩИЕ)

Сорокина В.В.
Институт аридных зон
Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

SUSPENDED SOLIDS AND WATER TRANSPARENCY OF THE SEA OF AZOV (SECULAR FLUCTUATIONS, CAUSES AND FACTORS)

Sorokina V.V.
Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences,
Rostov-on-Don, Russia
sorokina@ssc-ras.ru

Данные о концентрации взвешенных веществ и прозрачности вод необходимы для понимания продукционных и седиментационных процессов в водоеме. Несмотря на вековую изученность Азовского моря, материалы по мутности вод бедны. Основные закономерности формирования и распределения содержания взвеси в Азовском море установлены на основе регулярных наблюдений, выполненных в 1970-е гг. (Хрусталев и др., 1982; Хрусталев, 1989), опираясь на классические принципы, изложенные ещё в 1950–1960-х гг. Н.М. Страховым, А.П. Лисицыным и предшествующие работы (Панов, Спичак, 1961; Горшкова, 1961; Федосов, 1961; Александров, 1965 и др.). Между тем экосистема Азовского моря уже достаточно долгое время функционирует в условиях, отличающихся от таковых в середине XX века, это касается в частности гидрометеорологических процессов и изменения поставки терригенного материала.

Комплексные и специализированные экспедиции ЮНЦ РАН и ИАЗ ЮНЦ РАН последних лет с одновременным определением прозрачности вод, концентрации взвеси, взвешенной органики и биомассы планктонных организмов направлены на установление взаимосвязи между этими показателями, что позволяет, во-первых, расширять существующую базу данных, во-вторых, использовать исторические данные о прозрачности для оценки динамики взвеси в море за длительный (начиная с 1920-х годов) период. Работы выполняются стандартными, общепринятыми методами: определение прозрачности – с помощью диска Секки, общей взвеси – методом фильтрации, взвешенного органического вещества – методом мокрого сжигания.

Одним из результатов экспедиционных работ является установление связи между прозрачностью вод и концентрацией взвешенных веществ в поверхностном слое (0–0,3 м): $y = 13{,}31x^{-1{,}20}$, где x – прозрачность (м), y – концентрация общей взвеси (мг/л).

Интерес представляет сравнение данных о содержании общей взвеси, а также ее органической составляющей в Таганрогском заливе на разных этапах эволюции экосистемы Азовского моря в XX – начале XIX веков. Сопоставление данных (методы отбора и анализа проб – одинаковы) за 1970-е и 2000-е годы показывает, что в среднем во все сезоны концентрация общей взвеси в 2000-х гг. меньше таковой в 1970-е гг. в полтора–два раза, а абсолютные значения взвешенного органического вещества имеют схожие величины (рисунок 1, таблица 1).

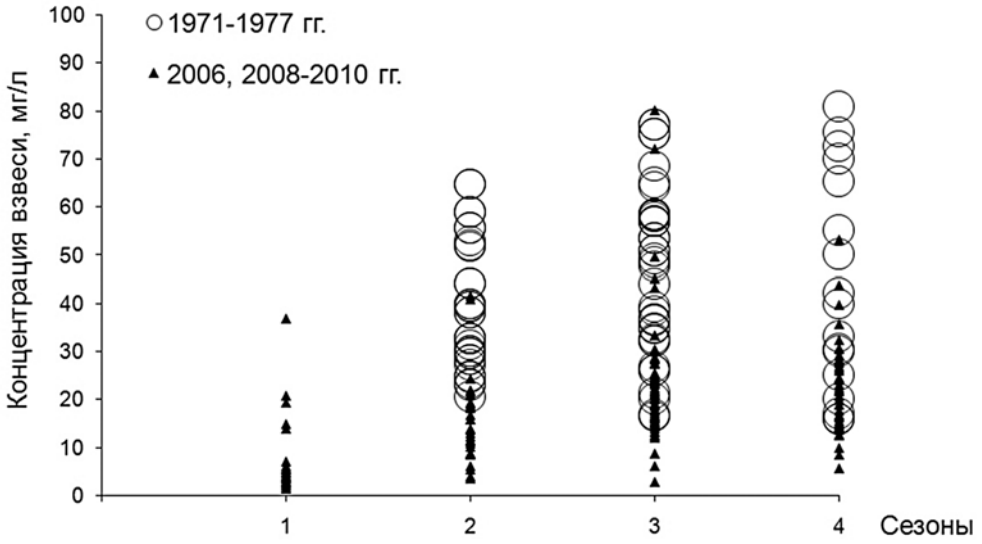


Рис. 1. Концентрация общей взвеси в Таганрогском заливе в 1971–1977 гг. (Хрусталев и др., 1982; Хрусталев, 1989) и в 2006 г., 2008–2010 гг., мг/л

Таблица 1

Содержание общей взвеси и ее органической составляющей в Таганрогском заливе по периодам

Слой	Зима			Весна			Лето			Осень		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	мг/л	мг/л	%	мг/л	мг/л	%	мг/л	мг/л	%	мг/л	мг/л	%
1971–1977 гг. (Хрусталев и др., 1982; Хрусталев, 1989)												
Поверхностный	-	-	-	28,2	3,1	11	42,3	6,6	16	26,3	3,3	13
Наддонный	-	-	-	38,6	4,2	11	49,2	6,0	12	34,3	4,13	12
2006, 2008–2010 гг.												
Поверхностный	5,8	1,2	21	12,5	2,7	22	23,0	5,8	25	20,0	4,2	21
Наддонный	14,7	3,3	22	21,0	3,5	17	23,5	6,2	26	23,3	3,3	14

Прим.: 1 – общая взвесь;
2 – взвешенное органическое вещество (содержание ВОВ определялось сжиганием),
3 – доля ВОВ в %.

Таким образом, можно констатировать изменение соотношения между органической и минеральной частями взвеси в рассматриваемые периоды, для 2000-х гг. характерно более высокое относительное содержание органики во взвеси Таганрогского залива. Недостаток данных натурных наблюдений в собственно Азовском море пока не позволяет подтвердить данный феномен для всего водоема.

Причины наблюдаемых различий в количестве и составе взвеси можно понять комплексно проанализировав многолетние изменения гидрологического и гидрохимического режима, органической жизни, поступления осадочного материала из основных источников (рек, атмосферы, берегов). Интегральным показателем функционирования экосистемы моря служит прозрачность вод, измерения которой в отличие от данных о взвешенном веществе более многочисленны и охватывают вековой период.

К настоящему времени в базе данных ЮНЦ РАН по Азовскому морю собраны сведения о глубине видимости белого диска за период с 1922 г. по 2011 г. Общее количество наблюдений, прошедших процедуру контроля качества (соответствие местоположения станции акватории моря и значения прозрачности глубине места, проверка на дубликаты), составляет 12623.

Межгодовые колебания прозрачности и стока наносов рек Дон и Кубань происходят в XX веке практически в противофазе до 1964 г. (рисунок 2), что дает основание определить роль твёрдого стока рек в формировании прозрачности вод и содержания взвеси как одну из основных вплоть до 1970-х гг. В последующее время эта роль существенно уменьшилась вследствие постройки водохранилищ (сток наносов Дона сократился по сравнению с условно естественным в 10 раз, Кубани – в 4 раза (Сорокина и др., 2006)). Общий поток терригенного (в основном минерального) вещества в период 1940–2000 гг. сократился в 2,5 раза (Сорокина, Бердников, 2008).

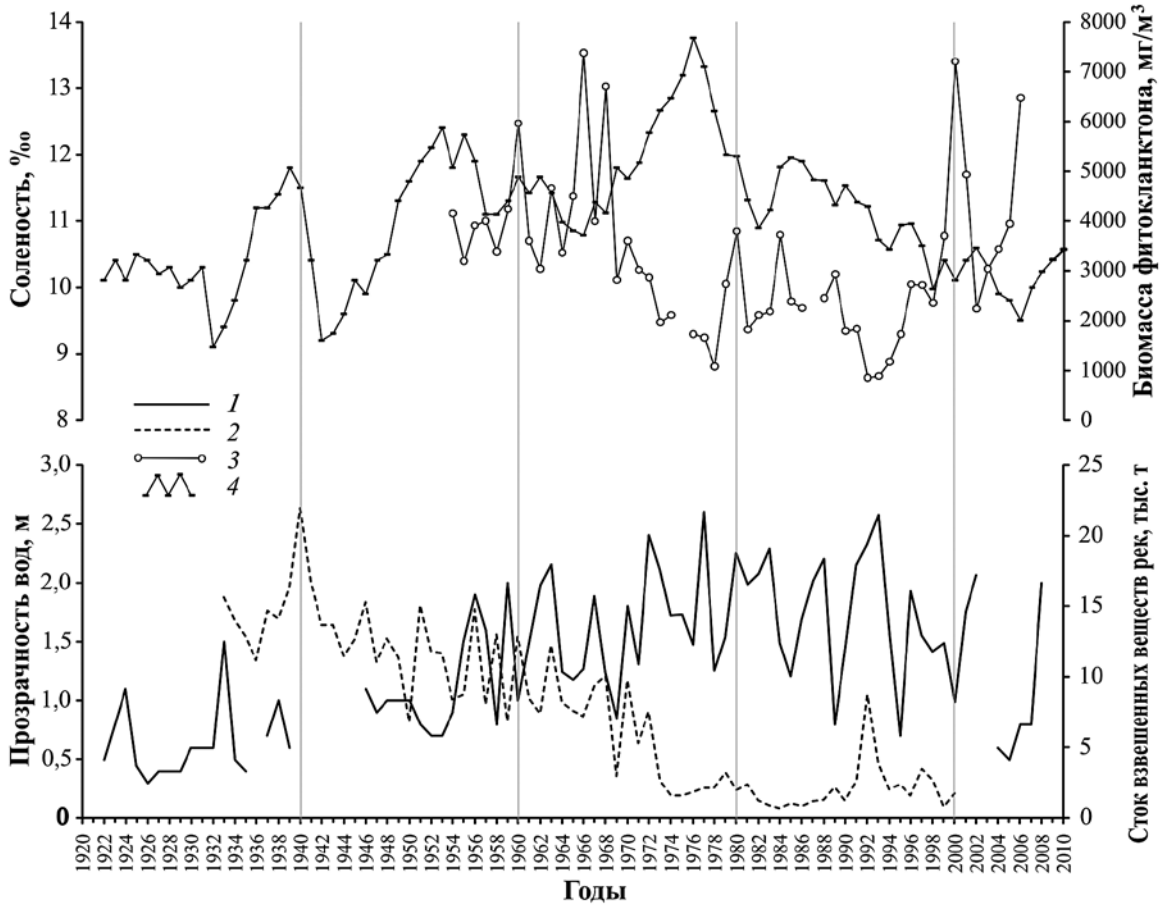


Рис. 2. Многолетняя динамика:
1 – относительной прозрачности вод Азовского моря, м, 2 – твердого стока рек, тыс. т (по Сорокина и др., 2006), 3 – биомассы фитопланктона, мг/м³ (по Ковалева, 2011) и 4 – солености, ‰ (по Экологический атлас … 2011)

В 1970–1980-е годы прозрачность вод была относительно высокой, что обусловлено, помимо снижения стока наносов рек, ещё и относительно низкой биомассой фитопланктона в условиях осолонения моря. Сохраняющаяся тенденция уменьшение солености в период 1990–2006 гг. способствовала постепенному росту биомассы фитопланктона в указанное время. Этот факт, в свою очередь, мог являться основной причиной увеличения органической составляющей взвешенного вещества.

Среди основных источников взвеси в море отмечают также взмучивание донных осадков в результате штормов. Принимая во внимание наблюдающуюся с 1975 г. общую тенденцию уменьшения ветровой активности в бассейне Азовского моря, сокращение в связи с этим частоты и силы пыльных бурь (Ивлиева, Сорокина, 2006), штормов, и поставки материала абразии берегов, можно предположить, что эти факторы способствовали сокращению минеральной части взвеси, увеличению прозрачности и глубины фотического слоя, продуцированию фитопланктона в последующий период. В настоящее время (начиная с 2006 г.) при сохранении тенденции роста солености вод, скорости ветра в бассейне Азовского моря и увеличении гидродинамической активности могут произойти обратные процессы, результатом которых будет снижение органической составляющей взвеси, ее потоков и запасов в донных отложениях.

Список литературы

1. *Александров А.Н.* Особенности современного осадконакопления в Азовском море. Ростов-на-Дону, 1965. 328 с.
2. *Горшкова Т.И.* Донные осадки и грунтовые растворы. // Современные осадки морей и океанов / Под ред. Страхова Н.М. М.: Изд-во АН СССР, 1961. С. 477–503.
3. *Ивлиева О.В., Сорокина В.В.* Поступление эолового материала на акваторию Азовского моря. // Современные проблемы аридных и семиаридных экосистем юга России. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2006. С. 493–504.
4. *Ковалева Г.В.* Многолетние изменения биомассы фитопланктона Азовского моря // Материалы межд. науч. конф. Изучение и освоение морских и наземных экосистем в условиях арктического и аридного климата (6–11 июля 2011 г., Ростов-на-Дону). Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2011. С. 164–166.
5. *Панов Д.Г., Спичак М.К.* Об условиях осадконакопления в Азовском море. // Современные осадки морей и океанов / Под ред. Страхова Н.М. М.: Изд-во АН СССР, 1961. С. 512–520.
6. *Сорокина В.В., Бердников С.В.* Математическое моделирование терригенного осадконакопления в Азовском море // Океанология. 2008. Том 48, № 3. С. 456–466.
7. *Сорокина В.В., Ивлиева О.В, Лурье П.М.* Динамика стока на устьевых участках рек Дон и Кубань во второй половине XX века. // Вестник южного научного центра РАН. 2006. Т. 2. № 2. С. 58–67.
8. *Федосов М.В.* Некоторые характеристики осадкообразования в Азовском море // Современные осадки морей и океанов / Под ред. Страхова Н.М. М.: Изд-во АН СССР, 1961. С. 504–511.
9. *Хрусталев Ю.П.* Закономерности осадконакопления во внутриконтинентальных морях аридной зоны. Л.: Наука, 1989. 261 с.
10. *Хрусталев Ю.П., Ганичева Л.З., Клунникова Л.З., Мирзоян И.А.* Количественное распределение и основные типы взвеси Азовского моря // Лавинная седиментация в океане. Ростов-н/Д, 1982. С. 95–118.
11. Экологический атлас Азовского моря / Под ред. Матишова Г.Г. и др. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2011. 328 с.

ОСОБЕНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАКРОВОДОРОСЛЕЙ И МОРСКИХ ТРАВ АЗОВСКОГО МОРЯ

Степаньян О.В.
Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

FEATURES OF DISTRIBUTION OF MACROALGAS AND SEAGRASSES OF THE SEA OF AZOV

Stepanjan O.V.
Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia
step@ssc-ssc.ru

Первые масштабные исследования водорослей и трав Азовского моря провел Л.И. Волков в комплексной Азовско-Черноморской научно-промысловой экспедиции 1922–1927 гг. под руководством Н.М. Книповича. Был выявлен видовой состав и распределение водорослей и трав, определены промысловые виды. В дальнейшем исследованиями водорослей и трав Азовского моря занимались специалисты институтов Академии наук СССР (ИНБЮМ, ИО АН СССР, БИН), ведомственных НИИ (ВНИРО, АзНИИРХ, АзЧерНИРО), университетов (Ростовский ГУ и др.). В 1990–2000-е гг. исследования проводили специалисты Никитского ботанического сада, ИНБЮМ, АзНИИРХа, АФ ММБИ КНЦ РАН, ЮНЦ РАН.

На основе литературных и собственных данных показаны основные закономерности многолетней динамики фитобентоса Азовского моря.

Скопления макроводорослей и трав в Азовском море приурочены к относительно защищенным от активной волновой активности илисто-песчаным заливам и лиманам. На более чем 80 % акватории моря водная растительность отсутствует. Факторами ограничивающими распространение водорослей и трав ряд авторов указывает высокую мутность воды, низкие значения солености, отсутствие подходящих грунтов (илисто-песчаных) для трав и твердых для водорослей. На наш взгляд, недооценено влияние ледового режима моря на распределение фитобентоса. Промерзание мелководной части моря до дна, значительное распреснение при таянье льда, истирающее действие льда на мелководьях сближает Азовское море с арктическими морями, где, как известно, фитобентос в верхней литорали отсутствует именно из-за указанных причин, а распространение водорослей на большую глубину сдерживается в Азовском море малыми глубинами.

Особенностью Азовского моря является наличие двух устойчивых во времени комплексов макроводорослей. Первый комплекс (солоноводный) образуют зеленые водоросли родов *Enteromorpha, Cladophora, Rhizoclonium, Chaetomorpha* и пресноводные травы (*Potomogeton, Myriophyllum, Ceratophyllum*) в Таганрогском заливе. Второй комплекс (морской), с преобладанием зеленых и красных водорослей родов *Enteromorpha, Chaetomorpha, Ceramium, Polysiphonia* и морских трав (*Z. marina, Z. noltii, Potomogeton pectinatus, Ruppia spiralis, R. maritima, Zannichellia major*) занимает прибрежную часть собственно Азовского моря, Керченский пролив и Таманский залив. Границы распространения комплексов циклично изменятся в пространстве и времени, «следуя» с некоторым запозданием за колебаниями солености в Азовском море. Распространение пресноводного комплекса ограничено в Таганрогском заливе условной линией коса Долгая – Белосарайская коса, морского комплекса – условной линией Сазальницкая коса – Кривая коса (в годы с повешенной соленостью). В собственно Азовском море повсеместно доминирует морской комплекс водной растительности, но на некоторых участках (взморье Кубани) отмечен смешанный характер растительности. Наибольшее видовое разнообразие макроводорослей выявлено для юго-западной осолоненной части моря, наименьшее в распресненном Таганрогском заливе. В годы с повышенной соленостью видовое разнообразие водорослей возрастает за счет расширения зоны произрастания черноморских видов, активно проникающих в Азовское море. В годы с пониженной соленостью разнообразие водорослей значительно снижается, часть видов (в основном бурые водоросли) исчезает.

Морские травы формируют в Азовском море сообщества с биомассой до 5–6 кг/м^2. При этом значения биомассы растительных сообществ изменяются в зависимости фазы осолонения или распреснения Азовского моря. В годы с повышенной соленостью общая биомасса морских трав возрастает, с пониженной – значительно снижается. Что существенно определяет продуктивность как самих растительных сообществ, так и всего биотопа образуемого морскими травами. Пресноводные травы, особенно рдесты, образую значительные по массе локальные скопления только в устьевых зонах рек Дон и Кубань. Но именно в этих участках роль растений значительна как биотопа для беспозвоночных и молоди рыб, «фильтра» осаждающего взвесь и загрязняющие вещества.

Мелководность, пониженная соленость, повышенное содержание органического вещества и биогенных элементов в воде и донных отложениях обусловили естественное эвтрофирование водоема, а деятельность человека – антропогенную, что обусловило сапробионтный состав макроводорослей, представленых мезо- и полисапробами, при этом небольшая часть олигосапробных видов произрастает только районе Керченского пролива. Отметим, что современный состав мезо- и полисапробионтов практически идентичен составу 1920–1950-х гг., что свидетельствует о преобладании естественных процессов формирования высокой трофности Азовского моря.

ВИДОВОЙ СОСТАВ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ФИТОПЛАНКТОНА В ПРОЛИВЕ БОСФОР ВОСТОЧНЫЙ В РАЙОНЕ СТРОИТЕЛЬСТВА МОСТА НА О. РУССКИЙ (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

Стоник И.В., Масленников С.И.

Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского Дальневосточного отделения Российской академии наук, Владивосток, Россия

SPECIES COMPOSITION AND POPULATION DENSITY OF PHYTOPLANKTON FROM BOSPHOR VOSTOCHNY STRAIT, SEA OF JAPAN

Stonik I.V., Maslennikov S.I.

A.V. Zhirmunsky Institute of Marine Biology, the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia

innast2004@mail.ru

Фитопланктон – один из основных продуцентов органического вещества в водных экосистемах. От его состава и количественных характеристик зависит развитие организмов других трофических уровней. В последние годы значительные пространственные и временные изменения состава и плотности фитопланктона прослеживаются во многих прибрежных морских акваториях, подвергающихся интенсивному антропогенному воздействию, особенно вблизи крупных портов и в эстуарных зонах. К числу таких акваторий относится пролив Босфор Восточный. Изучение качественного и количественного состава в этом районе актуально, поскольку позволяет прогнозировать дальнейшее развитие фитопланктона и связанные с ним изменения в сообществах других организмов.

Цель работы – определение видового состава и количественных показателей (плотность – кл/л, биомасса – г/м^3) фитопланктона в проливе Босфор Восточный.

Материалом послужили батометрические сборы фитопланктона, вывполненные 1 сентября 2010 г. в проливе Босфор Восточный на станциях в районе м. Назимова и м. Новосильцева. Пробы отбирали с приповерхностного горизонта. Материал фиксировали раствором Утермеля и концентрировали методом отстаивания. Клетки ультра- и наннопланктона просчитывали в камере типа Ножотта объемом 0,05 мл, клетки микропланктона – в камере объемом 1 мл. Обработку материала проводили с помощью светового микроскопа фирмы Carl Zeiss Jena «Jenamed-2» Доминирующими считали виды, плотность которых составляла не менее 20 % от общей плотности микроводорослей.

Видовой состав. В водах исследованного района обнаружено 44 вида микроводорослей, относящихся к 3 отделам. По числу видов преобладают диатомовые водоросли Bacillariophyta (29 видов), составляющие 66% от общего числа видов. На долю динофитовых водорослей Dinophyta приходилось 30%, а золотистые водоросли Chrysophyta составляли 4% от общего числа обнаруженных видов. Среди диатомей наиболее богаты в видовом отношении роды *Chaetoceros* (8 видов), *Pseudo-nitzschia* (4 вида) и *Leptocylindrus* (3 вида), среди динофитовых – род *Gyrodinium* (3 вида). Число видов на станции в районе м. Назимова (39) было выше, чем в районе м. Новосильцева (27).

Количественные характеристики. Анализ количественных характеристик фитопланктона показал, плотность фитопланктона изменялась от 582,3 тыс. кл./л до 1482 тыс. кл./л, а биомасса от 1,8 г/м^3 до 5,1 г/м^3. Наибольшие значения количественных характеристик были отмечены в районе м. Назимова (рис. 1).

Анализ количественного соотношения основных групп микроводорослей показал, что диатомовые водоросли были доминирующей группой фитопланктона на всех изученных станциях в районах м. Назимова и м. Новосельцева и составляли 98–99 % от общей плотности микроводорослей и 89–95 % от общей биомассы.

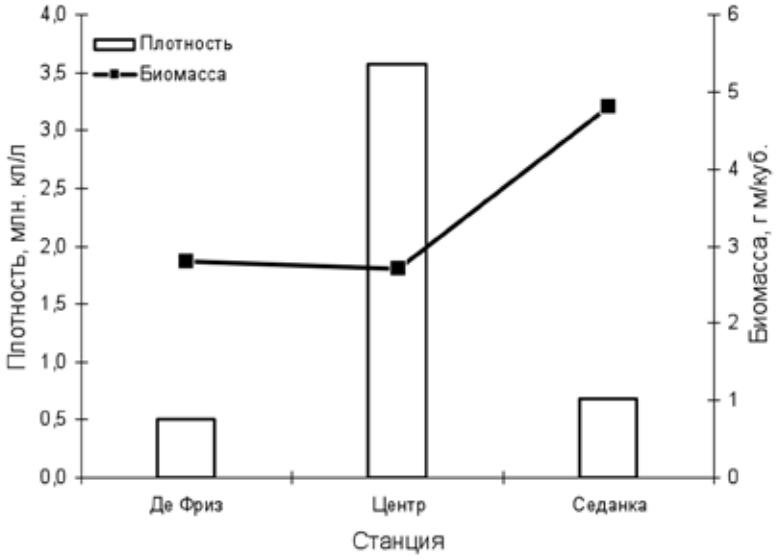


Рис. 1. Распределение плотности и биомассы фитопланктона в районе исследования 1 сентября 2010 г.

На всех станциях по биомассе доминировала диатомея *Dactyliosolen fragilissimus*, на долю которой приходилось 39 % от общей биомассы фитопланктона у м. Назимова и 31 % у м. Новосельцева. По плотности на станции у м. Назимова доминировала диатомея *Cylindrotheca closterium* (20 % от общей плотности фитопланктона), а у м. Новосельцева – диатомея *Sceletonema costatum* (40 % от суммарной плотности всех микроводорослей), известные как типичные доминанты фитопланктона залива Петра Великого (Коновалова и др., 1989).

Потенциально токсичные виды. В районе исследования обнаружены 6 потенциально токсичных видов – *Alexandrium tamarense, Alexandrium* sp., *Pseudo-nitzschia calliantha, P. fraudulenta, P. multistriata P. pungens* (табл. 3). Виды рода *Alexandrium* могут вызывать паралитическое отравление моллюсками – PSP – Paralytic Shellfish Poisoning (Shumway, 1990; Taylor et al., 1995). Массовое развитие этих видов является одной из основных причин ограничения добычи моллюсков в летний период в хозяйствах марикультуры Японии, США и Европы, а установленный в этих странах предельный уровень концентрации *Alexandrium* spp. составляет 0.5–10 тыс. кл./л. Виды рода *Pseudo-nitzschia* способны продуцировать домоевую кислоту, которая, накапливаясь в тканях моллюсков-фильтраторов, вызывает амнезическое отравление – ASP – Amnesic Shellfish Poisoning (Bates et Trainer, 2006). Предельно допустимая концентрация *Pseudo-nitzschia* spp., при которой вводятся ограничения на сбор урожая моллюсков в некоторых странах составляет 10^3–10^5 кл/л (Andersen, 1996). Наиболее высокое разнообразие потенциально токсичных видов (6 видов) и их плотность отмечены в районе м. Назимова.

Таблица 1

Плотность (кл/л) потенциально токсичных видов фитопланктона в районе исследования 1.09.2010 г. и их предельно допустимые концентрации, приводящие к ограничению добычи моллюсков (Andersen, 1996)

Вид	Предельно допустимая концентрация, кл/л	м. Назимова, кл/л	м. Новосельцева, кл/л
Alexandrium tamarense	500	1104	
Alexandrium sp.	500	4416	
Pseudo-nitzschia calliantha	10^5	194304	10656
Pseudo-nitzschia fraudulenta	10^4–10^5	1104	
Pseudo-nitzschia multistriata	10^4–10^5	48576	5328
Pseudo-nitzschia pungens	$>10^3$	44160	2664

У м. Новосельцева найдены 3 потенциально токсичных вида *Pseudo-nitzschia*, однако их плотность была существенно ниже, чем у м. Назимова. У м. Назимова плотность *Pseudo-nitzschia calliantha, P. pungens, Alexandrium tamarense* и *Alexandrium* sp. в период исследования превышала уровень, при котором в странах с развитой аквакультурой вводятся ограничения на добычу моллюсков (табл. 1).

Среди этих видов максимальной плотности достигал вид *Pseudo-nitzschia calliantha* (около 190 тыс. кл/л). Присутствие в планктоне потенциально токсичных и их высокая плотность свидетельствуют о необходимости продолжения мониторинга фитопланктона в данном районе.

Таким образом, в районе исследования плотность фитопланктона изменялась от 582,3 тыс. кл./л до 1482 тыс. кл./л, а биомасса от 1,8 г/м^3 до 5,1 г/м^3. У м. Назимова отмечено более высокое видовое разнообразие, плотность и биомасса фитопланктона, чем у м. Новосельцева. Диатомовые водоросли были доминирующей группой фитопланктона на всех изученных станциях в районах м. Назимова и м. Новосельцева, составляя 98–99% от общей плотности микроводорослей и 89–95 % от общей биомассы. По плотности доминировали диатомовые водоросли *Cylindrotheca closterium* и *Skeletonema costatum,* а по биомассе – диатомея *Dactyliosolen fragilissimus*, известные как типичные доминанты летне-осеннего фитопланктона залива Петра Великого. В районе исследования обнаружены 6 потенциально токсичных видов. Высокое разнообразие потенциально токсичных видов и их плотность отмечены в районе м. Назимова, где плотность 4 видов – *Pseudo-nitzschia calliantha, P. pungens, Alexandrium tamarense* и *Alexandrium* sp. в период исследования превышала уровень, при котором в странах с развитой аквакультурой вводятся ограничения на добычу моллюсков. Присутствие в фитопланктоне потенциально токсичных микроводорослей и их высокая плотность свидетельствуют о необходимости продолжения мониторинга фитопланктона в данном районе.

Список литературы

1. *Коновалова Г.В., Орлова Т.Ю., Паутова Л.А.* Атлас фитопланктона Японского моря. Акад. наук СССР, Дальневост. отделение, Ин-т биол. моря. Л.: Наука, 1989. 160 с.
2. *Andersen P.* Design and implementation of some harmful algal monitoring systems // IOC technical series. UNESCO. 1996. No. 44. 110 p.
3. *Bates, S.S.,Trainer, V.L.* The ecology of harmful diatoms. In: *Ecology of harmful algae* (E. Granéli and J. Turner, eds). Springer-Verlag, Heidelberg. 2006. P. 81–93.
4. *Shumway S.E.* A review of the effects of algal blooms on shellfish and aquaculture // J. World Aquaculture Society. 1990. Vol. 21, no 2. P. 65–104.
5. *Taylor J.R., Fukuyo Y., Larsen J.* Taxonomy of harmful dinoflagellates // Manual on harmful marine microalgae. Paris: IOC of UNESCO. 1995. P. 283–317.

ВИДОВОЙ СОСТАВ, КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФИТОПЛАНКТОНА В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ АМУРСКОГО ЗАЛИВА ЯПОНСКОГО МОРЯ В ИЮНЕ 2010 г.

Стоник И.В., Масленников С.И.

Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского Дальневосточного отделения Российской академии наук, Владивосток, Россия

SPECIES COMPOSITION, POPULATION DENSITY AND HORIZONTAL DISTRIBUTION OF PHYTOPLANKTON IN THE NORTHERN PART OF AMURSKII BAY, SEA OF JAPAN

Stonik I.V., Maslennikov S.I.

A.V. Zhirmunsky Institute of Marine Biology, the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia

innast2004@mail.ru

Планктонные водоросли являются начальным звеном трофической цепи в Мировом океане. От качественных и количественных показателей сообщества микроводорослей зависит развитие организмов других трофических уровней. В последние десятилетия отмечены значительные пространственно-временные изменения структуры фитопланктона, особенно на акваториях подверженных интенсивному эвтрофированию в результате промышленно-хозяйственной деятельности человека. Изменения в планктонных сообществах в свою очередь неблагоприятно воздействуют на следующие звенья трофической цепи. Так, массовое развитие микроводорослей, в том числе токсических и вредоносных видов, может приводить к массовой гибели морских беспозвоночных и рыб (Shumway, 1990; Hallegraeff, 1993). Токсины, продуцируемые некоторыми видами микроводорослей, накапливаясь в процессе фильтрации в тканях моллюсков, могут представлять опасность для человека и теплокровных животных (Larsen, Moestrup, 1989; Shumway, 1990; Anderson, 1994; Taylor et al., 1995)

К числу акваторий, подверженных антропогенному воздействию, относится и северная часть Амурского залива Японского моря, подверженная евтрофированию за счет стока реки Раздольная и влияния хозяйственно-бытовых сточных вод г. Владивостока.

Цель работы – определение видового состава и количественных показателей (плотность – кл/л, биомасса – г/м^3) фитопланктона в северной части Амурского залива Японского моря.

Материалом послужили сборы фитопланктона, проведенные с борта НИС «Профессор Насонов» в северной части Амурского залива 24 июня 2010 г. Пробы отбирали 2-х литровым батометром на 3^x станциях с поверхностного горизонта. Материал фиксировали раствором Утермеля и концентрирован методом отстаивания. Клетки ультра- и наннопланктона просчитывали в камере типа Ножотта объемом 0,07 мл, клетки микропланктона – в камере объемом 1 мл. Обработку материала проводили с помощью светового микроскопа фирмы Carl Zeiss Jena «Jenamed-2» Доминирующими считали виды, плотность которых составляла не менее 20% от общей плотности микроводорослей. Под «мелкими жгутиковыми водорослями» понимали микроводоросли из разных таксономических групп, размером менее 10 мкм, большинство из которых деформируются во время фиксации.

Видовой состав. В водах в северной части Амурского залива обнаружено 25 видов микроводорослей, относящихся к 6 отделам. По числу видов преобладают диатомовые (Bacillariophyta) и динофитовые (Dinophyta) водоросли (11 и 10 видов соответственно), которые в сумме составляли 84% от общего числа видов. Среди диатомей наиболее богат видами род *Chaetoceros* (3 вида), среди динофлагеллят – род *Protoperedinium* (также 3 вида). Остальные отделы представлены по 1 виду. Наибольшее число видов (19) было отмечено в районе станции Седанка.

Количественные характеристики и распределение. Анализ количественных характеристик фитопланктона показал, плотность фитопланктона изменялась от 0,55 млн кл./л до 3,57 млн кл./л, а биомасса от 2,7 г/м^3 до 4,8 г/м^3 (табл. 1).

Таблица 1

Количественные характеристики групп фитопланктона в северной части Амурского залива в июне 2010 г.

Группа водорослей	ст. Де Фриз		ст. Центр		ст. Седанка	
	N, кл./л	B, мг/м³	N, кл./л	B, мг/м³	N, кл./л	B, мг/м³
Золотистые					1371,4	19,3
Диатомовые	526220,0	2738,17	3424500	2472,8	575057,1	4546,3
Криптомоновые	2371,4	0,5	48000	10,9	21942,8	5,0
Динофитовые	9011,4	34,4	63428,6	180,1	56057,1	227,6
Эвгленовые	8537,1	8,8	30857,1	31,9	20400	21,1
Зеленые	2371,4	1,2	8571,4	4,5	4114,3	2,1
Мелкие жгутиковые водоросли	1897,1	0,07				
Всего	**550408,4**	**2783,14**	**3575357,1**	**2700,2**	**678942,7**	**4821,4**

Прим.: N – плотность, B – биомасса.

Анализ количественного соотношения основных групп микроводорослей показал, что диатомовые водоросли являлись доминирующей группой фитопланктона в районе исследования. Плотность диатомей за период исследования составляла 85–96 % от общей плотности фитопланктона, биомасса достигала 92–98 % от суммарной биомассы микроводорослей. На всех станциях по плотности преобладал *Chaetoceros salsugineus*, составляя от 25 % до 92 % от общей плотности фитопланктона, на станции Седанка так же доминировала *Thalassionema nitzschioides* – 46 %. По биомассе преобладал крупноклеточный *Ditylum brightwellii*, его доля составляла 50–81 % от суммарной биомассы микроводорослей. Комплекс доминирующих видов, установленный в результате исследования, является характерным для летнего планктона Амурского залива (Orlova, Selina, 1993; Бегун и др., 2003; Бегун, 2006).

Максимум плотности микроводорослей был отмечен на станции Центр, максимум биомассы зарегистрирован на ст. Седанка (рис. 1). Такое несовпадение пиков обусловлено «цветением» в районе исследования мелкой диатомеи *Chaetoceros salsugineus*, не дающей существенного вклада в общую биомассу. Значения плотности микроводорослей на станциях Де Фриз и Седанка и значения биомассы на станциях Де Фриз и Центр, в целом, были сопоставимы.

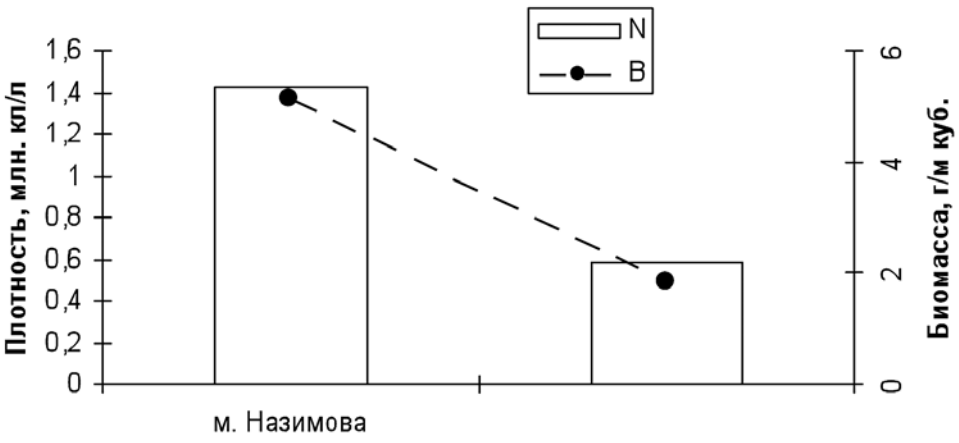


Рис. 1. Распределение плотности и биомассы фитопланктона в районе исследования 24 июня 2010 г.

Потенциально токсичные виды. За период исследования в северной части Амурского залива найдены два потенциально токсичных вида диатомовых водорослей рода *Pseudo-nitschia*: *P. pungens*

и *P. delicatissima*. Виды рода *Pseudo-nitzschia* привлекают особое внимание исследователей как продуценты нейротоксичной домоевой кислоты (Subba Rao et al., 1988; Bates et al., 1989; Martin et al., 1990). Виды рода *Pseudo-nitschia* известны как типичные компоненты фитопланктона Японского моря, вызывающие «цветение» воды в летне-осенний период (Стоник и др., 2001). Плотность потенциально-опасных *P. pungens* – 237 кл./л и *P. delicatissima* – 2,4x10^3 кл./л в период исследования не превышала предельно допустимую концентрацию, установленную в странах Европы на вылов моллюсков в марикультурных хозяйствах – 500x10^3 кл./л (Andersen, 1996).

Таким образом, исследован качественный и количественный состав фитопланктона в северной части Амурского залива (Японское море) в июне 2010 г. Обнаружено 25 видов микроводорослей, относящихся к 6 отделам. Плотность фитопланктона в районе исследования изменялась от 0,55 млн. кл./л до 3,57 млн. кл./л, а биомасса от 2,7 г/м^3 до 4,8 г/м^3. Максимум плотности микроводорослей был отмечен на ст. Центр, максимум биомассы –на ст. Седанка. Найдены потенциально токсичные виды рода *Pseudo-nitschia*: *P. pungens* и *P. delicatissima*. Их концентрация не превышала предельно допустимый уровень, установленный в странах Европы на вылов моллюсков в марикультурных хозяйствах.

Список литературы

1. *Бегун А.А., Орлова Т.Ю., Звягинцев А.Ю.* Фитопланктон Амурского залива Японского моря в районе г. Владивостока // Альгология. 2003. № 21. С. 204–215.
2. *Бегун А.А.* Летне-осенний фитопланктон бухты Золотой Рог (Японское море) в условиях антропогенного загрязнения // Альгология. 2006. № 4. С. 417–434.
3. *Стоник И.В., Орлова Т.Ю., Шевченко О.Г.* Морфология и экология видов рода *Pseudo-nitzschia* из залива Петра Великого // Биол. моря. 2001. № 6. С. 416–420.
4. *Andersen P.* Design and implementation of some harmful algal monitoring systems // IOC Techn. Ser. UNESCO. 1996. Vol. 6. 102 p.
5. *Anderson D.M.* Red tides // Scientific American. 1994. Vol. 271. P. 52–58.
6. *Bates S.S., Bird C.J., do Freitas A.S.W.* Pennate diatom *Nitzschia pungens* as primary source of domoic acid, a toxin in schellfish from eastern Prince Edward Island, Canada // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1989. № 7. P. 1203–1215.
7. *Hallegraeff G.M.* A review of harmful algal blooms and their apparent global increase // Phycologia. 1993. № 2. P. 77–79.
8. *Larsen J., Moestrup Q.* Guide to toxic and potentially toxic marine algae. Copenhagen: The Fish Inspection Service, 1989. 61 p.
9. *Martin J., Haya K., Burridge L., Wildish D. Nitzschia pseudodelicatissima* – a source of domoic acid in the Bay of Fundy, eastern Canada // Mar. Ecol. Prog. Ser. 1990. Vol. 67. P. 177–182.
10. *Orlova T.Yu.., Selina M.S.* Morphology and ecology of the bloom-forming planktonic diatom *Chaetoceros salsugineus* Takano in the Sea of Japan // Bot. Mar. 1993. V. 36. P. 123–130.
11. *Shumway S.E.* A review of the effects of algal blooms on shellfish and aquaculture // J. World Aquaculture Society. 1990. № 2. P. 65–104.
12. *Subba Rao D.V., Quilliam M.A., Pocklington R.* Domoic acid – a neurotoxic amino acid produced by the marine diatom *Nitzschia pungens* in culture // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1988. № 12. P. 2076–2079.
13. *Taylor J.R., Fukuyo Y., Larsen J.* Taxonomy of harmful dinoflagellates // Manual on harmful marine microalgae. Paris: IOC of UNESCO, 1995. P. 283–317.

ПРОСТРАНСТВЕННАЯ МОБИЛЬНОСТЬ КАК КОМПОНЕНТ КОМПЛЕКСНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРИБРЕЖНЫМИ ТЕРРРИТОРИЯМИ

Тарасова Т.Т.
Институт социально-экономических и гуманитарных исследований
Южного научного центра Российской академии наук
Ростов-на-Дону, Россия

SPATIAL MOBILITY AS A FACTOR OF INTEGRATED MANAGEMENT FOR THE COASTAL AREAS

Tarasova T.T.
Institute for Social and Economic Research and Humanities of the Southern Scientific Centre,
Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia
tarasova@ssc-ras.ru

Прибрежные территории, являясь важнейшей частью окружающей природной среды, всегда были местом концентрации социально-экономической, тороговой и рекреационной деятельности. Богатые природные ресурсы прибрежных зон составляют основу благополучия проживающего здесь населения и привлекают большое количество природопользователей (компаний, организаций и т.д.). Интенсивное использование прибрежных ресурсов в условиях рыночной экономики неизбежно порождает проблему комплексного управления прибрежными территориями. В настоящее время в управленческой практике многих стран наибольшее распространение получила методология Комплексного управления прибрежными зонами (Integrated Coastal Management), основанная на решениях известной Всемирной конференции ООН по окружающей среде и устойчивому развитию (Рио-де-Жанейро, 1992).

В Российской Федерации освоение этой методологии началось во второй половине 90-х годов. Определенным стимулом для ее разивития и применения на практике стало утверждение Правительством РФ в декабре 2010 г. «Стратегии развития морской деятельности Российской Федерации до 2030 года», одной из целей которой является переход к комплексному подходу и планированию развития приморских территорий и прибрежных акваторий страны путем выделения их в отдельный объект государственного управления.

Переход на модель комплексного управления прибрежными территориями включает формирование представления о прибрежной зоне как единой природной, социальной и экономической системе. При этом концепция устойчивого развития становится одной из главных доминант комплексного управления прибрежной зоной. Достижению же устойчивого развития способствует адекватный учет долгосрочных тенденций развития этой единой системы на базе анализа параметров, характеризующих ее различные сферы. В частности, для комплекной оценки социальной системы прибрежных территорий используются такие показатели, как численность и плотность населения, величина ожидаемой продолжительности жизни при рождении, показатели уровня рождаемости и смертности и др. В числе социальных параметров важнейшее значение имеют показатели пространственной мобильности или миграционного движения населения. Проблематика миграции все чаще включается в основное русло национальных стратегий развития, поскольку миграционные процессы стали одним из главных факторов развития и социальных изменений во всех регионах мира.

Выполняя в обществе важнейшие функции (ускорительная, т.е. развитие населения, перераспределение населения, селекция, экономическая и социальная функция), миграция затрагивает все сферы общественной жизни: от воспроизводства населения и заселения территории, освоения природных ресурсов, прямого влияния на экономические показатели, культуру до проблем безопасности и развития общества. Основные тенденции современного миграционного движения прибрежных территорий мы рассмотрим на примере причерноморской зоны Краснодарского края.

Сравнительный анализ материалов государственной и ведомственной статистики по миграционному движению однозначно показывает, что на Юге России Краснодарский край занимает первое место по объемам и результативности миграции, как внутрироссийской, так и международной.

В то же время край является и одним из наиболее миграционно аттрактивных регионов Российской Федерации, традиционно занимая по миграционной привлекательности четвертое место в стране после Москвы, Санкт-Петербурга, Московской и Ленинградской областей. Однако интенсивность миграции в Краснодарском крае в 2,8 раза выше, чем в целом по России.

Основными факторами притяжения мигрантов в этот регион стали динамичное социально-экономическое развитие, выгодные природные и географические условия, протяженная прибрежная зона, богатые природные ресурсы, благоприятная ситуация на рынке труда, инвестиционные вливания в преддверии Олимпийских игр и начало строительства олимпийских объектов.

Анализ миграционной ситуации показывает, что к настоящему времени по объемам и интенсивности ведущими в регионе являются такие виды миграционного движения, как постоянная безвозвратная миграция (переселения), возвратная или временная миграция, прежде всего – трудовая, рекреационная (преимущественно – сезонная) и фронтальерская – в приграничной зоне края. Имея богатую миграционную историю, Краснодарский край на протяжении десятилетий сохраняет положительную миграционную динамику, которая в последнее десятилетие выглядит следующим образом (рис. 1):

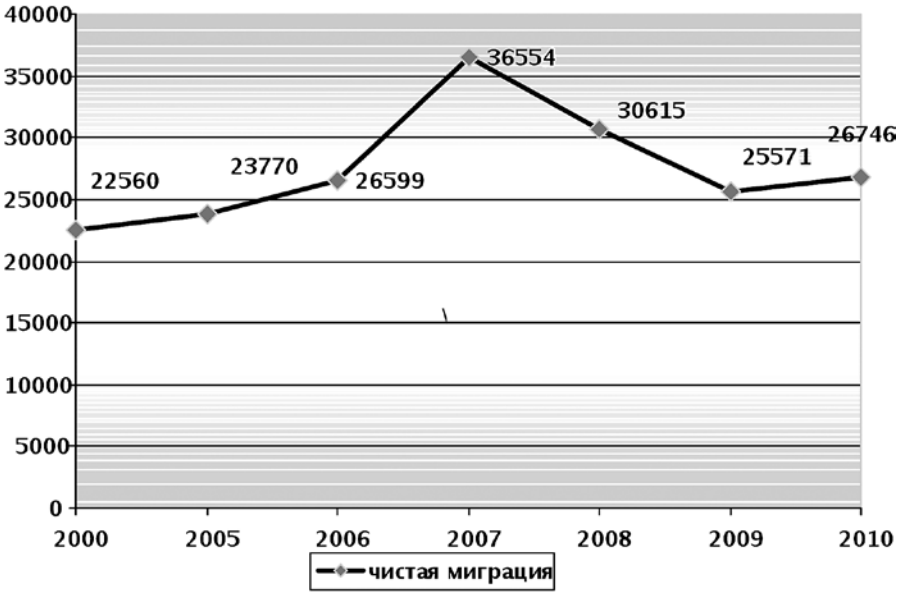


Рис. 1. Динамика чистой миграции в Краснодарском крае (человек)

Среднегодовой миграционный прирост в крае составлял в этот период не менее 20 тысяч человек, а с 2007 года он стал перекрывать естественную убыль населения и численность населения региона стала увеличиваться (в отличие от общероссийской тенденции сокращения численности населения.

За последнее десятилетие в направлениях и объемах миграционного движения произошли заметные изменения. В формировании миграционного прироста края все большую роль стала играть межрегиональная миграция. Так, в 2000 году доля международной миграции в миграционном приросте Краснодарского края составляла 44,2 %, а межрегиональной – 55,8 %. В 2010 году удельный вес международной миграции составил только 21 %, межрегиональной – увеличился до 79 %.

Как показывают данные государственной статистики за последние годы произошли перемены и в международном миграционном движении края. Так, если за весь постсоветский период наблюдался устойчивый миграционный отток населения региона в страны дальнего зарубежья и весь миграционный прирост формировался за счет обмена населением со странами СНГ, то с 2008 г. тенденция миграционного оттока в обмене со странами дальнего зарубежья сменилась на миграционный приток. В 2010 г. объем чистой международной миграции составил 5630 человек, из которого 79,4 % приходилось на миграцию со странами СНГ и 20,6 % – на миграцию со странами дальнего

зарубежья. В немалой степени край стал привлекателен для международных мигрантов дальнего зарубежья вследствие подготовки к Олимпиаде Сочи-2014 и начала строительства олимпийских объектов.

Следующей новой тенденцией в развитии миграционных процессов Краснодарского края стало сокращение объема чистой миграции в обмене со странами СНГ. Например, миграционный прирост в обмене с Украиной сократился в 2010 году по сравнению с 2000 годом в 3,5 раза, в обмене с Казахстаном – в 3 раза, с Узбекистаном – в 3,8 раза. В 2010 году главными странами-поставщиками международных мигрантов для Краснодарского края были Казахстан, давший 24,1 % всего годового миграционного прироста; Армения, доля чистой миграции с которой составила 20,4 %, Украина – 19,3 %, Кыргызстан – 12,4 % и Узбекистан – 7,6 %.

По данным Краснодарстата в 2011 году миграционный прирост населения края по сравнению с январем-сентябрем 2010 года вырос на 4214 человек, или на 19,7%, что произошло в результате увеличения числа зарегистрированных прибывших в край – на 3309 человек, или на 8,4%. Выявленные новые тенденции в миграционном движении Краснодарского края сохранились: продолжают увеличиваться объемы и удельный вес миграционного прироста за счет межрегиональных миграций и сокращаться – за счет международных миграций со странами СНГ; сохраняется тенденция миграционного притока населения в обмене со странами дальнего зарубежья.

Краснодарский край является самым привлекательным не только для переселенцев, но и для временных трудовых мигрантов, прежде всего – иностранных. По данным ОАУ ФМС России по притоку иностранной рабочей силы Краснодарский край занимает первое место в южном регионе и третье в Российской Федерации после Москвы и Московской области, Санкт-Петербурга и Ленинградской области. В экономику Кубани вливается более половины общей численности иностранной рабочей силы Юга России. Главными странами-поставщиками иностранной рабочей силы для Краснодарского края являются Узбекистан, Украина, Таджикистан, Турция, Босния и Герцоговина. Больше всего иностранных трудовых мигрантов занято в строительстве – около 70%, в сельском хозяйстве – 10%, в промышленности – до 7%. В последние годы в динамике притока иностранной рабочей силы на Кубань наметилась тенденция сокращения ее объемов. Так, в 2009 году квота для иностранных граждан на право ведения трудовой деятельности на территории края составляла 48 тысяч, в 2010 году она составляла 47 тысяч, а в 2011 году – 43 тысячи. По словам начальника УФМС России по Краснодарскому краю И.А. Семенякина, количество иностранных работников на Кубани будет сокращаться, что вызвано задачей обеспечения рабочими местами прежде всего российских граждан.

Краснодарский край – это также центр активных рекреационных, главным образом, сезонных миграций. На прибрежных территориях региона находится самый мощный в стране рекреационный и санаторно-курортный комплекс, привлекающий многочисленные потоки рекреантов, среднегодовая численность которых колеблется от 6 до 8 млн чел.

Компаративный анализ миграционного движения Краснодарского края показал, что основной особенностью миграционных процессов края является то, что вектор миграционного движения направлен преимущественно в районы Черноморского побережья.

Дополнительным импульсом миграционной аттрактивности прибрежной черноморской зоны является и то, что именно здесь расположены самые крупные (после Краснодара) города края – Сочи (411 тыс. чел.) и Новороссийск (282,6 тыс. чел.), всегда являющиеся центрами притяжения мигрантов, прежде всего – трудовых; здесь же находятся наиболее популярные у россиян города-курорты и саноторно-курортные зоны – город-курорт Сочи, город-курорт Геленджик, город-курорт Анапа, привлекающие самые мощные в России потоки рекреантов. Важнейшим фактором притяжения мигрантов в Причерноморье является и достаточно благоприятная ситуация на рынке труда. Если в целом по Краснодарскому краю уровень регистрируемой безработицы составлял в 2009 г. 1,1 % от экономически активного населения (что втрое ниже, чем в целом по России), то во всех районах Причерноморья этот показатель составлял от 0 до 0,5%. Наибольшее число вакансий на одного незанятого гражданина также приходилось на города Причерноморья и Краснодар, причем лидером по числу вакансий на одного незанятого человека является г. Сочи (на начало 2009 г. – около 5 вакансий). Эти факторы, а также богатые природные ресурсы прибрежных зон обусловливают самую высокую миграционную аттрактивность Причерноморья.

Как показывают данные государственной статистики (рис. 2), интенсивность миграционного движения в Причерноморье превосходит среднекраевые показатели, а самый высокий миграционный прирост наблюдается в последние годы в Анапском, Геленджикском и Сочинском городских округах. Причем, по интенсивности миграции причерноморская зона занимает лидирующее место в Российской Федерации. Например, показатели чистой миграции в Сочинском регионе в последние годы существенно превосходят как российские, так и общекраевые, а в 2009 году они были вдвое выше общекраевых и в пять раз выше, чем среднероссийские, составляя 8,9 промилле против 5 промилле в Краснодарском крае и 1,8 промилле в Российской Федерации.

Пространственная мобильность играет решающую роль в росте численности населения прибрежных территорий: во всех районах Причерноморья темпы прироста численности населения выше общекраевых. Так, например, в Сочинской прибрежной зоне в период между переписями (2002–2010 гг.) население увеличилось на 5,9 процента, а темпы его прироста превзошли почти втрое аналогичные общекраевые показатели (за этот же период население Краснодарского края возросло только на 2 %).

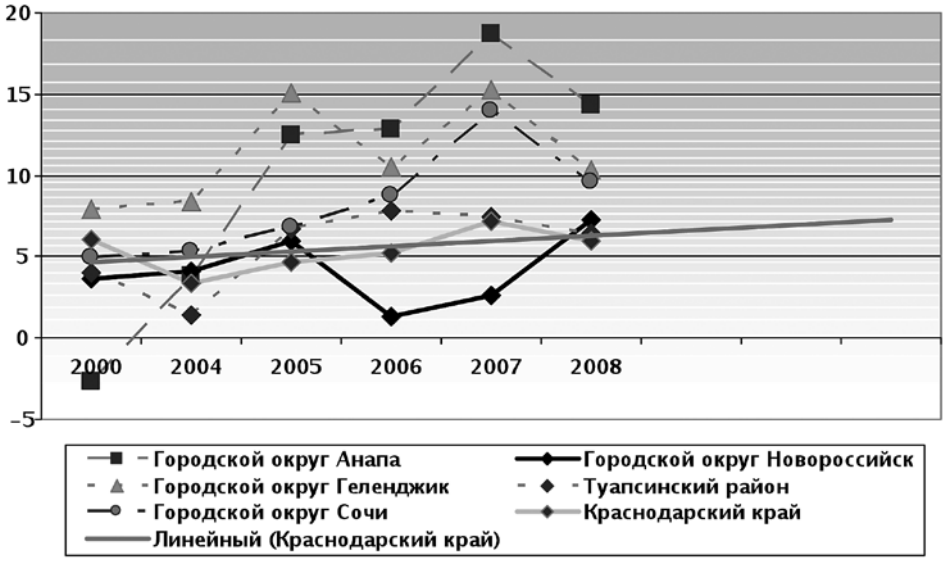


Рис. 2. Динамика миграционного прироста в районах Причерноморья (в промилле)

Под воздействием миграции трансформируется возрастная структура населения прибрежных территорий. Так, возрастная структура населения, проживающего в причерноморских районах, моложе в демографическом отношении, нежели структура населения Краснодарского края в целом. Во всех рассматриваемых районах доля лиц старше трудоспособного возраста ниже соответствующего общекраевого показателя.

В результате интенсивного миграционного притока повышается плотность населения прибрежных территорий, которая в причерноморской зоне в 2,1 раза выше, чем в целом по Краснодарскому краю.

Таким образом, проведенное исследование миграционных процессов в Краснодарском крае показало, что в южном макрорегионе край является бесспорным лидером по объемам и результативности миграции, как внутрироссийской, так и международной. В то же время край является и одним из наиболее миграционно аттрактивных регионов России, занимая по миграционной привлекательности четвертое место в стране. Однако столь высокая миграционная аттрактивность и интенсивные миграционные процессы характерны, прежде всего, для прибрежных черноморских территорий края – именно в районы Черноморского побережья направлен вектор миграционного движения.

ОПЫТ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ ПРОЕКТОВ ОСВОЕНИЯ ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЫ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ

Ташнинова Л.Н.[1], Ташнинова А.А.[2]

[1] Институт аридных зон Южного научного центра РАН, Ростов-на-Дону, Россия

[2] Институт комплексных исследований аридных территорий, Элиста, Россия

EXPERIENCE IN ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF DEVELOPMENT PROJECTS OF THE COASTAL ZONE OF THE NORTH CASPIAN

Tashninova L.N.[1], Tashninova A.A.[2]

[1] Institute of Arid Zones of the Southern Research Centre RAS, Rostov-on-Don, Russia

[2] Institute of complex research of arid areas, Elista, Russia

annatashninova@mail.ru

В условиях обострения экологических проблем большое значение приобретают вопросы экологической экспертизы проектов освоения природных ресурсов при строительстве и эксплуатации различных технических сооружений на территории Северного Каспия. Экологическая экспертиза крупных проектов хозяйственного строительства становится важной формой внедрения научных исследований в практику. Поэтому в задачу экспертов входит не только анализ проекта, но при его отрицательной оценке – создание альтернативной концепции.

В течение последних лет (2008–2010 гг.) Министерство природных ресурсов Республики Калмыкия приглашало ученых-экологов принять участие в общественных слушаниях и дать предложения и замечания по ряду проектов (рис. 1). В октябре 2008 г. в г. Элисте состоялось обсуждение проекта «Строительство береговых сооружений для приема нефти, поступающей с морских месторождений Северного Каспия и газоперерабатывающего завода». По разделу «Окружающая среда» были даны приведенные ниже замечания и предложения:

– Необходима предварительная Государственная экологическая экспертиза проекта, учитывающая комплекс мер для предотвращения техногенных катастроф, терактов, а также ряд сопутствующих явлений (загрязнение атмосферы, воды, почвы) и других факторов, влияющих на здоровье населения.
– Известно, что источниками токсичных для здоровья населения веществ (соединения марганца, оксиды железа, азота, углерода и т.д.) являются выбросы в атмосферу в процессе разработки месторождения и его функционирования. В связи с этим вызывает опасение запланированная проектом свалка отходов вблизи п. Артезиан. В этом случае необходим предварительный анализ этих отходов на содержание радиоактивных и химически-опасных веществ.
– При запланированных мероприятиях по рациональному природопользованию необходим систематический экологический мониторинг, в задачу которого входит анализ вероятных последствий стихийных бедствий, оценка и прогноз изменчивости и устойчивости эксплуатации техногенных объектов, выявление экологических факторов, влияющих на здоровье населения.
– Строительство платформ в Каспийском море повлияет на водную экосистему, негативно скажется на структуре популяции многих видов рыб, в том числе и очень редких и ценных. Кроме того продукты переработки нефти и другие загрязняющие вещества также усилят этот негативный фон.

В январе 2009 г. по проекту «Предварительная оценка воздействия на окружающую среду» продуктопровода Каспийский ГПЗ – ООО «Ставролен», предназначенной для транспортировки легкой углеводородной фракции с Каспийского ГПЗ на площадки ООО «Ставролен» (Разработчик ООО «Фрэкон») замечания экологов были заслушаны:

– В начале проекта указываются 2 варианта строительства трассы (№1 – через территорию Лаганского района, №2 – через территорию Черноземельского района). Однако представленная карта-схема трассы отражает 2 вариант – Артезиан – Буденновск – и изложение характеристики окружающей среды дается с учетом 2-го варианта.
– Оценка состояния окружающей среды района намеченного строительства отражает физико-географическую характеристику, общую оценку нарушенности территории с учетом основных

экологических ограничений и социально-экономических условий (Черноземельского района на территории Республики Калмыкии). Хотя данный раздел проекта несет общую информативную функцию, он должен отражать ландшафтную характеристику территории именно в районе трассы. Отмечены неточности в характеристике р. Кумы: здесь она рассматривается как один из рукавов, на которые р. Кума разделяется на Прикаспийской низменности. Необходимо указать на антропогенный генезис р. Кумы: именно здесь в районе исследований это не река Кума, а канал (под названием р. Кума). Этот факт необходимо учитывать при строительстве трассы продуктопровода в том месте, где намечается провести трубопровод под водой.

- При общей оценке нарушенности территории Черноземельского района указана цифра – 87 % антропогенного опустынивания. Эта цифра соответствовала действительности 15–20 лет назад, когда процессы пастбищной дигрессии усилили процессы дефляции и эоловый аккумуляции, и Черные земли были действительно ядром опустынивания. В настоящее время на пастбищных землях отмечена тенденция к развитию процессов сукцессии, вызванные снятием основного фактора пастбищной дигрессии. Одним из заметных факторов деградации почвенно-растительного покрова становится техногенный фактор: нефтепровод «Тенгиз-Новороссийск», разработка месторождений, прокладка трасс продуктопроводов, строительство сооружений и объектов инфраструктуры и т.д. На рассматриваемом объекте прямое воздействие на почвенно-растительный покров будет иметь место при строительстве трубопровода и сопровождающих объектов. Учитывая легкий гранулометрический состав почв, можно прогнозировать активность ветровой эрозии.
- В проекте предусмотрены мероприятия по охране и рациональному использованию, рекультивации нарушенных земель. При осуществлении этих действий необходимо четко обозначить формулировку проблем как региональных, так и межрегиональных, общих для 2 регионов («Артезиан – Буденовск»), основные направления и механизмы реализации с указанием сроков и этапов реализации этих мероприятий.
- Администрация Черноземельского района должна не только оказывать содействие в оформлении Актов предварительного отвода земель под трассы проектируемых объектов, но и взять под свой контроль и осуществлять политику власти в области охраны природы и улучшения условий жизни населения на территории своего региона. Особенно это касается пос. «Артезиан», который становится эпицентром всех экологических конфликтных ситуаций. Имеется ввиду не только реализация данного проекта, но и ряда других, рассматриваемых ранее (проекты компании «Лукойл», корпорации «Петровьетнам» по строительству заводов по производству аммиака и минеральных удобрений, запланированная «Лукойлом» свалка отходов вблизи поселка и т.д). Необходим особый контроль за состоянием атмосферного воздуха и уровнем ПДК. Возможно, это дело не только местной администрации, но и соответствующих природоохранных организаций нашей республики, а также МЧС и ФСБ (предотвращение пожаров, техногенных аварий и взрывов, терактов).

В феврале 2009 г. по разделу «Перечень мероприятий по охране окружающей среды, включая ОВОС» в составе индивидуального рабочего проекта на строительство поисково-оценочной скважины №2 на структуре «Морская» на Лаганском участке ООО «Петроресурс» в Северной части Каспийского моря были даны следующие замечания:

- Рассматриваемый проект выполнен в соответствии с экологическим законодательством РФ и другими нормативно-правовыми актами РФ, регламентирующими природопользование и охрану окружающей среды. Учитывая экологические требования к проведению работ на шельфе Каспийского моря, при строительстве скважины планируется осуществление политики «нулевого сброса». Вместе с тем, в каждом разделе проекта есть подразделы по оценке воздействия и ущерба, наносимого морской биоте, орнитофауне, рыбным запасам, водным ресурсам, атмосфере, геологической среде и т.д. это свидетельствует о большой ответственности ООО «Петроресурс» за настоящее и будущее природной экосистемы такого уникального региона как Каспийское море.
- С развитием в шельфовой зоне Каспийского моря деятельности по добыче углеводородного сырья приобретают актуальность вопросы изучения экологических проблем, связанных с дополнительными нагрузками на морскую биоту. В расположенный в северо-западной части шельфа участок «Лаганский» входят нерестовые и нагульные ареалы многих видов морских рыб. Запасы биоресурсов, по приведенным авторами проекта данным, высокие. Вызывает опасение,

что промысловая обстановка в шельфовой зоне будет испытывать наибольшую антропогенную нагрузку, связанную с распространением загрязняющих веществ: тяжелых металлов, радионуклидов, нефтяных и полиароматических углеводородов. В связи с этим активизируется задача исследования существующего уровня загрязненности воды и рыбных ресурсов. В проекте (раздел 12) не отрицается воздействие токсических веществ на биоту. Однако в мероприятиях по охране биоресурсов указаны только меры по избеганию привлечения в Каспийское море инвазийных видов-переселенцев (не допускать использование оборудование и транспортных судов, ранее работавших в иных водных бассейнах).

– Следует отметить, что концентрация нефтяных углеводородов (нормальных парафинов) в тканях промысловых видов рыб устойчиво сохраняется на протяжении многих лет. Этот важный факт, связанный в дальнейшем со здоровьем населения, не указан в проекте, а указан только рыбохозяйственный ущерб вследствие буровых работ и суммарный объем компенсационных капиталовложений.
– Для шельфа Каспийского моря свойственно уникальное соотношение солевого состава воды, отличное от вод Мирового океана и вод других замкнутых морей. Поэтому любые пространственно-временные изменения гидрологических показателей повлияют как на продукционные возможности моря и миграцию промысловых рыб, так и на состояние всей морской биоты.
– Вблизи строительства рассматриваемого объекта находятся особо охраняемые природные территории, имеющие международный статус: Астраханский биосферный заповедник (22 км), памятник природы «Жемчужный» (38 км), государственные заказники «Каспийский» (80 км) и «Морской Бирючок» (38 км). По большому счету, в таких местах надо запрещать любую промышленную экспансию, в первую очередь со стороны нефтедобывающей отрасли. Для сохранения популяции каспийского тюленя все работы по проекту запланированы осуществлять на расстоянии не менее 3 км от мест концентрации тюлений на лежбищах и, а в целях сохранения птиц в местах гнездования работы по проекту запланировано проводить на расстоянии 3 км от мест гнездования.
– Проблемы активного антропогенного влияния и экологическое состояние Каспийского моря заставляет общественность беспокоиться о биоресурсах для поддержания жизни населения – не только современного, но и для будущих поколений. Поэтому в задачу природоохранных органов Республики Калмыкия входит не только отвод территории для добычи нефти, но и в первую очередь осуществлять комплексный мониторинг, контролируя экологическую ситуацию на акватории Каспийского моря для объективной оценки состояния окружающей среды и его прогнозирования.

В сентябре 2010 г. состоялись общественные слушания проекта ООО «Лукойл – Нижневолжскнефть». По проекту документации «Обустройство месторождения им. В. Филановского» и «Береговые сооружения для приема нефти, поступающей с морских месторождений Северного Каспия» были даны следующие предложения:

– Вблизи с проектируемыми объектами находятся водно-болотные угодья дельты р. Волга и «Астраханский биосферный заповедник», которые, естественно, будут испытывать негативное влияние на популяцию краснокнижной флоры и фауны уникальной природной среды северного Каспия и дельты Волги. В этом аспекте необходим экологический вердикт экологов Астраханской области, в частности природоохранных государственных ведомств и ученых Международного биосферного заповедника и Естественного института Астраханского государственного университета. Очень важно при общественных слушаниях по проектам, имеющим межрегиональное значение, знать мнение астраханских экологов.
– В условиях строительства комплекса объектов и нарушения экологического равновесия даже при запланированных мероприятиях по рациональному природопользованию нужен постоянный экологический контроль за состоянием почвенного покрова, растительности, атмосферного воздуха и поверхностных и грунтовых вод. Для реализации данного предложения необходимо включить создание базовых научных лабораторий. Содержание ПДК в воздухе и наземных экосистемах должно находится под постоянным контролем экологической службы. В этом плане необходимо учесть и включить в проект современные данные по заболеваниям населения, находящихся в зоне функционирования этого объекта.

– Для реализации этого проекта администрации Черноземельского и Лаганского районов РК лишь подписывают Акты отвода земель под трассы и площадки для проектируемых объектов. Считаем, что администрациям этих районов не следует ограничиваться только указанными функциями: в проекте отсутствует социальная составляющая. Учитывая важную задачу по охране здоровья населения республики, руководителям компаний необходимо в качестве компенсаций не ограничиваться отдельными выплатами за ущерб здоровью людей, а запланировать и построить в Черноземельском районе РК Центр здоровья (больницу с современным медицинским оборудованием). Примером может служить компания «Башнефть», которая построила в пос. «Орловский» Ростовской области современную клинику, где вахтовым методом работают специалисты из Санкт-Петербурга, которые в течение 5 лет подготовили и обучили местных молодых врачей. На наш взгляд, это самая лучшая и эффективная форма компенсации ущерба здоровья населению, т.к. имеет четко выраженную объективную реальность, которая всегда будет работать для народа.

Ведущим принципом любого технического проекта, связанного с использованием природных ресурсов на территории разрабатываемого региона, является научно-обоснованное сочетание экологических и экономических интересов, установление нормативов качества окружающей природной среды. С позиции гуманитарной экологии, когда охрана окружающей среды включает безопасность жизнеобеспечения человека при техногенных катастрофах, связанных с выбросами в атмосферу вредных для здоровья населения токсичных веществ, необходим систематический экологический мониторинг, в задачу которого должны войти как частота и анализ вероятности возникновения стихийно-опасных ситуаций на объекте, так и прогноз и выявление негативных факторов, влияющих на здоровье людей и на их безопасность

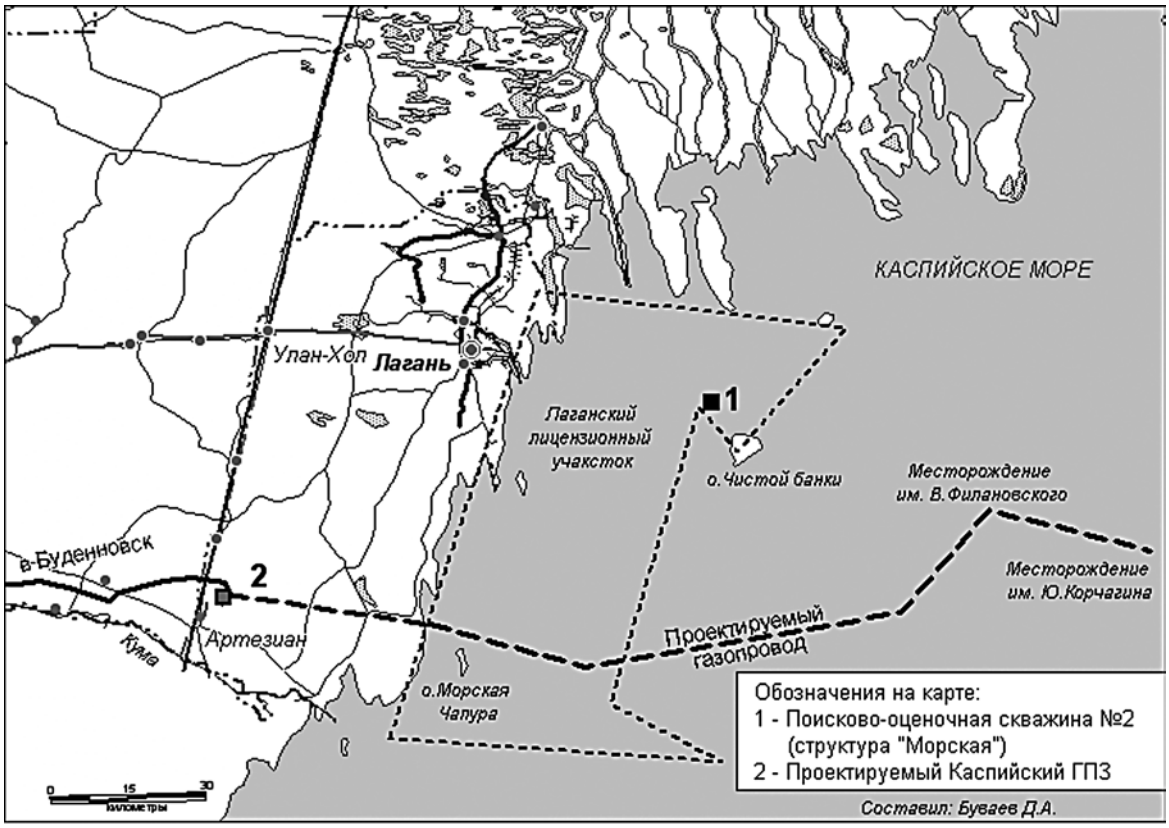


Рис. 1. Карта-схема расположения объектов в прибрежной зоне Северного Каспия

БАЗАЛЬНЫЕ СЛОИ БЕРЕГОВЫХ ОБНАЖЕНИЙ ТАГАНРОГСКОГО ЗАЛИВА

Титов В.В.

Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

BASAL LAYERS OF TAGANROG GULF BANK CROSS SECTIONS

Titov V.V.

Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia

vvtitov@yandex.ru

Берега Таганрогского залива Азовского моря в значительной степени подвержены абразии. Одним из факторов, определяющих устойчивость береговых обнажений, является тип базальных слоев, чаще всего являющихся водоупорными или водоносными горизонтами. Нижние слои береговых террас Таганрогского залива сложены отложениями различного генезиса и возраста. В совокупности с высотой береговых обрывов и волноприбойной активностью это определяет неодинаковую степень разрушения берегов на разных участках. Верхняя часть этих разрезов представлена суглинистой лёссово-почвенной серией, сформированной на протяжении среднего и позднего плейстоцена. Начало формирования лёссово-почвенной толщи, связанной с ногайской, платовской и вознесенской террасами (по Н.А. Лебедевой, 1972), наиболее распространенными в изучаемом районе, началось в терминальном эоплейстоцене (конец существования таманского фаунистического комплекса) (Величко и др., 2009). Геологическое положение базальных слоев по берегам Таганрогского залива весьма изменчиво, они, то поднимаются, то опускаются относительно уреза воды. Изучением верхнекайнозойских отложений, вскрывающихся в береговых обнажениях, занимались многие геологи и палеонтологи, что дает возможность достаточно подробно проследить их состав и возраст. Ниже приведено краткое описание пород, слагающих основание ряда разрезов (рис. 1).

Рис. 1. Расположение ключевых геологических разрезов на берегах Таганрогского залива Азовского моря. 1 – Шабельское, 2 – Порт-Катон, 3 – Маргаритово, 4 – Семибалки, 5 – Стефанидар, 6 – Мержаново, 7 – Морская, 8 – Таганрог, 9 – Красный Десант, 10 – Беглица, 11 – Платово, 12 – Широкино, 13 – Мелекино, 14 – Бабах-Тарама, 15 – Ногайск

Шабельское. В основании террасы к северо-западу от г. Ейск залегают аллювиально-лагунные отложения, представленные опесчаненными глинами и общей мощностью до 5 м (Величко и др., 2010). Фауна мелких млекопитающих датирует вмещающие отложения второй половиной нижнего неоплейстоцена (время существования тираспольского фаунистического комплекса). Перекрываются эти слои лёссово-почвенной серией. Степень абразии берегов слабая (здесь и далее дана визуальная оценка разрушения берегов на нынешний момент).

Порт-Катон. В основании разреза вскрываются горизонтально-слоистые голубоватые глины и алевриты с многочисленными карбонатными и марганцовистыми конкрециями мощностью 3–5 м. На них налегают черные и коричневатые глины (мощностью 4–6 м). Из этих эоплейстоценовых слоев лагунных фаций происходят многочисленные раковины пресноводных моллюсков, кости рыб и млекопитающих таманского фаунистического комплекса. Сверху, «таманские» отложения восточнее пос. Порт-Катон перекрываются лагунными отложениями, сформированными, согласно микротериологическим данным, в завершающую фазу тираспольского комплекса (Tesakov et al., 2007). Западнее пос. Порт-Катон лагунные отложения эоплейстоцена перекрываются мощной толщей покровных лёссово-почвенных отложений (мощностью более 12 м) (Величко и др., 2009). Степень береговой абразии сильная.

Маргаритово. В нижней части разреза залегают голубовато-серые тонкослоистые глины видимой толщиной 2,5 м с линзами песка в верхней части слоя. Сверху на них налегают светло-желтые горизонтально-слоистые пески, переслаивающиеся голубовато-серыми глинами (мощностью около 3,5 м). В западной части разреза в его базальной части вскрываются аллювиально-лиманные глинистые пески с гравием. Перекрываются эти лагунные отложения зеленовато-серыми суглинками и лёссово-почвенной серией. Возраст формирования нижней толщи на основании остатков грызунов таманского комплекса и палеомагнитных данных трактуется как эоплейстоценовый (Tesakov et al., 2007). Степень абразии средняя.

Семибалки. На расстоянии 1,5–2 км юго-западнее с. Семибалки в основании разреза располагаются глинистые пески, гравелиты и плотные сизые гравелистые глины. Возраст их по крупным и мелким млекопитающих таманского фаунистического комплекса и раковин моллюсков определяется как позднеэоплейстоценовый (Рековец, 1994; Tesakov et al., 2007). Перекрываются эти слои средне- и крупнозернистыми слабослоистыми нижненеоплейстоценовыми песками мощностью до 10 м, содержащими остатки представителей тираспольской фауны. Восточнее «тираспольские» пески занимают нижнюю часть разреза. Так, в районе пос. Кагальник вскрываемая мощность этих песков достигает 9–10 м. Визуально, степень абразии берега в районе пос. Семибалки на нынешний момент средняя.

Стефанидар. Нижняя часть разреза представлена косо- и горизонтально слоистыми светлыми «тираспольскими» нижненеоплейстоценовыми песками видимой мощностью около 6–7 м, которые перекрываются сокращенной лёссово-почвенной серией. Степень абразии средняя.

Мержаново. В восточной части северного побережья Таганрогского залива низы береговых обрывов сложены верхнемиоценовыми среднесарматскими глинами, известняками и песками общей мощностью до 6 м. В районе пос. Мержаново низы разреза представлены известняками и песками, которые перекрыты мэотическими известняками и нижнеплейстоценовыми хапровскими аллювиальными песками. Степень абразии средняя.

Морская. В береговом обрыве Таганрогского залива Азовского моря над темными глинами (мощность около 5 м) и известняками (2–3 м) среднего сармата (средний миоцен) залегает толща зеленоватых глин и серых мэотических песков (2–5 м) (Титов и др., 2006). Местами, пресноводные мэотические отложения размыты и замещены хапровскими аллювиальными песками. Абразия берега на данный момент стабилизировалась и её можно оценить как средняя.

Таганрог. В пределах города в основании разреза залегают аллювиально-лиманные нижненеоплейстоценовые «тираспольские» пески общей мощностью до 4 м, содержащие остатки крупных, мелких млекопитающих и пресноводных моллюсков. Перекрываются они красно-бурой глиной и супесью (Лебедева, 1972). В результате антропогенной деятельности береговая абразия практически остановлена.

Красный Десант. В основании разреза вскрываются белые мелкозернистые горизонтально и косослоистые пески видимой мощностью до 4 м. Данные лиманно-аллювиальные отложения трактуются как «тираспольские» нижненеоплейстоценовые. Перекрываются пески слоем серо-коричневых глин (около 20 см). Степень береговой абразии слабая.

Беглица. В береговом обрыве снизу обнажаются серо-голубые лагунные глины и глинистые алевриты с карбонатными конкрециями мощностью до 2 м (Крохмаль, Рековец, 2010; Quaternary stratigraphy … 2010). Остатки крупных и мелких млекопитающих, а также моллюсков позволяют датировать вмещающие отложения средним неоплейстоценом (время существования хазарского фаунистического комплекса). Перекрываются они коричнево-палевыми суглинками. Абразия берега активная.

Платово. Базальные слои представлены лагунно-аллювиальными песками горизонтально- и косослоистыми с прослоями серых и бурых глин и алевритов мощностью до 6 м, которые перекрываются толщей переслаиваемых палевых коричнево-бурых глин и алевритов (Tesakov et al., 2007; Крохмаль, Рековец, 2010). Раковины моллюсков и остатки грызунов тираспольского комплекса датируют базальные слои нижним неоплейстоценом. Береговая абразия значительная.

Широкино. В основании разреза на размытых известняках залегают мелко- и среднезернистые аллювиальные пески с крупнозернистыми и гравийными прослоями мощностью до 10 м (Крохмаль, Рековец, 2010). Содержат они остатки крупных и мелких млекопитающих хапровского фаунисического комплекса (начало раннего плейстоцена). Перекрывается песчаная толща зеленовато-серыми глинами. Абразия средняя.

Мелекино. В самом низу разреза вскрывается около 1,5 м грубозернистых песков, содержащих остатки грызунов псекупского фаунистического комплекса (ранний плейстоцен). Выше они переходят в слой слоистых бурых супесей (около 1 м), и сизовато-коричневые глины, содержащие карбонатные конкреции (Крохмаль, Рековец, 2010). Береговая абразия активная.

Бабах-Тарама. В основании разреза вскрываются крупнозернистые косослоистые пески (около 1 м) и сизовато-серые глины с линзами и прослоями грубозернистого песка (около 1,5 м), включающие остатки грызунов начала раннего плейстоцена (Крохмаль, Рековец, 2010). Перекрываются они неслоистыми серыми глинами с карбонатными конкрециями мощностью более 2 м. Абразия берегов средняя.

Ногайск. За пределами Таганрогского залива около села Приморское обнажается разрез в основании которого залегают темно-серые глины мощностью около 1 м. На них залегают разнозернистые горизонтально- и косослоистые пески с включением карбонатов. Из этого горизонта происходят остатки крупных и мелких млекопитающих позднетаманской фауны (конец эоплейстоцена). Береговая абразия средняя.

Список литературы

1. *Величко А.А., Катто Н.Р., Тесаков А.С., Титов В.В., Морозова Т.Д., Семенов В.В., Тимирева С.Н.* Особенности строения плейстоценовой лессово-почвенной формации юга Русской равнины по материалам Восточного Приазовья // Доклады АН. 2009. Т. 428. № 6. С. 815–819.
2. *Величко А.А., Катто Н.Р., Тесаков А.С., Титов В.В., Морозова Т.Д., Семенов В.В., Тимирева С.Н., Кононов Ю.М.* Основные особенности строения лёссово-почвенной формации аридной зоны Русской равнины по данным Восточного Приазовья // Современное состояние и технологии мониторинга аридных и семиаридных экосистем юга России / Г.Г. Матишов (гл. ред). Ростов-на-Дону, 2010. С. 52–64.
3. *Крохмаль А.И., Рековец Л.И.* Местонахождения мелких млекопитающих плейстоцена Украины и сопредельных территорий / П.Ф. Гожик (отв. ред.). Киев: LAT & K, 2010. 300 с.
4. *Лебедева Н.А.* Антропоген Приазовья // Тр. ГИН АН СССР. 1972. Вып. 215. 106 с.
5. Разрез новейших отложений северо-восточного Приазовья / Агаджанян А.К., Байгушева В.С., Мотузко А.Н. и др. М.: Изд-во МГУ, 1976. 158 с.
6. *Рековец Л.И.* Мелкие млекопитающие антропогена юга Восточной Европы. Киев: Наукова думка, 1994. 372 с.
7. *Титов В.В., Тесаков А.С., Данилов И.Г., Данукалова Г.А., Мащенко Е.Н., Пантелеев А.В., Сотникова М.В., Сычевская Е.К.* Первая представительная фауна позвоночных позднего миоцена на юге европейской России // Доклады РАН, 2006. Т. 411. № 5. С. 715–717.
8. Quaternary stratigraphy and paleontology of the Southern Russia: connections between Europe, Africa and Asia: Programme and guidebook of excursions of the International INQUA-SEQS Conference (Rostov-on-Don, June 21–26, 2010). Rostov-on-Don, 2010. 52 p.
9. *Tesakov A.S., Dodonov A.E., Titov V.V., Trubikhin V.M.* Plio-Pleistocene geological record and small mammal faunas, eastern shore of the Azov Sea, Southern European Russia // Quaternary International. 2007. N 160. P. 57–69.

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ СИСТЕМЫ «АМБРОЗИЯ – ФИТОФАГ»

Тютюнов Ю.В. [1], **Титова Л.И.** [2], **Бердников С.В.** [3]

[1] *Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия*

[2] *НИИ механики и прикладной математики ЮФУ, Ростов-на-Дону, Россия*

[3] *Южный научный центр Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия*

SIMULATION MODEL FOR SPATIOTEMPORAL DYNAMICS OF "AMBROSIA – PHYTOPHAGE" SYSTEM

Tyutyunov [1] **Yu.V., Titova** [2] **L.I., Berdnikov** [3] **S.V.**

[1] *Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia*

[2] *Research Institute of Mechanics and Applied Mathematics of SFedU, Rostov-on-Don, Russia*

[3] *Southern Scientific Center, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia*

tyutyunov@ssc-ras.ru, titova@math.sfedu.ru, berdnikov@ssc-ras.ru

В рамках тематики, связанной с изучением биологических методов борьбы с амброзией полыннолистной (*Ambrosia artemisiifolia* L.), разработана модель системы «растительный ресурс – потребитель», учитывающая пространственную активность и генетическую структуру популяции биологического агента – фитофага (Тютюнов и др., 2011). Одним из требований к создаваемой имитационной системе была гибкость настройки, обеспечивающая возможность изменения значений всех параметров. Таким образом, при наличии достаточного для идентификации параметров объёма полевых наблюдений, модель может быть использована для оценки эффективности различных фитофагов амброзии, например, полосатого амброзиевого листоеда *Zygogramma suturalis* F., амброзиевой совки *Tarachidia candefacta* (Hubner), амброзиевого жука *Ophraella communa* LeSage и др. Помимо трофического воздействия со стороны фитофага, модель позволяет учесть влияние конкурирующей с амброзией растительной культуры, например, горчицы сарептской *Brassica juncta* (L.) Czern., рекомендуемой для вытеснения амброзии полыннолистной (Матишов и др. 2011). Кроме того, любые участки пространственной области могут быть помечены пользователем как непригодные для произрастания любых растений.

Модель программно реализована в среде Turbo™ Delphi® и, являясь приложением ОС Microsoft® Windows®, обладает развитым интерфейсом, позволяющим задавать различные условия и сценарии вычислений, проводить имитационные эксперименты графически представляя результаты счета.

При построении модели использованы две ранее апробированные нами методики: (*i*) описания активных направленных перемещений потребителей (Тютюнов и др., 2001, 2002, 2005, 2009, 2010) и (*ii*) моделирования эволюции генетической структуры пространственно-распределённой популяции (Тютюнов и др., 2007; Tyutyunov et al., 2008).

Теоретические и прикладные проблемы, связанные с решением задачи подавления амброзии полыннолистной, требуют возможности изучения эволюции некоторого признака в популяции фитофага, определяемого простым локусом, сформированным двумя аллелями *r* и *s*. В частности, пространственная демо-генетическая модель позволяет рассмотреть возможность быстрого закрепления способности к полёту в популяции листоеда в условиях уединённой популяционной волны (УПВ), которая наблюдалась при интродукции зиграммы в Ставропольском крае (Ковалёв, Белокобыльский, 1989; Ковалёв, 2002). Для диплоидной популяции фитофага, в частности для полосатого амброзиевого листоеда, аллели *r* и *s* формируют три генотипа: гомозиготные генотипы *rr* *u ss* и гетерозиготный генотип *rs*. Отличия между генотипами определяются параметрами модели, в том числе может задаваться рецессивность гена изучаемой мутации. Для простоты рассматривается аутосомное наследование, то есть совпадение параметров генотипов *rs* и *sr*. Кроме того, предполагается, что локально, т.е., в каждой точке пространства, имеет место случайное скрещивание между генотипами фитофага.

Пусть $R=r(\mathbf{x},t)$ – плотность популяции сорного растения (питательного ресурса для фитофага) в момент времени t в точке $\mathbf{x}=(x,y)$ двумерной пространственной области Ω. Аналогично для плотностей конкурирующей с сорняком культуры, а также для генотипов фитофага *rr, ss* и *rs* будем использовать следующие обозначения: $P=P(\mathbf{x},t)$, $N_{rr}=N_{rr}(\mathbf{x},t)$, $N_{rs}=N_{rs}(\mathbf{x},t)$ и $N_{ss}=N_{ss}(\mathbf{x},t)$. Также рассмотрим концентрации стимулов таксиса – потенциалов скоростей направленных перемещений плотностей генотипов фитофага: $S_{rr}=S_{rr}(\mathbf{x},t)$, $S_{rs}=S_{rs}(\mathbf{x},t)$ и $S_{ss}=S_{ss}(\mathbf{x},t)$. Тогда построенная модель представляет собой следующую систему восьми дифференциальных уравнений с частными производными типа таксис-диффузия-реакция:

$$\frac{\partial R}{\partial t}=R\left(r_R(\mathbf{x})-c_R R-c_{PR}P\right)-\left(N_{rr}+N_{rs}+N_{ss}\right)\cdot\frac{aR}{1+ahR}+\delta_R\Delta R; \tag{1}$$

$$\frac{\partial P}{\partial t}=P\left(r_P(\mathbf{x})-c_P P-c_{RP}R\right)+\delta_P\Delta P; \tag{2}$$

$$\frac{\partial N_{rr}}{\partial t}=\frac{aR}{1+ahR}\cdot\frac{1}{N+A}\cdot f_{rr}\left(N_{rr},N_{rs},N_{ss}\right)-\mu_{rr}N_{rr}-div\left(N_{rr}\nabla S_{rr}\right)+\delta_{rr}\Delta N_{rr}; \tag{3}$$

$$\frac{\partial N_{rs}}{\partial t}=\frac{aR}{1+ahR}\cdot\frac{1}{N+A}\cdot f_{rs}\left(N_{rr},N_{rs},N_{ss}\right)-\mu_{rs}N_{rs}-div\left(N_{rs}\nabla S_{rs}\right)+\delta_{rs}\Delta N_{rs}; \tag{4}$$

$$\frac{\partial N_{ss}}{\partial t}=\frac{aR}{1+ahR}\cdot\frac{1}{N+A}\cdot f_{ss}\left(N_{rr},N_{rs},N_{ss}\right)-\mu_{ss}N_{ss}-div\left(N_{ss}\nabla S_{ss}\right)+\delta_{ss}\Delta N_{ss}; \tag{5}$$

$$\frac{\partial S_{rr}}{\partial t}=\kappa_{rr}R-\nu_{rr}S_{rr}+\delta_{Srr}\Delta S_{rr}; \tag{6}$$

$$\frac{\partial S_{rs}}{\partial t}=\kappa_{rs}R-\nu_{rs}S_{rs}+\delta_{Srs}\Delta S_{rs}; \tag{7}$$

$$\frac{\partial S_{rs}}{\partial t}=\kappa_{rs}R-\nu_{rs}S_{rs}+\delta_{Srs}\Delta S_{rs}; \tag{8}$$

где функции воспроизводства генотипов фитофагов в соответствии с демо-генетической моделью Костицына (Kostitzin 1936, 1937) имеют вид:

$$f_{rr}\left(N_{rr},N_{rs},N_{ss}\right)=e_{rrrr}N_{rr}^2+\left(e_{rrrs}+e_{rsrr}\right)\frac{N_{rr}N_{rs}}{2}+e_{rsrs}\frac{N_{rs}^2}{4}; \tag{9}$$

$$f_{rs}\left(N_{rr},N_{rs},N_{ss}\right)=\left(e_{rrrs}+e_{rsrr}\right)\frac{N_{rr}N_{rs}}{2}+e_{rsrs}\frac{N_{rs}^2}{4}+\left(e_{rrss}+e_{ssrr}\right)N_{rr}N_{ss}+\left(e_{rsss}+e_{ssrs}\right)\frac{N_{rs}N_{ss}}{2}; \tag{10}$$

$$f_3\left(N_{rr},N_{rs},N_{ss}\right)=e_{ssss}N_{ss}^2+\left(e_{rsss}+e_{rsrr}\right)\frac{N_{rr}N_{rs}}{2}+e_{rsrs}\frac{N_{rs}^2}{4}. \tag{11}$$

Функции (9)-(11) удовлетворяют законам менделевского наследования и содержат неявное предположение о постоянстве полового состава популяции фитофага, а также о том, что плодовитость пар ♀(*i*), ♂(*j*) и ♀(*j*), ♂(*i*) может отличаться. В случае если плодовитости пар ♀(*i*), ♂(*j*) и ♀(*j*), ♂(*i*) совпадают, функции воспроизводства несколько упрощаются:

$$f_{rr}\left(N_{rr},N_{rs},N_{ss}\right)=e_{rrrr}N_{rr}^2+e_{rrrs}N_{rr}N_{rs}+e_{rsrs}\frac{N_{rs}^2}{4}; \tag{12}$$

$$f_{rs}\left(N_{rr},N_{rs},N_{ss}\right)=e_{rrrs}N_{rr}N_{rs}+e_{rsrs}\frac{N_{rs}^2}{4}+2e_{rrss}N_{rr}N_{ss}+e_{rsss}N_{rs}N_{ss}; \tag{13}$$

$$f_3\left(N_{rr},N_{rs},N_{ss}\right)=e_{ssss}N_{ss}^2+e_{ssrs}N_{rs}N_{ss}+e_{rsrs}\frac{N_{rs}^2}{4}. \tag{14}$$

Через $N=N(\mathbf{x},t)$ обозначена суммарная плотность генотипов: $N=N_{rr}-N_{rs}+N_{ss}$.

Поясним другие обозначения модели: r_R – коэффициент воспроизводства (прироста биомассы) сорных растений; r_P – коэффициент воспроизводства (прироста биомассы) конкурирующей с сорняком растительной культуры; c_R и c_P – коэффициенты внутривидовой конкуренции в популяциях сорных и культурных растений соответственно; c_{RR} и c_{PP} – коэффициенты межвидовой конкуренции. В общем случае коэффициенты прироста биомассы могут зависеть от пространственной координаты, $r_R=r_R(\mathbf{x})$ и $r_P=r_P(\mathbf{x})$, что позволяет учесть в модели пространственную неоднородность среды, определив участки, непригодные для произрастания растений. Заметим, что при принятых обозначениях величина $K_R=r_R/c_R$ является характеристикой локальной ёмкости среды популяции сорняка (максимальным значением плотности биомассы, достигаемой в отсутствии конкурента и фитофага), а $K_P=r_P/c_P$ – ёмкостью среды культуры-конкурента. Символ Δ используется для обозначения градиента; а Δ – оператор Лапласа. Предполагается, что распространение растений в пространстве близко к диффузионному, δ_R и δ_P – соответствующие коэффициенты диффузии. Случайные ненаправленные перемещения фитофагов описываются диффузионными потоками популяционных плотностей, δ_{rr}, δ_{rs}, δ_{ss} – диффузионные коэффициенты соответствующих генотипов насекомых-фитофагов. Предполагается, что локальное выедание сорняка описывается трофической функцией Холлинга II типа $g(N)=aN/(1+ahN)$, где a – коэффициент эффективности поиска фитофага, а h – среднее время «обработки» фитофагом единицы биомассы пищи. Плодовитость генотипов определяется коэффициентами эффективности хищничества e_{ij} (коэффициентами конверсии) в функциях (9)-(11). Параметры μ_{rr}, μ_{rs}, μ_{ss} задают значения коэффициентов смертности трёх генотипов. Ненулевые значения коэффициента Олли A в (3)-(5) позволяют учесть так называемый эффект Олли (Allee 1931) в популяции фитофага (Zhou et al. 2005) – феномен, проявляющийся как снижение воспроизводства популяции при чрезмерном падении её плотности. Направленные перемещения фитофага, индуцированные неоднородностью пространственного распределения растительного ресурса – трофотаксис – описывается адвективными потоками плотностей генотипов (подробное описание, преимущества и обоснование метода см. в Тютюнов и др. 2001, 2002, 2005, 2009, 2010). В уравнениях баланса (6)-(8) δ_{Srr}, δ_{Srs}, δ_{Sss} – диффузионные коэффициенты стимулов таксиса генотипов фитофага; ν_{Srr}, ν_{Srs}, ν_{Sss} – коэффициенты распада стимулов таксиса генотипов (также могут быть интерпретированы как коэффициенты трения, сопротивления среды или как интенсивности переваривания пищи фитофагами, см. Тютюнов и др. (2010)); k_{rr}, k_{rs}, k_{ss} – коэффициенты таксиса генотипов.

В качестве краевых условий рассматриваются условия равенства нулю потоков популяционных плотностей и стимулов таксиса через границы области Ω:

$$\nabla R\cdot\mathbf{n}=\nabla P\cdot\mathbf{n}=\nabla N_{rr}\cdot\mathbf{n}=\nabla N_{rs}\cdot\mathbf{n}=\nabla N_{ss}\cdot\mathbf{n}=\nabla S_{rr}\cdot\mathbf{n}=\nabla S_{sr}\cdot\mathbf{n}=\nabla S_{ss}\cdot\mathbf{n}=0, x\in\partial\Omega \qquad (15)$$

где $\mathbf{n}$ – внешняя нормаль к границе области $\delta\Omega$. При проведении вычислительных экспериментов с моделью (1)-(8), (15) в качестве пространственной области Ω используется прямоугольник со сторонами $L_x\times L_y$. Для численного решения системы используется метод прямых. Полученная в результате пространственной дискретизации система обыкновенных дифференциальных уравнений интегрируются методом Рунге-Кутта пятого порядка, улучшенным Ричардсоном, с контролем точности на шаге (Каханер и др., 1998).

Список литературы

1. *Каханер Д., Моулер К., Нэш С.* Численные методы и программное обеспечение. М.: Мир. 1998. 574 с.
2. *Ковалёв О.В.* Формирование солетоноподобных волн при инвазиях организмов и в эволюции биосферы // Эволюционная биология. Том 2. Материалы 2-ой Международной конференции «Проблема вида и видообразование», г. Томск, 24–26 октября 2001 г. Томск: ТГУ. 2002. С. 65–81.
3. *Ковалёв О.В., Белокобыльский С.А. (ред.)* Теоретические основы биологической борьбы с амброзией // Труды ЗИН АН СССР, 1989. Т. 189. Л.: Наука. 235 с.
4. *Матишов Г.Г., Есипенко Л.П., Ильина Л.П., Агасьева И.С.* Биологические способы борьбы с амброзией в антропогенных фитоценозах Юга России. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН. 2011. 144 с.

5. *Тютюнов Ю.В., Жадановская Е.А., Ардити Р., Медвинский А.Б.* Пространственная модель развития устойчивости насекомых-вредителей к трансгенной инсектицидной сельскохозяйственной культуре на примере кукурузного стеблевого мотылька // Биофизика, 2007. Т. 52. Выпуск 1. С. 95–113.
6. *Тютюнов Ю.В., Загребнева А.Д., Сурков Ф.А., Азовский А.И.* Микромасштабная пятнистость распределения веслоногих рачков как результат трофически-обусловленных миграций // Биофизика. 2009. Т. 54. № 3. С. 508–514.
7. *Тютюнов Ю.В., Загребнева А.Д., Сурков Ф.А., Азовский А.И.* Моделирование потока популяционной плотности организмов с периодическими миграциями // Океанология. 2010. Т. 50. № 1. С. 1–10.
8. *Тютюнов Ю.В., Сапухина Н.Ю., Моргулис А.Б., Говорухин В.Н.* Математическая модель активных миграций как стратегии питания в трофических сообществах // Журн. общ. биологии. 2001. Т. 62. № 3. С. 253–262.
9. *Тютюнов Ю.В., Сапухина Н.Ю., Сенина И.Н., Ардити Р.* Таксис как фактор, стабилизирующий трофическую систему // Обозрение прикладной и промышленной математики, М.: Научное изд-во ТВП, 2005 Т. 12. Выпуск 4. С. 810–814.
10. *Тютюнов Ю.В., Сапухина Н.Ю., Сенина И.Н., Ардити Р.* Явная модель поискового поведения хищника // Журн. общ. биологии. 2002. Т. 63. №2. С. 137-148.
11. *Тютюнов Ю.В., Титова Л.И., Бердников С.В.* Математическая модель контроля распространения полыннолистной амброзии // Экология. Экономика. Информатика. Материалы XXXIX конференции «Мат. моделирование в проблемах рационального природопользования» (5–10 сентября 2011 г.). (под. ред. Ф.А. Суркова). Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2011. С. 105–106.
12. *Allee, W.C.* Animal aggregations: a study in general sociology – Chicago: Chicago Univ. Press, 1931. 431 p.
13. *Kostitzin, V.A.* Sur les équations différentielles du problème de la sélection mendélienne // C. R. Acad. Sci., 1936. Vol. 203. P. 156–157.
14. *Kostitzin, V.A.* Biologie Mathématique. Paris: Librairie Armand Colin, 1937. 223 p.
15. *Tyutyunov, Yu., Zhadanovskaya, E., Bourguet, D., Arditi, R.* Landscape refuges delay resistance of the European corn borer to Bt-maize: a demo-genetic dynamic model // Theoretical Population Biology, 2008. Vol. 74. P. 138–146.
16. *Zhou, S.-R., Liu, Y.-F. Wang, G.* The stability of predator–prey systems subject to the Allee effects // Theoretical Population Biology, 2005. Vol. 67. P. 23–31.

СОДЕРЖАНИЕ БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВОДАХ ПРИБРЕЖНОЙ И МОРИСТОЙ ЗОН РОССИЙСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ЧЁРНОГО МОРЯ

Филатова Т.Б.

Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

THE CONTENT OF BIOGENIC ELEMENTS IN THE COASTAL AND SEAWARD WATER AREAS IN THE RUSSIAN PART OF THE BLACK SEA

Filatova T.B.

Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia
filatova@ssc-ras.ru

Основой современного периода гидрохимических исследований Чёрного моря является общий экосистемный подход, исследования включают междисциплинарное изучение влияния физических, геологических, гидрохимических и биологических процессов на распределение и динамику основных средообразующих компонентов экосистемы, а также эволюцию биогеохимической структуры моря в целом. К биогенным веществам О.А. Алекин относил соединения азота, фосфора и кремния (Алекин, 1970). Важнейшими биогенными компонентами гидрохимического состава вод Черного

моря являются соли азотной и фосфорной кислот. В результате их поступления происходит стимулирование продукции фитопланктона, ускоряется процесс образования органического вещества, повышается трофность водной среды.

Режим биогенных элементов в Чёрном море весьма своеобразен: биогенные вещества, регенерируемые на глубинах при минерализации органических веществ, накапливаются и с трудом возвращаются в поверхностные слои. Оценка содержания в воде биогенных элементов даёт представление о внутренней биотрансформации органических веществ в морской экосистеме. В числе химических веществ, вызвавших наиболее глубокие изменения в биоте Чёрного моря и его экосистеме в целом, фигурируют минеральные и органические соединения азота и фосфора (Зайцев, Поликарпов, 2002). Минеральные формы азота и фосфора входят в перечень приоритетных загрязняющих веществ (Никаноров, Брызгало, 2006).

Цель гидрохимических исследований этого уникального бассейна – контроль качества вод, восстановление или поддержание продуктивности моря, осуществление управления его экосистемой.

Во время комплексных экспедиций Южного научного центра РАН 2007–2008 гг. в прибрежную (от Керченского пролива до Адлера) и мористую части российского сектора Чёрного моря на НИС «Денеб» были отобраны и непосредственно на судне проанализированы пробы воды, в которых определяли температуру воды, активную реакцию (pH), содержание нитритов, нитратов, фосфатов.

Пробы воды отбирали батометрами Молчанова, Нискина, Нансена. Концентрации растворённых биогенных веществ определяли после измерения температуры, pH, концентрации растворённого кислорода, после фильтрования проб:

– фосфаты – по методу Морфи и Райли (РД 52.24.382–2006);
– нитриты – по методу Бендшнайдера и Робинсона (Методы … 1988);
– нитраты – по методу Морриса и Райли (в модификации Грассхоффа; Стрикланда и Парсонса; Сапожникова, Гусаровой, Лукашёва) (Методы … 1988).

Весной 2008 года содержание фосфатов в пробах воды, отобранных около пос. Лазаревское, в поверхностном горизонте было выше в 5 раз по сравнению с соответствующим мористым участком. В прибрежной области в районе Адлера концентрация фосфатов в поверхностном горизонте (42 мкг/л) была в 24 раза выше и в придонном горизонте в 38 раз выше, чем на соответствующей мористой станции.

Летом 2008 года в водах исследуемой акватории напротив города Новороссийск наблюдалось увеличение содержания фосфатов (в 2 раза) и нитратов (в 5 раз) в поверхностном горизонте в прибрежной зоне по сравнению с мористой.

Осенью 2008 года на мористых станциях по сравнению с прибрежными наблюдалось как уменьшение концентраций биогенных веществ, так и их увеличение, что связано главным образом с гидрометеорологическими факторами (в первую очередь, с направлением ветра).

Напротив города Туапсе наблюдалось увеличение содержания фосфатов (в 2,5 раза), нитритов (в 20 раз) и нитратов (в 1,5 раза) в поверхностном горизонте в прибрежной зоне по сравнению с мористой, их концентрации уменьшались с удалением от берега.

В то же время содержание нитратов и фосфатов на мористой станции напротив Адлера было в 2 раза выше, чем у берега (из-за северо-восточного ветра).

С целью изучения влияния речного стока на режим биогенных веществ в прибрежных морских зонах были отобраны и проанализированы пробы воды из поверхностного горизонта в зоне смешения речных и морских вод, на траверзе устья реки Мзымта. В воде реки Мзымта, впадающей в Чёрное море около Адлера, в июне содержание фосфатов было в 3 раза выше, нитритов также в 3 раза выше, нитратов в 20 раз выше, чем в окружающей морской воде (Филатова, 2009).

Как и в июне, в октябре 2008 года были проанализированы пробы воды, которую река Мзымта выносит в Чёрное море. Содержание фосфатов и нитритов было выше, чем в окружающей морской воде, но незначительно по сравнению с июнем 2008 года.

Анализ результатов, полученных во время экспедиционных исследований вдоль российского побережья Чёрного моря, позволяет сделать следующие выводы.

1. Значительное увеличение содержания биогенных веществ в прибрежной зоне по сравнению с мористой наблюдается обычно в местах впадения рек, у городов и в районах портов.

2. Основные критические зоны экологического риска в Чёрном море образуются в местах влияния речного стока.
3. С возрастанием рекреационной нагрузки на пляжи и побережье происходит увеличение содержания биогенных веществ в водах морских прибрежных зон.
4. Сравнение полученных данных с предыдущими даёт основание считать, что сохраняется тенденция стабилизации уровня загрязнённости моря, при этом следует иметь в виду не водоём в целом, а его прибрежные воды.
5. В настоящее время экологический статус северо-кавказского побережья можно оценить в общем как вполне удовлетворительный. Это существенно для дальнейшего развития у этих берегов курортного дела, обоснованного экологически и экономически.

Список литературы

1. *Алекин О.А.* Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеоиздат, 1970. 444 с.
2. *Зайцев Ю.П., Поликарпов Г.Г.* Экологические процессы в критических зонах Чёрного моря: синтез результатов двух направлений исследований с середины XX до начала XXI веков // Мор. экол. журн. 2002. 1, вып. 1. С. 33–55.
3. Методы гидрохимических исследований основных биогенных элементов. – М.: ВНИРО, 1988. 119 с.
4. *Никаноров А.М., Брызгало В.А.* Пресноводные экосистемы в импактных районах России. Ростов н/Д: Изд. НОК, 2006. 276 с.
5. РД 52.24.382–2006. Массовая концентрация фосфатов и полифосфатов в водах. Методика выполнения измерений фотометрическим методом. Ростов-на-Дону, 2006. 27 с.
6. *Филатова Т.Б.* Экспедиционные гидрохимические исследования в прибрежных и мористых частях Чёрного моря. // «Геология морей и океанов». Мат. XVIII Международ. науч. конференции (Школы) по морской геологии. (г. Москва, 16–20 ноября 2009 г.). Т. IV. М.: ГЕОС, 2009. С. 168–172.

ОДИН ИЗ МЕТОДОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЗАИЛЕНИЯ ПОДХОДНЫХ СУДОХОДНЫХ КАНАЛОВ

Чикин А.Л.[1], Чикина Л.Г.[2]

[1] Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

[2]Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, Россия

ONE METHOD OF THE SEDIMENTATION MODELING OF THE SHIP CHANNELS

Chikin A.L.[1], Chikina L.G.[2]

[1]Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia

[2]Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia

chikin@sfedu.ru

Для возможности подхода судов к портам в мелких водоемах, таких как Азовское море с Таганрогским заливом, сооружаются подходные судоходные каналы. В процессе эксплуатации данные каналы заиливаются и требуют регулярного очищения. Наиболее распространенным способом борьбы с заилением является периодические дноуглубительные работы, которые обеспечивают заданную проходную глубину. Извлеченный из каналов грунт транспортируют, как правило, на свалки, расположенные в акватории того же водоема. Данные мероприятия являются достаточно трудоемкими и требуют больших материальных затрат, поэтому изучение процессов размывания дна, переноса размытого грунта и его оседания приобретает особую актуальность.

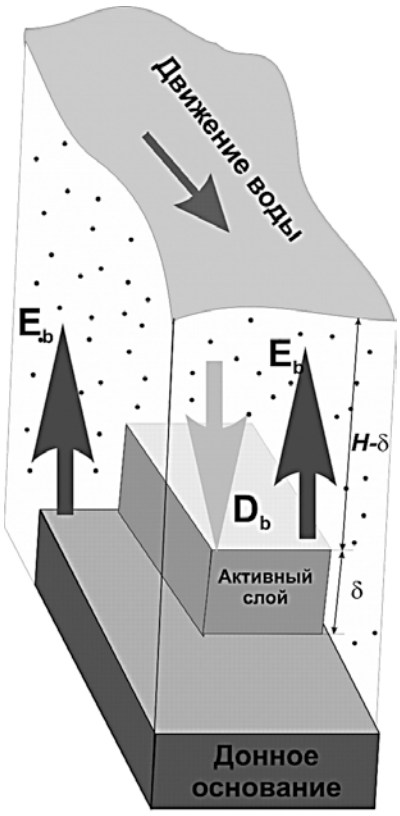


Рис. 1. Схема процесса поднятия и оседания донных наносов

Процесс переноса взвеси разделяется на перенос взвешенных частиц и образование донного наноса. Соответственно, область исследования можно разделить на область донных наносов толщиной δ (рис. 1) и область взвешенных наносов, расположенную выше и имеющую толщину $H–\delta$. Обмен взвесями между этими двумя областями происходит через оседание вниз с расходом D_b и размывания (поднятием вверх из нижнего слоя) с расходом E_b. Если донный грунт состоит из нескольких фракций, то количество участвующих в обмене взвесями фракций зависит от скорости течения воды.

В качестве изучаемого объекта рассматривается водоем, описываемый трехмерной областью $\Omega=\{\mathbf{x}=(x, y, z)\}$ – акваторией водоема, с течением несжимаемой вязкой жидкости. Течение рассчитывалось с помощью двухслойной математической модели, изложенной в [3]. Кроме того, в задаче учитывалось действие струи, создаваемой гребным винтом движущегося корабля и рассчитываемой по теории свободной затопленной струи.

Если рассматриваемое вещество не оказывает существенного влияния на движение жидкости, в котором оно распространяется, то вектор скорости $\mathbf{v}=\{u, v, w\}$ является входным для решения задачи распространения вещества области $\Omega\times T$.

Пусть все донные отложения состоят из k фракций ($k=1, \ldots, N$). Распределение концентрации взвешенных частиц консервативного вещества в водоеме, где отсутствуют внутренние источники, можно описать уравнением конвекции-диффузии:

$$\frac{\partial S_k}{\partial t}+u\frac{\partial S_k}{\partial x}+v\frac{\partial S_k}{\partial y}+\left(w-w_{sk}\right)\frac{\partial S_k}{\partial z}=\mu_{xy}\left(\frac{\partial^2 S_k}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 S_k}{\partial y^2}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(\mu_z\frac{\partial S_k}{\partial z}\right), \tag{1}$$

где S_k – концентрация k-ой фракции; u, v, w – компоненты скорости, w_{sk} – собственная скорость оседания k-ой фракции (гидравлическая крупность частиц); μ_{xy}, μ_z – коэффициенты горизонтальной и вертикальной турбулентной диффузии соответственно.

Принято, что вертикальный поток примеси на свободной верхней границе водоема отсутствует

$$\mu_z\frac{\partial S_k}{\partial z}-\left(w-w_s\right)S_k=0. \tag{2}$$

Вертикальный поток примеси на дне (области взвешенных наносов) принимается равным разности отрывающихся от дна частиц примеси E_{bk} (размывания) и оседающих частиц D_{bk} (аккумуляции)

$$\mu_z\frac{\partial S_k}{\partial z}+w_sS_k=E_{bk}-D_{bk}. \tag{3}$$

На открытых боковых границах

$$\mu_z\frac{\partial S_k}{\partial z}+V_nS_k=0, \tag{4}$$

где V_{rr} – нормальная составляющая скорости.

Толщина ила задается уравнением деформации основания

$$\rho_S (1-\sigma)\frac{\partial Z_*}{\partial t} = D_b - E_b, \tag{5}$$

где σ – пористость дна; ρ_S – осредненная плотность донного ила; D_b, E_b – суммарные расходы всех фракций; Z_* –толщина придонного ила. Величины расходов D_{bk} и E_{bk} вычисляются по эмпирическим формулам [4].

В исследование донного грунта Азовского моря в целом и Таганрогского залива в частности существенный вклад внесли ученые Южного научного центра РАН [1]. В результате анализа детальной топографии дна, гранулометрии и закономерностей подводного рельефа составлена новая карта донных отложений Азовского моря, на которой представлено распределение новейших отложений в зависимости от рельефа дна и локальной гидродинамики вод.

В качестве исследуемого объекта рассматривался прямолинейный канал трапециевидного поперечного сечения шириной 120 м, глубиной 7 м. Предполагалось, что течение во всей расчетной области не меняется вдоль продольной оси канала, а также процесс размывания или оседания грунта вдоль оси происходит одинаково.

При проведении вычислительных экспериментов рассматривалось как наличие, так и отсутствие свалки вдоль берега канала. Размывание свалки происходит как с ее поверхности, так и со стороны уступов. На рис.2 крупным планом выделен фрагмент картины, иллюстрирующей процесс размывания свалки в течение 120 суток модельного времени при наличии поперечного течения. Видно, что к концу вычислительного эксперимента свалка почти полностью размылась ветровым течением, и в то же время донный материал осел на боковой стенке канала.

Рис. 2. Иллюстрация процесса размывания свалки донного грунта

Заиление канала происходит как за счет привнесения извне взвешенных частиц размытого донного грунта, так и за счет обрушения стенок канала. Процесс размывания стенок канала начинается с разрушения верхнего уступа стенки, а затем перемещается по стенке вниз. Часть мелкого грунта может покинуть область исследования, если его критическое напряжение для оседания ниже скоростей течения воды. Кроме того, собственная скорость оседания у них мала.

На рис. 3 показано изменение донной поверхности судоходного канала в течение 120 суток модельного времени при наличии только ветрового течения.

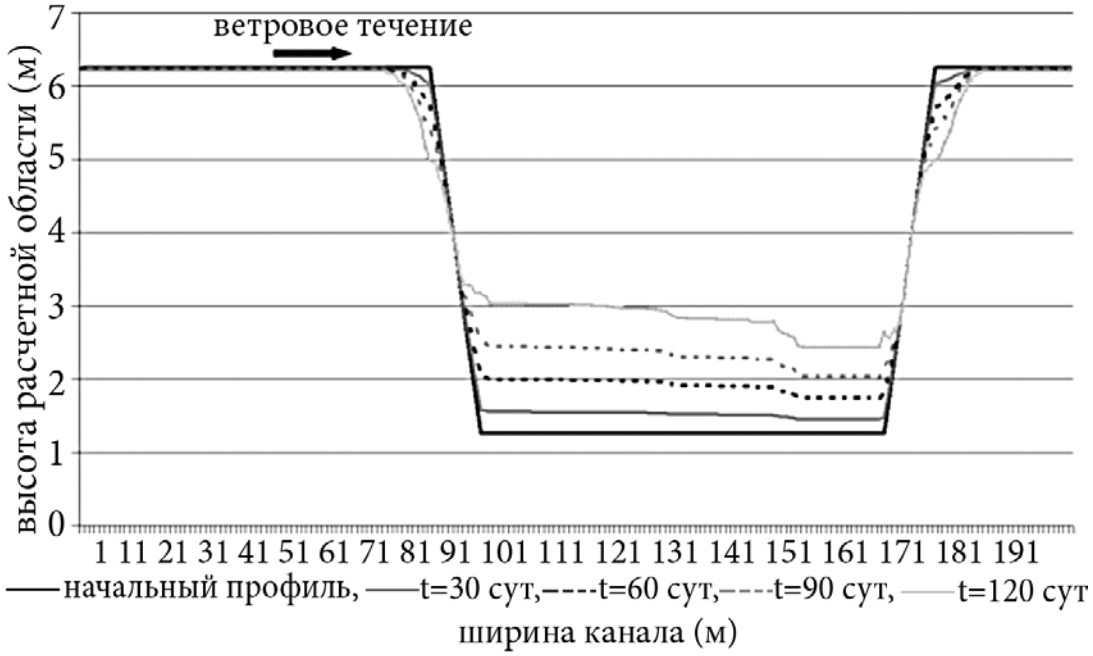


Рис. 3. Процесс изменения донного профиля при поперечном ветровом течении

Движение корабля оказывает определенное влияние на процесс заиления канала. Под действием струи воды из-под гребного винта донный осадок в канале сначала размывается, а затем часть его ветровым течением выносится из исследуемой области, часть взвеси оседает на дне канала. Заносимость канала уменьшается за счет вытеснения взвешенного донного материала к границе канала или вообще выноса его части из расчетной области. Кроме того, в канале образуется локальный фарватер за счет размывания дна струей от гребного винта (рис. 4).

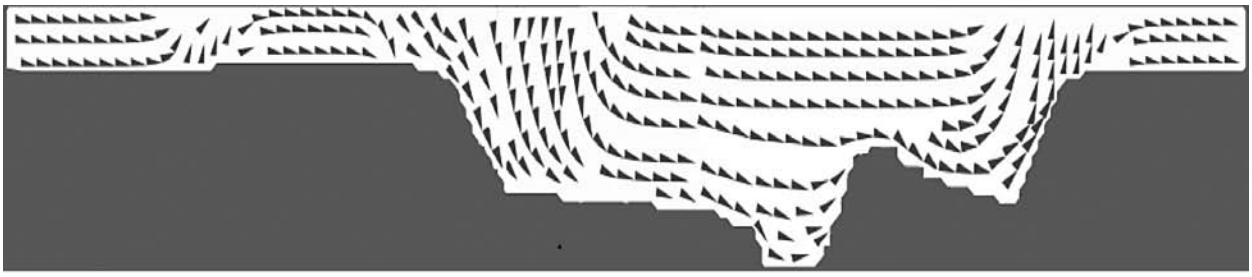


Рис. 4. Профиль дна канала при поперечном ветровом течении
в случае дополнительного воздействия гребного винта корабля

При продольном течении оседание взвеси происходит не так активно, как при поперечном и косом. В канале размывание дна происходит только под действием струи от гребного винта, а взвешенный осадок выносится из расчетной области. Этот результат согласуется с тем фактом, что Азово-донской канал заиливается значительно меньше других каналов, так как в его районе преобладают продольные течения.

В случае содержания донным грунтом мелких частиц, заиливание канала происходит интенсивнее при отсутствии движущегося корабля, т.е. только при ветровом течении. Это можно объяснить тем фактом, что часть взвешенного вещества под действием струи, созданной гребным винтом, покидает расчетную область, не успев в ней осесть.

Преобладающие ветровые течения и волнения, перемещающие наносы вдоль трассы канала способствуют его меньшему заилению. Наибольшее заиление свойственно подходному каналу к г. Таганрогу – 1,0–1,2 млн м^3. По трассе Азово-Донского канала изымается 600–800 тыс. м^3 грунта [2]. На участке от входа в Таганрогский порт до 2-го километра канала ежегодно собирается слой наносов

мощностью 1 м, между 2-м и 4-м километрами – 0,4–0,5 м. Преобладающие сгонные и стоковые течения, перемещающие наносы в направлении, перпендикулярном трассе канала, также способствуют его заилению [2]. Расчеты показали, что степень рассеивания зависит от расположения каналов и может составлять от 50 % в Азово-Донском канале до 75 % в Ейском канале. В Мариупольском и Таганрогском каналах рассеивание грунта составляет 70 %.

Проведенные вычислительные эксперименты на построенной математической модели процесса заиления также отражают приведенные выше закономерности перемещения донного материала в акваториях судоходных каналов.

В таблице 1 отражено сравнение наблюденных данных [2] и результатов расчета.

Таблица 1.

Среднегодовая высота осажденного материала в судоходных каналах (м)

	Мариупольский канал	**Таганрогский канал**	**Ейский канал**	**Азово-Донской канал**
Расчетные данные	0.77	0.81	0.72	0.43
Данные наблюдений	0.8	0.4–0.5; 1.0	0.45–0.75	0.4–0.5

Список литературы

1. *Матишов Г.Г., Польшин В.В., Ильин Г.В., Карагеоргис А.* Особенности геохимического состава современных донных отложений Азовского моря // Экосистемные исследования Азовского, Черного, Каспийского морей и их побережий. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2007, Том IX, С. 68–81.
2. *Хрусталев Ю.П., Ивлиева О.В.* Проблемы антропогенной морской седиментологии (на примере Азовского моря). Ростов-на-Дону: Изд. «Гефест», 1999, 196 с.
3. *Чикин А.Л.* Математическая модель ветровых течений в Керченском проливе // Вестник Южного научного центра РАН, 2009, Т. 5, №2. С. 58–63.
4. *Lumborg U. and Windelin A.* Hydrography and cohesive sediment modelling: application to the Rømø Dyb tidal area.Journal of Marine Systems Volume 38, Issues 3–4, January 2003, Pages 287–303.

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ РАБОТ НА ГИДРОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ВОД И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ДВИНСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ

Чугайнова В.А.
Северный филиал ПИНРО, Архангельск, Россия

ASSESSMENT OF THE IMPACT OF HYDRO-TECHNICAL WORKS THE HYDROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF WATERS AND BOTTOM SEDIMENTS OF THE SOUTH-WESTERN PART OF THE DVINSKY BAY OF THE WHITE SEA

Chugaynova V.A.
Northern branch of Polar research institute of marine fisheries and oceanography, Arkhangelsk, Russia
Val@pinro.ru

Двинский залив в настоящее время выделяется наибольшим антропогенным воздействием на морскую экосистему по сравнению с другими районами Белого моря. Одним из видов такого воздействия являются гидротехнические работы, проводимые с целью дноуглубления судоходных каналов. Для сохранения экосистемы Двинского залива в рамках природной изменчивости и рационального использования его биоресурсов крайне важным является получение досто-

верной оценки влияния гидротехнических работ на состояние морской среды. Такое влияние может негативно сказаться на качестве морских вод, биоразнообразии и биопродуктивности морской флоры и фауны, а также на запасах различных промысловых объектов. Наиболее эффективным инструментом для определения характера и масштабов гидротехнических работ на водную экосистему является мониторинг состояния ее различных элементов. Мониторинговая информация позволяет контролировать существующие и возникающие процессы с негативными последствиями и, на этой основе, прогнозировать их развитие и оптимизировать природоохранную деятельность.

В настоящей работе приводятся результаты исследований, проведенных в различные годы СевПИНРО (в основном в летний период), по оценке воздействия операций по захоронению (дампингу) грунта, вынимаемого при дноуглубительных работах в районе порта Северодвинск, на состояние экосистемы юго-западной части Двинского залива. Эти изыскания включали в себя широкий комплекс гидрологических, гидрохимических и гидробиологических исследований.

Гидрологические исследования проводились в соответствии с требованиями «Руководства по гидрологическим работам в океанах и морях» (1977), гидрохимические исследования – «Руководства по химическому анализу вод морей» (1992), Пробы воды с поверхностного и придонного горизонтов отбирались батометром *Hydro-Bios* объемом 5 литров. Определялись биогенные (фосфаты, аммонийный, нитритный, нитратный азот) и загрязняющие вещества (нефтеуглеводороды, фенолы, алюминий, тяжелые металлы). Пробы донных отложений отбирались дночерпателем с площадью захвата 0,1 м^2. Все гидрохимические анализы проводились по методикам, допущенным для целей государственного экологического контроля.

Район дампинга грунта располагается в юго-западной части Двинского залива Белого моря, который частично занимает устьевое взморье реки Северной Двины. На границе с сушей он соединяется с Никольским устьем – протокой, входящей в гидрографическую сеть Никольского рукава в дельте Северной Двины (рис. 1). Он находится в зоне смешения речных и морских вод, поэтому его акватория отличается значительной пространственно-временной изменчивостью океанологических характеристик. Его гидрологический режим, с одной стороны, тесно связан с колебаниями расходов Северной Двины, с другой стороны, сильно зависит от приливных явлений, ветрового волнения, сгонно-нагонных явлений в Двинском заливе. Следует отметить, что из-за особенностей поступления речных вод через Никольский рукав в море на рассматриваемой акватории наблюдается мозаичное распределение солености. В летний период в поверхностном горизонте значения солености колебались в диапазоне 11–23 ‰, в придонном – 24–27 ‰.

Рис. 1. Схема расположения станций в юго-западной части Двинского залива

Концентрации кислорода в период проведения полевых работ были сравнительно высокими и не опускались ниже уровня ПДК. Их значения изменялись в интервале 9–13 мг/л при насыщении 102–120 %. Насыщение поверхностных вод кислородом было выше по сравнению с придонными водами за счет активно протекающих процессов вегетации фитопланктона. На всей акватории отмечалось перенасыщение поверхностных вод кислородом. Несмотря на наличие скачка плотности, придонные воды в районе канала в целом характеризовались отсутствием дефицита кислорода. Самое низкое значение насыщения придонных слоев кислородом было зафиксировано на сравнительно глубоководных станциях (70–80 %). Данная ситуация, очевидно, обусловлена повышенными затратами кислорода на окисление природной и техногенной органики.

Параметр $БПК_5$ может служить индикатором наличия в морской воде легкоокисляемой органики, в том числе, связанной с техногенным влиянием. Его значения в поверхностном слое морской воды колебались в диапазоне 1,70–6,46 мг0_2/л, в придонном слое – 1,63–4,73 мг0_2/л. Обращает на себя наличие большого разброса данных между содержанием лабильной органики в этих слоях. Повышенные значения $БПК_5$ в поверхностном горизонте можно связать с гидробиологическими процессами, в частности, фотосинтезом микроводорослей. Превышающие ПДК значения (2 мг 0_2/л) обусловлены, скорее всего, гидробиологическими процессами и является типичным для прибрежных районов Белого моря даже при отсутствии техногенного влияния.

Содержание биогенных веществ наряду с другими факторами является важнейшим условием, определяющим жизнь водных организмов. Их высокие значения могут негативно влиять на экологическую ситуацию в водном объекте. В период проведения полевых работ содержание фосфатного фосфора изменялось в диапазоне от 0,006 до 0,036 мг/л (таблица 1). Максимальные значения фосфатов в поверхностном горизонте были характерны для наиболее распресненных вод, в придонном – для наиболее глубоководных участков.

Содержание нитритного азота на обследуемом участке не превышало уровень ПДК и изменялось в диапазоне 0,001–0,009 мг/л. Его максимальные концентрации были характерны для придонных слоев кутовых станций зоны грунтоотвала. Содержание нитратного азота также не превышало допустимый уровень и колебалось в интервале 0,002–0,091 мг/л (таб. 1). При этом наблюдалась тенденция к снижению его концентраций от поверхностного к придонному горизонту. Аммонийный азот в исследуемом районе присутствовал в количестве от 0,001 до 0,005 мг/л, при этом наблюдалась тенденция увеличения его концентрации с глубиной и в мористой части полигона.

Таблица 1

Статистическая характеристика содержания биогенных веществ (мг/л) в водах юго-западной части Двинского залива

Статистические показатели	Фосфор фосфатный		Азот нитритный		Азот нитратный	
	Поверхность	Дно	Поверхность	Дно	Поверхность	Дно
Среднее значение	0,018	0,017	0,003	0,004	0,030	0,025
Стандартное отклонение	0,008	0,005	0,002	0,002	0,024	0,012
Медиана	0,016	0,016	0,002	0,004	0,020	0,020
Максимальное значение	0,036	0,031	0,008	0,009	0,091	0,052
Минимальное значение	0,006	0,009	0,001	0,001	0,002	0,006
Количество наблюдений	27	27	27	26	27	27

Содержание нефтепродуктов в морских водах в исследуемом районе в период наблюдений колебалось в довольно широком диапазоне – 0,019–0,154 мг/л в поверхностном слое, 0,016–0,134 мг/л – в придонном. При этом повторяемость концентраций, превышающих предельно допустимый уровень (0,05 мг/л), 48 % и 37 % соответственно. Максимальное содержание нефтяных углеводородов отмечалось в зонах дампинга грунта. Но следует заметить, что подобные концентрации отмечаются вблизи Северодвинска практически ежегодно, что обусловлено, главным образом, влиянием загряз-

ненных сточных вод Северодвинска, включая ливневые (дренажные) стоки, судоходством и выносом в Двинский залив загрязненных речных вод.

Содержание нефтепродуктов в донных отложениях обследуемого района изменялось в довольно широком интервале – от 4 до 103 мг/кг сух. грунта. В целом уровень их загрязнения нефтепродуктами следует признать повышенным, что связано со спецификой эксплуатации данного района. Максимальные концентрации рассматриваемого показателя были характерны для илистых грунтов, являющихся хорошими сорбентами для загрязняющих веществ, минимальные – для песчаных грунтов исследуемого полигона.

Содержание фенольных соединений в водах юго-западной части Двинского залива колебалось в диапазоне от 0,001 до 0,003 мг/л, т.е. почти повсеместно превышало уровень ПДК. Такой интервал величин для этого показателя в целом характерен для рассматриваемого района Двинского залива и связан с совместным влиянием техногенных и природных процессов (в основном – с деструкцией водной растительности). Наибольшее содержание фенолов было зафиксировано на участке, где хорошо прослеживается влияние вод, выносимых из Никольского рукава дельты Северной Двины. Их пространственное распределение указывало на отсутствие связи появления их повышенных концентраций со сбросом грунта в море.

Из тяжелых металлов в юго-западной части Двинского залива определялось содержание в морских водах и донных отложениях железа, кадмия, марганца, меди, никеля свинца и цинка. Содержание исследуемых металлов в морских водах района, включая участки дампинга грунта, было низким и не превышало чувствительности применяемого метода анализа.

В донных отложениях наибольшие концентрации отмечались для железа (556–659 мг/кг сух. грунта) и марганца (43–73 мг/кг сух. грунта), т.е. для металлов, повышенные концентрации которых характерны для рек северотаежной зоны Архангельской области. Наименьшие величины были типичны для свинца и кадмия, которые обычно выступают в роли индикаторов техногенного воздействия на донные биогеоценозы.

Максимальное содержание исследуемых металлов зафиксировано в донных отложениях на станциях, расположенных на участке вне зон дампинга грунта. Это можно связать с особенностями осаждения металлов, сорбированных на взвесях, на участке локализации биогеохимического барьера, образующегося на стыке речных и морских вод (Гордеев, 1983).

Таким образом, комплексные экологические исследования зон дампинга грунта позволяют оценить степень его воздействия на морскую экосистему юго-западной части Двинского залива. Пространственное распределение взвесей, кислорода и загрязняющих веществ в воде и донных отложениях указывает на отсутствие каких-либо явных признаков негативного влияния дампинга грунта на качество морских вод и уровень загрязнения донных отложений. Единственным исключением в этом отношении явились повышенные сверхнормативные концентрации нефтяных углеводородов в морской воде в зонах грунтоотвала. Но это явление может быть связано и с наличием пятна «свежезагрязненной» воды, попавшей в зону грунтоотвала от порта Северодвинск или от судоходного канала.

Список литературы

1. *Гордеев В.В.* Речной сток в океан и черты его геохимии. М.: Наука, 1983. 160 с.
2. Руководство по гидрологическим работам в океанах и морях. Л.: Гидрометеоиздат, 1977. 725 с.
3. Руководство по химическому анализу вод морей. РД 52.10.243–92. Л.: Гидрометеоиздат, 1992. 264 с.

БИОКЛИМАТ ПРИБРЕЖНОЙ ЧАСТИ ЦИМЛЯНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

Шаврак Е.И.
Волгодонский инженерно-технический институт – филиал НИЯУ «МИФИ», Волгодонск, Россия

BIOCLIMATE OF THE LITTORIAL AREA OF ZYMLIANSK RESERVOIR

Shavrak E.I.
Volgodonsk Engineering Technical Institute – branch of the NRNU MEPHI
npi-ecology@rambler.ru

Цимлянское водохранилище (ЦВ) – один из крупнейших искусственных водоемов степной зоны юга России. В 2001 году начала выработку электроэнергии Ростовская атомная станция, расположенная в приплотинной части ЦВ. К вероятным последствиям развития атомной энергетики относят ухудшение климатических условий и, соответственно, комфортности жизни населения вследствие теплового загрязнения окружающей среды. Целью данной работы является идентификация особенностей биоклиматических условий прибрежной части ЦВ, сформированных за 10 лет эксплуатации РоАЭС (2001–2010 гг). Исследования включали в себя сравнительный анализ совокупности метеопараметров и биоклиматических характеристик для ряда метеостанций, расположенных в радиусе 300 км от РоАЭС; оценку влияния биоклиматической составляющей на здоровье населения прибрежной территории ЦВ.

Использованные материалы

В качестве объектов исследования рассматривались климатические режимы четырех метеостанций юга России, в том числе Цимлянска, Ростова-на-Дону, Таганрога и Калача-на-Дону. Сравнительный анализ режимов позволил установить специфические биоклиматические особенности, характерные для прибрежной части ЦВ, в том числе, для места расположения Ро АЭС. Временные границы анализируемого периода определялись, с одной стороны, началом работы РоАЭС (2001 г), с другой – имеющейся метеоинформацией. В данной работе анализировались данные за 2001, 2002, 2003, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010 гг. Исходными материалами для исследования были временные ряды среднесуточных температур воздуха, относительной влажности и скорости ветра (4,5), среднегодовые показатели смертности населения г. Волгодонска, находящегося в непосредственной близости от Цимлянска (6).

Методы исследования биоклиматических условий

Определение биоклиматических характеристик. Известно около 30 биоклиматических показателей, отражающих различные подходы к оценке комфортного состояния человека при воздействии на него комплекса метеорологических факторов (2). В данной работе для каждого года нами определялось общее количество климатически комфортных дней ($К_к$), количество дискомфортно жарких ($К_ж$) и дискомфортно холодных дней ($К_х$). Для определения величины $К_к$ использовали показатель эффективной температуры ЭТ, °С. Расчет ЭТ для каждого дня рассматриваемого периода производился по формуле 1:

$$ЭТ=t-0,4(t-10)(1-0,01f) \quad (1)$$

где *t*- температура воздуха, °С; *f* – относительная влажность воздуха, %. Затем для каждого конкретного года определяли количество климатически комфортных дней, для которых 13,5°С ≤ЭТ≤18°С (2).

Биоклиматическую оценку теплого сезона осуществляли с помощью показателя эквивалентно эффективной температуры (ЕТ), учитывающего комплексное влияние на человека температуры, влажности воздуха и скорости ветра. ЕТ рассчитывали по формуле Миссенарда:

$$ET = 37 - \frac{37-t}{0,68-0,0014f+\frac{1}{1,76+1,4v^{0,75}}} - 0,29t(1-0,01f) \quad (2)$$

В качестве дискомфортно жарких идентифицировались дни с ЕТ ≥24°С(2).

Оценка холодного периода осуществлялась с помощью показателя приведенной температуры по Адаменко и Хайруллину (tприв), характеризующего теплопотери человеческого организма и рассчитываемого по формуле 3:

$$t_{прив}=t-8{,}2^{*}\ v^{0{,}5} \qquad (3)$$

где $t_{прив}$ – приведенная температура, ^{0}С; t – фактическая температура воздуха, °С; v – скорость ветра, м/с. В качестве дискомфортно холодных нами рассматривались дни с $t_{прив}\leq$-28 °С (2).

Сравнительный анализ совокупности показателей. Сравнивались как среднемноголетние значения метеопараметров и рассчитанных на их основе биоклиматических показателей, так и динамика их межгодовых изменений. Сопоставление динамик проводили на основании их графической интерпретации и с помощью корреляционно-регрессионного анализа. Установлены коэффициенты уравнений линейных регрессий, характеризующие силу зависимостей, и коэффициенты детерминации R^2, свидетельствующие об их качестве. При проведении статистического анализа использовали компьютерный пакет Statistica 7.

Результаты исследований и их обсуждение

В таблице 1 приведены характеристики рассматриваемых метеостанций, свидетельствующие об их географическом положении и климатических особенностях. Условные обозначения параметров соответствуют таковым в формулах 1–3. Вследствие более северного расположения Цимлянска и Калача-на-Дону климат на побережье ЦВ холоднее и засушливее, количество дискомфортно жарких дней в году меньше, а дискомфортно холодных дней – больше, чем в Ростове-на-Дону и Таганроге. Отличия в количестве климатически комфортных дней для отдельных станций выражены не столь ярко.

Таблица 1

Расположение метеостанций и их климатические характеристики

Название станции	Координаты	Среднемноголетние значения параметров за период						
		1952–1981 гг.	2001–2010 гг.					
		t,°C	t, °C	f, %	v, м/с	$К_к$	$К_ж$	$К_х$
Цимлянск	47°44'N, 42°15'E	8,9±0,4	10,4±0,5	69,6±1,4	2,8±0,2	54,5±6,1	9,3±3,7	9,6±4,8
Калач-на-Дону	48°41'N, 43°32'E	6,6±0,4	9,5±0,4	67,3±2,4	3,9±0,2	56,2±6,7	8,1±2,7	17,6±4,9
Ростов	47°16'N, 39°49'E	9,6±0,4	10,6±0,6	69,8±1,2	3,3±0,8	57,2±5,6	10,5±3,3	9,2±4,9
Таганрог	47°12'N, 38°57'E	9,6±0,4	11,2±0,5	72,1±1,6	3,0±0,1	53,3±5,9	11,3±3,7	4,7±4,8

Температура воздуха в нижнем бьефе ЦВ (Цимлянск, вблизи РоАЭС) выше, чем в верхнем (Калач-на-Дону). Теоретически данная особенность может быть объяснена как тепловым загрязнением РоАЭС, так и разным широтным расположением метеостанций. Проведенные нами ранее исследования многолетних климатических изменений в прибрежной части ЦВ (Шаврак, 2011) свидетельствуют о проявлении аналогичных особенностей и ранее, в период, предшествовавший пуску РоАЭС (1952–1981 гг). Таким образом, более мягкие, по сравнению с Калачом-на-Дону, климатические условия в Цимлянске, скорее всего, определяются его более южным географическим расположением.

На рис. 1 показаны межгодовые изменения биоклиматических характеристик. В 2001–2003 гг на всех станциях отмечались относительно мягкие климатические условия. Количество климатически комфортных дней в году составляло 55–60 дней, дискомфортно жарких дней – 5–10, дискомфортно холодных – 10–15. В 2007 и 2010 гг. наблюдается резкое уменьшение количества климатически комфортных дней на 25–30 % при одновременном увеличении количества дискомфортно жарких

дней в 1,5–2 раза. В 2010 году увеличивается также количество очень холодных дней. Наблюдаемые тенденции отмечены для всех метеостанций. Сходство межгодовой динамики изменения климатических и биоклиматических характеристик Цимлянска, находящегося в непосредственной близости от РоАЭС, с другими рассматриваемыми станциями (рис. 1), свидетельствует о незначительности воздействия локального теплового загрязнения РоАЭС на климат прибрежной части ЦВ в 2001–2010 гг.

В непосредственной близости от метеостанции Цимлянск и РоАЭС располагается крупный промышленный центр Ростовской области г. Волгодонск. В ходе исследования были рассмотрены корреляционные связи между показателями смертности населения г. Волгодонска (А, случаев на 1000 человек населения) в рассматриваемый период и величинами $К_{к,,}$ $К_{ж}$ и $К_{х}$(дней в году),построены соответствующие модели.

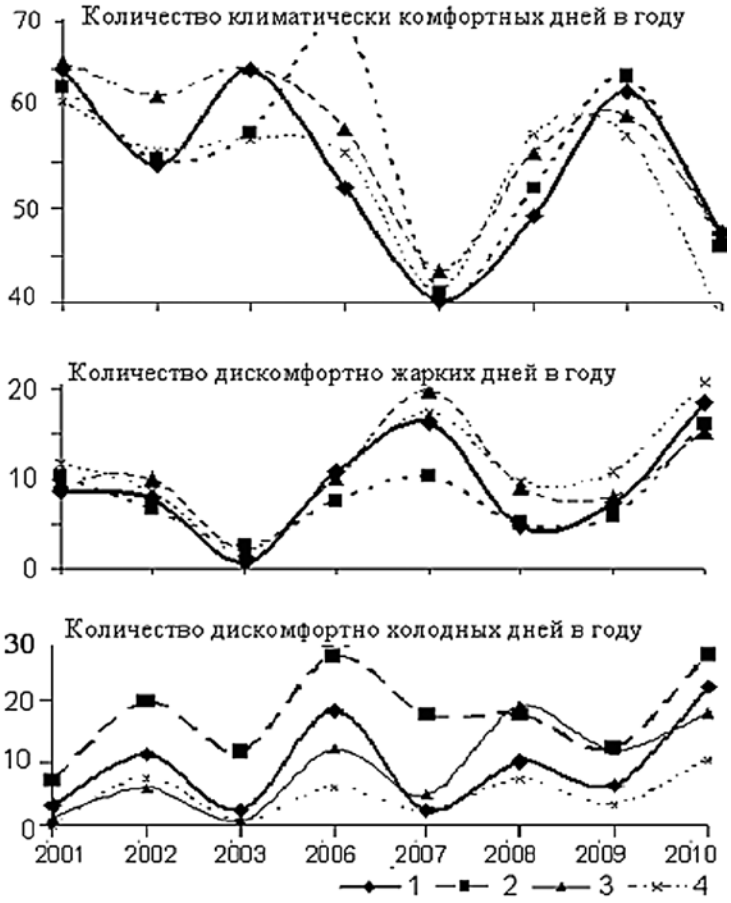


Рис. 1. Динамика биоклиматических характеристик.
1 – Цимлянск, 2 – Калач, 3 – Ростов, 4 – Таганрог

Статистической значимостью и удовлетворительным качеством (коэффициент детерминации R^2 =0,75) обладает только положительная корреляция смертности с количеством дискомфортно холодных дней в году. Согласно этой модели, увеличение количества дискомфортно холодных дней в году на 1 день способствует росту смертности на 0,06 случаев в расчете на тысячу населения. Несмотря на низкое качество остальных моделей, их уравнения свидетельствуют об увеличении смертности с ростом количества дискомфортно жарких дней и уменьшением количества климатически комфортных дней.

Поскольку в холодном сезоне на всей территории ЮФО создаются дискомфортные условия от «умеренно раздражающих» до «сильно раздражающих», в то время как в теплое время практически на всей территории наблюдаются комфортные условия (Андреев, 2007), можно предполагать, что холодовой стресс является наиболее существенным из климатических факторов риска, способствующим росту смертности жителей г. Волгодонска в 2001–2010 гг.

Выводы

В ходе анализа совокупности метеопараметров и биоклиматических характеристик установлено, что локальное техногенное тепловое загрязнение РоАЭС в 2001–2010 гг. не оказывало сколь-нибудь значимого влияния на формирование биоклиматических особенностей прибрежной части ЦВ.

Более северное, с географической точки зрения, расположение станций, находящихся на побережье (Цимлянск и Калач – на-Дону), способствовало тому, что здесь, по сравнению с Ростовом и Таганрогом, отмечено меньшее количество дискомфортно жарких дней в году при одновременном увеличении дискомфортно холодных дней.

В 2007 и 2010 гг на всех рассматриваемых станциях отмечены значительный рост среднегодовой температуры воздуха, уменьшение количества климатически комфортных дней при одновременном увеличении дискомфортно жарких дней. В 2010 году на фоне увеличения относительной влажности воздуха возросло также количество очень холодных дней.

Показано, что наиболее существенным биоклиматическим фактором риска здоровью людей, проживающих вблизи РоАЭС, в 2001–2010 гг. являлся холодовой стресс.

Список литературы

1. *Андреев С.С.* Оценка пространственно-временного распределения климатической комфортности территории Южного федерального округа. СПб.: Изд-во РГГМУ, 2007. 131 с.
2. Руководство по специализированному обслуживанию экономики климатической информацией, продукцией и услугами/Под редакцией д-ра геогр.наук, профессора Н.В. Кобышевой. СПб., 2008. 336 с.
3. *Шаврак Е.И.* Особенности многолетних климатических изменений в прибрежной части Цимлянского водохранилища//Наука в современном мире: материалы 4 Международной научно-практической конференции. Москва, 2011. С. 191–195.
4. URL: http://meteo.infospace.ru/win/wcarch/html/r_sel_admin.sht?country (дата обращения 15.02.2011).
5. URL: http://rp5.ru/map/3/0/0/ru (дата обращения 20.02.2011).
6. URL: www.volgodonskgorod.ru/files/demografia_2010.(дата обращения 20.03.2011).

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В ГОРНЫХ ЛЕСАХ ПРИЧЕРНОМОРЬЯ

Шагаров Л.М.
Сочинский государственный университет, Сочи, Россия

ENVIRONMENTAL BASIS OF NATURE MANAGEMENT OF THE BLACK SEA COASTAL MONTANE FORESTS

Shagarov L.M.
Sochi State University, Sochi, Russia
lev049@me.com

Освоение лесных ресурсов горных территорий сопряжено с решением сложных лесоводственных, экологических и технических проблем. В результате многолетнего эксперимента на лесогидрологических стационарах (ЛГС) установлено, что при горных лесозаготовках наибольшее влияние на экологический потенциал, состав и продуктивность нового поколения леса оказывают применяемые способы рубок и технологии лесосечно-транспортных операций. Использование наземных способов трелевки древесины сопровождается значительными негативными последствиями. В связи с уплотнением и разрушением почвенного покрова, развитием эрозионных процессов, сменой пород, снижаются продуктивность и качественные показатели нового поколения леса. Нарушается гидрологический режим горных рек. Интересы охраны окружающей среды, устойчивого развития и качественного воспроизводства имеют принципиальное значение при освоении ресурсов горных лесов. В последнее время произошло смещение акцента с ресурсного потенциала на многоцелевое неистощительное лесопользование, в рамках которого оптимизация использования полезных свойств леса и непокрытых лесом земель связана с необходимостью сохранения и восстановления экологических и социальных функций леса, а также качественным воспроизводством всех других лесных ресурсов. Такой подход в полной мере соответствует концепции экологического лесопользования. В этой связи автором были сформулированы основные направления стабилизации экологического потенциала горных лесных экосистем при многоцелевом использовании лесных ресурсов:

- непрерывное совершенствование и контроль исполнения установленных правил и наставлений по лесопользованию;
- лесоустройство горных лесов по водосборам;
- организация рубок леса средосберегающими технологиями;
- повышение качественной продуктивности вторичных лесов;
- научное обеспечение ведения лесного хозяйства в горных условиях.

Реализация вышеизложенных направлений невозможна без оценки и прогнозирования качественного и продукционного потенциала новых поколений леса.

Как показали исследования, в водосборных бассейнах рек Псекупс и Пшеха площадь молодняков, качественная структура и продуктивность нового поколения леса тесно связаны с лесорастительными условиями площадей рубок. На большей части вырубок насаждений дуба скального в свежей группе типов леса (СВДС) преобладает главная порода (83,2 %). Смена пород произошла на 16,8 % площадей рубок. Смена коренной породы происходит преимущественно на граб и осину. При этом на долю грабовников приходится 8,9 % площади молодняков, осинников 7,2 %. Из общей площади молодняков, возобновившихся дубом, на 46 % в возобновлении преобладает дуб порослевого происхождения.

В группах типов леса сухие и очень сухие дубняки дуба скального (СХДС и ОСДС) в молодняках практически доминирует дуб, однако количество площадей, на которых насаждения сформировались порослевым путем, увеличилось и составляет соответственно 79,2 % и 86,2 % от общей площади вырубок.

В насаждениях дуба черешчатого, в свежих условиях (СВДЧ) смена пород преимущественно на граб отмечена на 20,2 % вырубок. Во влажной группе типов леса (ВЛДЧ) этот процесс идет более интенсивно, здесь на 32,7 % площадей в возобновлении господствуют второстепенные породы. В таких условиях доминирующей породой является ольха черная. Порослевых древостоев дуба черешчатого образуется сравнительно мало.

Своеобразно протекают возобновительные процессы на вырубках дуба пушистого, произрастающего в сухих и очень сухих группах типов леса. По имеющимся данным, в таких условиях после рубок, наряду с появлением поросли и самосева осины и граба, происходит интенсивный рост грабинника, скумпии, кизила, что приводит в конечном итоге к снижению продуктивности и деградации насаждений.

Максимальной полноты (0,8–0,9) насаждения дуба скального, как в свежих так и сухих условиях, достигают в возрасте 20–30 лет. Насаждения в свежей группе типов леса отличаются более интенсивном приростом по высоте и запасу. В свежих условиях местопроизрастания доля дуба к 40 годам составляет в среднем 50 %, причем на высокоствольный дуб приходится около 20% и его участие в составе практически не изменяется с возрастом вырубок. Доля низкоствольного дуба с возрастом увеличивается до 30%. В сухой группе типов леса, с увеличением возраста отмечается снижение участия в составе древостоев семенного дуба и значительное повышение доли дуба порослевого происхождения (к 40 годам до 7 единиц).

Насаждения дуба черешчатого достигают максимальной полноты уже к возрасту 11–20 лет. Во влажных условиях они характеризуются более высокими запасами древесины. Однако, если в свежих условиях доля дуба в составе насаждений составляет около 40 %, то во влажных – только 20 %, при этом прослеживается тенденция к ее уменьшению с возрастом насаждений. Это связано со значительным накоплением в составе насаждений второстепенных пород (осины, ольхи, граба) и их интенсивным ростом.

В буковых насаждениях при лесосечной форме хозяйства (сплошные, постепенные рубки) свыше 60 % вырубок возобновилось буком. На 37–39 % площадей доминируют второстепенные породы: в свежей группе типов леса (СВБК) – граб, во влажной (ВЛБК) – ольха. Насаждения с преобладанием бука представлены высокополнотными древостоями, однако участие бука в их составе невелико (Битюков, 2011). В свежей группе типов доля бука достигает 40 %. Во влажных условиях к 30 годам участие в составе бука снижается до 2 единиц. В связи с этой тенденцией проведение рубок ухода здесь является необходимым лесохозяйственным мероприятием. При этом интенсивность ухода должна быть достаточно высокой.

Размеры снижения продуктивности вторичных буковых и дубовых лесов в зависимости от способов рубок, крутизны склонов и технологий лесосечных работ (средний запас буковых насаждений в возрасте 30 лет составляет 90 м^3/га, дубовых – 120 м^3/га) позволяют отметить, зависимость этого показателя от крутизны осваиваемого рубками склона. При применении гусеничных тракторов на лесосечно-транспортных работах потери корневого запаса достигают 16–28 %. Средосберегающие технологии на базе канатных установок снижают эти потери до 2–5 %. Смена семенных насаждений дуба скального на порослевые в свежей группе типов леса уже к 40-летнему возрасту приводит к уменьшению продуктивности на 24 %, при смене на граб – на 19 %, на осину – на 10 %.

Сохранение продукционного потенциала вторичных лесов на уровне коренных насаждений обеспечивается за счет использования средосберегающих технологий на базе канатных систем и вертолетной техники и своевременного проведения всего цикла лесохозяйственных мероприятий.

В целях снижения эрозии почв пасечные волоки должны размещаться применительно к горизонталям склона, а их густота не должна превышать нормативы, устанавливаемые с учетом конкретных лесорастительных условий. Прокладка магистральных тракторных волоков должна осуществляться, как итог разработки специальных проектов по транспортному освоению конкретных водосборных бассейнов. Для снижения уровня средоразрушительных процессов от рубок леса целесообразно ужесточение экономической ответственности за лесоводственно-экологические последствия главных рубок.

Рубки ухода за лесом являются важнейшим лесохозяйственным мероприятием, обеспечивающим формирование породного состава и структуры насаждений, улучшение их качественных характеристик. При этом основными видами указанных мероприятий являются осветления и прочистки (рубки ухода в молодняках).

На основе анализа динамики экосистем горных лесов Черноморского побережья Кавказа, а также предшествующих исследований вопросов природопользования в горных лесах Причерноморья (Коваль, Битюков, 2001) автором были дополнены и уточнены следующие принципы ведения лесного хозяйства в горных лесах, направленного на их многоцелевое неистощительное использование, а также повышение и сохранение водоохранно-защитных функций насаждений:

– комплексный подход к одновременному использованию лесосырьевых ресурсов при максимальном сохранении средозащитных свойств насаждений предусматривает применение таких способов и объемов рубок, а также технологий лесосечных работ, которые не влекут за собой значительные изменения в гидрологическом режиме и водном балансе бассейнов речных систем и малых водосборов региона;
– функциональное районирование территорий по превалирующему признаку значимости насаждений (целевому назначению); так, в приводораздельных частях горных систем следует выделять водоформирующие леса, целевое назначение которых состоит в выполнении функций перевода атмосферных осадков в грунтовый сток и обеспечение равномерности питания горных рек и качества пресных вод;
– дифференцированный подход к различным лесным формациям, типам и группам типов леса, которые определяют не только комплекс лесорастительных условий, но и обладают количественными критериями водоохранной, водорегулирующей и почвозащитной роли, что необходимо учитывать при назначении и проведении лесохозяйственных мероприятий;
– сбалансированное соотношение между лесопользованием и сохранением средозащитных функций горных лесов достигается планированием и ведением лесного хозяйства по водосборным бассейнам рек и малым водосборам, с выполнением всех лесохозяйственных мероприятий в пределах их границ, что должно быть предусмотрено при проведении лесоустройства;
– иерархический подход к организации лесопользования в горных условиях.

Список литературы

1. *Битюков Н.А.* Динамика горных лесных экосистем после рубок в буковых насаждениях Сочинского Причерноморья // Вестник СГУТи КД. 2011. № 2. С. 172–178.
2. *Битюков Н.А.* Экология горных лесов Причерноморья. Сочи: ФГУ НИИгорлесэкол, 2007. 397 с.
3. *Коваль И.П., Битюков Н.А.* Экологические основы пользования лесом на горных водосборах: на примере Северного Кавказа. Краснодар, 2001. 480 с.

ИЗУЧЕНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРИБРЕЖНОЙ ТЕРРИТОРИИ АЗОВСКОГО МОРЯ С ПОМОЩЬЮ КОСМИЧЕСКИХ СНИМКОВ

Шевердяев И.В.
Южный научный центр Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

STUDY OF THE LAND USE OF THE AZOV SEA COASTAL AREA USING SATELLITE IMAGES

Sheverdyaev I.V.
Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia
Ig71089@yandex.ru

Прибрежная территория Азовского моря играет значительную роль в хозяйстве России. Исследуемый участок расположен в пределах 10 километровой полосы вдоль российского берега Азовского моря. Современная структура природно-антропогенных ландшафтов сформировалась на основе физико-географических особенностей территории в ходе ее хозяйственного освоения. Её специфику определяет сочетание территории равнин Северного Приазовья и Азово-Кубанской низменности, дельт Дона и Кубани. Данную территорию можно разделить на четыре части: северное побережье Таганрогского залива, дельта Дона, южное побережье Таганрогского залива и восточное побережье Азовского моря.

В качестве исходных используются мультиспектральные космические снимки со спутника Landsat 5TM за 13 сентября 1984 и 17 августа 2009 (path-row 175–027), полученные из общедоступного некоммерческого архива в сети Internet на сайте http://glcfapp.umiacs.umd.edu:8080 (программа Global Land

Cover Facility Мерилендского университета). Таким образом, был охвачен максимально длительный для данного спутника период времени. Пространственное разрешение снимков 28.5 м/пиксель, что позволяет распознавать на снимке объекты площадью свыше 0,1 га (http://www. gis-lab.info/projects/ss; Гарбук, 1997) и дает возможность выявить даже те изменения территории, которые обладают невысокой скоростью.

В качестве вспомогательных фондовых данных при дешифрировании привлекались топографические и почвенные карты. Для определения высот местности использовались данные со спутника ASTER GDEM (ASTER – усовершенствованный спутниковый радиометр теплового излучения и отражения, GDEM – глобальная цифровая модель рельефа).

Все растровые данные (карты и снимки) были обработаны в программе ENVI 4.7. Топографические карты привязаны в проекции Гаусса-Крюгера (проекция бумажных оригиналов) и произведена их конвертация в проекцию UTM (проекция космических снимков).

На основе наиболее проработанной и широко используемой в настоящее время системы классификации землепользования Европейского Союза CORINE (Coordination of Information on the Environment) выделено 16 типов наземных ландшафтов (Украинский и др., 2010). Используемая классификация включает в себя несколько уровней с различным числом классов, что позволяет получать карты разной детальности. Эта классификация не является частью земельного кадастра. Она создана для получения карт, необходимых в геоэкологических и ландшафтных исследований.

Значительная площадь (4.7 тыс. км^2) и протяжённость исследуемой территории вдоль береговой линии (627 км) требуют ее разделения на более мелкие характерные территории. Для дальнейшей работы это деление было проведено по следующим критериям:

– единообразная геоморфология районов;
– относительная компактность;
– схожесть территориальной структуры;
– общий водосбор.

В результате исследуемая территория была разделена на 9 районов, границы между которыми в общих чертах повторяли локальные водоразделы между водосборами различных частей Азовского моря в соответствии с рисунком 1 (табл. 1).

Рис. 1. Районирование исследуемого участка

Таблица 1.

Морфологические характеристики выделенных районов

Объекты	Части Азовского моря	Районы		Морфометрические характеристики				
		№	Название	Длина берега, км	Крайние точки	Площадь, км^2	Высота, м	
							средняя	макс.
Таганрогский залив	Северное побережье	1	Пограничный	17.8	Государственная граница-Натальевка-Таврический-Марьевка	292.2	30.3	100
		2	Миусский	82.6	Марьевка-Таврический-Натальевка-17й Участок-Русский колодец-Аэродром Таганрога-железная дорога	453.3	30.9	101
		3	Таганрогский	79.8	Беглица-Таганрог-Морской Чулёк-Весёлый	425.8	31.2	102
		Всего		180.2	Украина-дельта Дона	1171.3	30.8	102
	Дельта	4	Дельта Дона	45.4	Весёлый-Азов-Кагальник	318.8	28.8	93
	Южное побережье	5	Азовский	88.9	Азов-Кагальник-Шабельское	783.8	17.3	51
		6	Ейский	64.1	Глафировка-Ейск-Краснофлотский-Большелугский	626.5	17.6	40
		7	Ейско-Должанский	53.8	Ейск-Краснофлотски-Большелугский-Должанская-Мирный	316.3	11.4	28
		Всего		206.8	Дельта Дона-коса Должанская	1726.6	15.4	51
Азовское море	Восточное побережье	8	Должанско-Камышеватский	73.5	Должанская-Камышеватская-Ясенская	502.8	10.5	27
		9	Бейсугский	125.1	Ясенская-Привольная-Приморско-Ахтарск	984.9	10.8	24
		Всего		194.6	Коса Должанская-г. Приморско-Ахтарск	1487.7	10.7	27
ИТОГО				627	Государственная граница с Украиной – г. Приморско-Ахтарск	4704.4	21	102

В целом, в структуре землепользования изменилось свыше 7% или 353 км^2 исследуемой территории, из них: 4.2 км^2 (1%) – в Пограничном районе, 19 км^2 (5%) – в Миусском районе, 32 км^2 (9%) – в Таганрогском районе, 59 км^2 (17%) – в дельте Дона, 50 км^2 (14%) – в Азовском районе, 35 км^2 (10%) – в Ейском районе, 24 км^2 (7%) – в Ейско-Должанском районе, 15 км^2 (4%) – в Должанско-Камышеватском районе и 115 км^2 (33 %) – в Бейсугском районе. Таким образом, наибольшие изменения наблюдаются в районах, относящихся к дельте Дона и Бейсуга-Челбаса. Здесь ведущими стали процессы: переход болотистой растительности в растительность балок, что отражает общее осушение земель и, видимо, связано с изменениями речного стока. Для всей рассматриваемой территории характерно сокращение площадей пашни в пользу естественных ландшафтов – балочной растительности – и в пользу искусственных ландшафтов (в основном застроенных территорий).

Это связано с уменьшением интенсивности сельского хозяйства в период 1984–2009 гг. (в соответствии с рисунком 2) Процесс запустения сельскохозяйственных угодий (переход из пашни в балочную или лиманную растительность) касается в основном ранее распаханных территорий «неудобий» – замкнутых понижений (падей), крутых склонов балок и прочего. Также прослеживается уменьшение количества действующих взлётно-посадочных полос для сельхозавиации, что особенно характерно для южных районов территории. Значительные масштабы на исследуемом участке принимают процессы урбанизации – увеличение застроенных площадей – свыше 70 км^2 (почти 20%) (табл. 2).

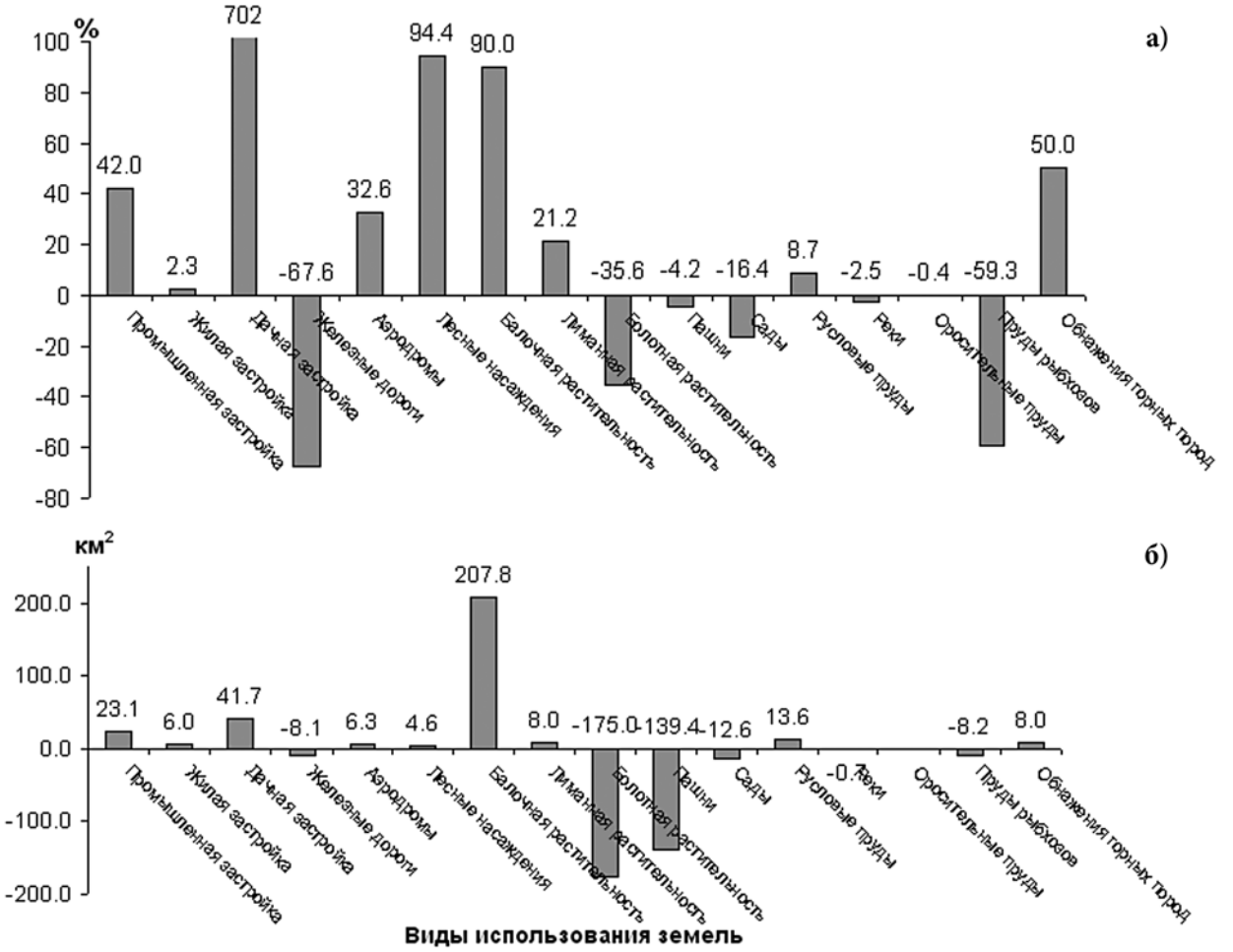


Рис. 2. Динамика изменений в структуре использования земель на всем участке исследований за период 1984–2010 гг. в % (а) и км^2 (б)

Они приурочены в основном к пригородным землям крупных городов (Таганрога, Азова, Приморско-Ахтарска), к крупным транспортным магистралям (Ростов – Таганрог) и к берегам Азовского моря (Таганрог – Беглица, Кагальник – Семибалки). Однако вдали от крупных городов идёт наоборот запустение застроенных территорий. Причём основным признаком развития процессов урбанизации можно считать дачную застройку. Прежняя дачная застройка сменилась жилой, а прежние поля в пригородной зоне – дачами. Ядрами урбанизации становятся крупные города и магистрали между ними.

Структура использования земель на исследуемой территории кардинально не изменилась, однако произошли определённые процессы. Изменилось использование земель для сельскохозяйственных нужд в сторону уменьшение площадей малопригодных для использования. Растут крупные города, населённые пункты вдали от транспортных магистралей и городов пустеют. Изменяется характер стока рек и его использования.

Список литературы

1. *George Xian, Collin Homer, Joyce Fry.* Updating the 2001 National Land Cover Database land cover classification to 2006 by using Landsat imagery change detection methods. Remote Sensing of Environment 113 (2009) 1133–1147
2. *Гарбук, С.В.* Космические системы дистанционного зондирования Земли / С.В. Габрук, В.Е. Гершензон. М.: Издательство А и Б, 1997. 296 с.
3. *Украинский П.А., Шевердяев И.В., Цыганкова А.Е.* Применение разновременных космоснимков для изучения трансформации ландшафтов береговой зоны Таганрогского залива // Сборник трудов VI Международной научно-практической конференции «Экологические проблемы. Взгляд в будущее» (5–8 сентября 2010 г., СОЛ «Лиманчик»). Ростов-на-Дону, 2010. С. 392–395.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ФОНОВЫХ И ИМПАКТНЫХ РАЙОНОВ БАРЕНЦЕВОМОРСКОГО ПРИБРЕЖЬЯ

Широколобова Т.И.

Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН, Мурманск, Россия

MICROBIOLOGICAL MONITORING OF THE BACKGROUND AND IMPACT REGIONS OF THE BARENTS SEA COAST

Shirokolobova T.I.

Murmansk Marine Biological Institute KSC RAS, Murmansk, Russia
shirokolobova@mmbi.info

Масштабы современного природопользования в Арктике и охрана окружающей среды требуют разработки новых, более эффективных технологий мониторинга, позволяющих своевременно выявлять антропогенно обусловленную деградацию морских экосистем, а также устанавливать долгосрочные тенденции в отношении ряда одновременно действующих на них нарушающих факторов.

Активное использование биологических методов в диагностики антропогенных нарушений связано, прежде всего, с быстротой реакции организмов на любые отклонения параметров окружающей среды от нормы. Наиболее информативным компонентом планктонных сообществ, способным реагировать на малейшие изменения экологических условий являются микроорганизмы. Значительная скорость роста и высокие адаптивные возможности делают их наиболее чувствительным индикатором на изменение концентраций органического вещества (ОВ) – базового показателя процессов евтрофикации.

На сегодня значительная часть Мурманского берега (зона Баренцева моря вдоль Кольского полуострова) слабо затронута активной хозяйственной деятельностью человека, что позволяет состояние ее прибрежных экосистем рассматривать как фоновое.

Основными поставщиками ОВ в прибрежные биотопы являются литоральные и пелагические фитоценозы, активно вегетирующие на Мурмане с марта по сентябрь (Кузнецов, Шошина, 2003). В зависимости от величины их первичной продукции трофические показатели вод могут меняться от олиго- до гипертрофных, определяя численность и видовой состав планктонной микрофлоры (Комплексный … 1990).

ММБИ располагает обширным литературным и архивным материалом по структуре, распределению и функциональным показателям бактериальных сообществ фоновых районов. Мониторинг Мурманского прибрежья, включающий многолетний ряд наблюдений в губе Дальнезеленецкой, выявил, что микробиологическая активность в продукционно-деструкционных процессах пелагиали понижалась лишь в зимний период (Байтаз и др., 1996).

Как следует из анализа большого массива данных, для открытых прибрежных участков Мурмана, а также акваторий его губ характерны стабильно высокие значения численности бактериопланктона с диапазоном изменений от сотен тысяч до миллионов клеток в мл (таблица 1). Биомасса, рассчитанная с учетом их объемов, измерялась десятками и сотнями мг/м^3, а ее средние по годам значения варьировали от 179 до 418 мг/м^3 (Комплексный … 1990; Планктон … 1997; Байтаз, 1998).

Таблица 1

Обилие бактериопланктона в водной толще губы Дальнезеленецкой

	Показатели разных лет с 1983 по 1989 гг.	**Литературный источник**
Среднегодовая численность (тыс. кл/мл)	577; 854 644 1300; 558	Байтаз, Песегов, 1991 Планктон … 1997 Байтаз, 1998
Max численности (тыс. кл/мл)	2600; 2100 1600 1300	Кузнецов и др., 1990 Экосистемы … 1996 Байтаз, 1998.
Min численности (тыс. кл/мл)	220; 200 120	Экосистемы … 1996 Планктон … 1997

В глубоководных участках губ показатели микробных сообществ от поверхности ко дну закономерно снижались в среднем на 1–2 порядка, в мелководных – их распределение большую часть года было равномерным. За исключением периодов активного снеготаяния, максимумы обилия бактерий в верхних водных слоях, формировались вслед за вспышками развития микропродуцентов (Экосистемы … 1996).

По итогам многолетнего сезонного мониторинга установлено, что воды Мурманского прибрежья, не затронутые или слабо затронутые антропогенным воздействием, по характеристикам бактериопланктона соответствовали мезотрофным, с приближением к нижней границе евтрофных вод (Планктон … 1997; Байтаз, 1998).

В первом десятилетии XXI века количественные показатели микробных сообществ прибрежных участков, учитываемые сопоставимыми методами, указывали на отсутствие существенных различий с данными ранних исследований. В период с мая по сентябрь (2008 и 2010 гг.) в губах Териберка, Долгая и Корабельная изменения общей численности и биомассы бактериальных клеток достигали 180–2060 тыс/мл и 28.1–918.6 мг/м^3. Их средние по толще значения (820 тыс/мл и 130.3 мг/м^3) соответствовали трофическому статусу вод Мурманского прибрежья, установленному в конце восьмидесятых годов прошлого века.

На фоне детальных исследований бактериопланктонных сообществ прибрежных морских биоценозов микробиологическое состояние акватории Кольского залива – наиболее крупного фиорда на Мурмане, остается слабо изученным. Серьезной проблемой является отсутствие опубликованных данных по общей численности бактериопланктона и многолетней динамике его количественных показателей в южной (эстуарной) зоне залива – наиболее подверженной антропогенным нагрузкам в виде стоков от промышленных предприятий и коммунальных служб города Мурманска. Необходимость тщательного изучения характера этой нагрузки определяется особой уязвимостью его мелководных участков в связи с реальной угрозой кумулятивных эффектов разного рода загрязнителей.

В ходе мониторинга 2002–2003 гг. в пелагиали южной части залива выявлено устойчивое круглогодичное существование двух биотопов, различающихся своими гидрологическими и микробиологическими характеристиками (Мишустина и др, 2006; Ишкулова, 2006; Широколобова, 2009;). Один из них включал поверхностные распресненные воды (соленость около 17 ‰), другой – придонные морские (33 ‰), приближающиеся показателями к водам открытого прибрежья.

Фиксируемое в фазу прилива обилие бактерий изменялось от сотен тысяч до миллионов кл/мл в поверхности и от десятков тысяч до миллиона – у дна, при диапазоне биомасс в исследуемых слоях от десятков миллиграммов до грамма в 1 м^3. Средняя численность бактериопланктона верхнего биотопа (840 тыс. кл/мл) не выходила за пределы максимального среднегодового значения в прибрежье (таблица), биомасса (648.0 мг/м^3) превышала показатели по нему в среднем в 2.4 раза. Количественные характеристики нижнего биотопа (340 тыс. кл/мл и 194.0 мг/м^3) были сопоставимы как с прибрежными, так и открытыми районами моря (Жизнь … 1985; Кузнецов и др., 1990). Полученные в целом низкие средние значения численности, возможно, были обусловлены отсутствием данных по июлю – наиболее продуктивному месяцу в эстуарной зоне залива (Кольский … 2009).

По результатам исследований, проводимых в 2006 г., изменения количественных показателей бактериальных сообществ верхнего и нижнего биотопов в июле составили 1110–3300 тыс. кл/мл,

362.1–1213.9 мг/м^3 и 120–1070 тыс. кл/мл, 41.3–330.4 мг/м^3, соответственно. При этом максимум обилия в поверхности совпадал по времени с появлением в эстуарной зоне автохтонного ОВ в результате массового цветения *Eutreptia lanowii* (Кольский … 2009).

В пространстве верхнего биотопа выявлено увеличением численности и биомассы бактериальных клеток от центрального участка залива (1670 тыс/мл и 495.5 мг/м^3) к западному (2200 тыс/мл и 858.6 мг/м^3) и восточному (2795 тыс. кл/мл и 607.1 мг/м^3) берегам. Наблюдаемое распределение очевидно связано как с усилением «краевого эффекта» в зонах контакта воды и берега, где оптимальное сочетание факторов может увеличивать концентрацию ОВ (Хайлов, 1982), так и с большей антропогенной нагрузкой на восточный берег от портовых сооружений и коммунальных служб Мурманска. В придонном биотопе, с глубинами от 14 до 26 м, минимальные средние показатели характеризовали центральный и западный участки залива (240 тыс. кл/мл, 82 мг/м^3), увеличение фиксировали лишь в восточном направлении (936 тыс. кл/мл, 254 мг/м3).

Средняя численность и биомасса бактериопланктона верхнего биотопа в июле (2310 тыс. кл/мл, 646.8 мг/м^3) соответствовала уровню развития микробных сообществ евтрофных вод (Сорокин, 1977; Заика, 2003) и в 4 раза превышали показатели нижнего биотопа (590 тыс. кл/мл, 167.6 мг/м^3). Гидрологические измерения, выполненные на вдольбереговых участках в 2002–2003 и 2005–2006 гг. показали, что толщина слоя распресненных поверхностных вод варьировала в приливном цикле в среднем от 2 до 5 м (Широколобова, 2009; Кольский … 2009). При средней глубине южной части залива 24 м, значительный объем ее морских вод остается слабоевтрофированным даже в период активизации эстуарных сообществ первичных продуцентов.

Полученные в течение последнего десятилетия значения численности и биомассы бактериальных клеток, усредненные для водной толщи залива и губ Мурманского прибрежья, не превышали пределов, установленных для мезотрофных вод морских акваторий (Сорокин, 1977).

Выявленное сходство структурных характеристик бактериопланктона южной части Кольского залива и фоновых прибрежных районов, позволяет утверждать, что в настоящий период времени тенденций ухудшения состояния пелагиали эстуарной зоны не наблюдается.

Список литературы

1. *Байтаз В.А., Байтаз О.Н.* Методы обработки проб в водной микробиологии. Апатиты: КНЦ РАН, 1995. 44 с.
2. *Байтаз В.А., Байтаз О.Н., Мишустина И.Е.* Морфометрия клеток, численность и биомасса основных морфометрических групп бактериопланктона Баренцева моря // Океанология, 1996. т. 36, № 6. с. 883–887.
3. *Байтаз О.Н.* Пространственно-временная изменчивость бактериопланктона Баренцева моря. Автореф. канд.дисс. М., 1998. 25 с.
4. *Байтаз В.А., Песегов В.Г.* Бактериопланктон прибрежной зоны Мурмана // Экологическая ситуация и охрана флоры и фауны Баренцева моря. Апатиты: КНЦ РАН, 1991. С. 143–146.
5. *Заика В.Е.* О трофическом статусе пелагических экосистем в разных регионах Черного моря // Морской экологический журнал, 2003. Т. 2, № 1. с. 5–11.
6. *Ишкулова Т.Г.* Суточные изменения гидрохимических параметров в водных массах Кольского залива в осенний период // Докл. РАН, 2006. Т. 407, № 5. С. 712–714.
7. Жизнь и условия ее существования в пелагиали Баренцева моря. Апатиты: КФ АН СССР, 1985. С. 220
8. Кольский залив: океанография, биология, экосистемы, полютанты. Апатиты: КНЦ РАН, 1997. 265 с.
9. Кольский залив: освоение и рациональное природопользование. М.: Наука, 2009. 381 с.
10. Комплексный экологический мониторинг в губе Дальнезеленецкая (Баренцево море): летне-осенний период 1989 г. Апатиты: КНЦ АН СССР, 1990. 46 с.
11. *Кузнецов Л.Л., Москвина М.И., Байтаз О.Н., Байтаз В.А.* Сезонная динамика бактерио- и фитопланктона в районе опытно-промышленной ламинариевой плантации губы Дальнезеленецкая Баренцева моря // Структурно-функциональная организация экосистем Баренцева моря. Апатиты: КНЦ РАН, 1990. С. 233–246.
12. *Кузнецов Л.Л., Шошина Е.В.* Фитоценозы Баренцева моря (физиологические и структурные характеристики). Апатиты: КНЦ РАН, 2003. 308 с.

13. *Мишустина И.Е., Бардан С.И., Широколобова Т.И.* Бактериопланктон Кольского залива Баренцева моря (микро- и наноформы) по данным мониторинга 2002–2003 гг. // Изв. РАН, сер. биол., 2006. № 2. С. 148–155.
14. Планктон морей Западной Арктики. Апатиты: КНЦ РАН, 1997. 352 с.
15. *Сорокин Ю.И.* Бактериальная продукция в водоёмах // Общая экология. Биоценология. Гидробиология. Т. 1. М.: ВИНИТИ АН СССР, 1973. С. 47–101.
16. *Хайлов К.М.* Околограничные явления в водоемах и перспективы их использования в биотехнологии // Экология, 1982. № 6. С. 3–9.
17. Экосистемы морей Западной Арктики. Апатиты: КНЦ РАН, 1996. 266 с.

СРАВНЕНИЕ ФАУНИСТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НЕМАТОД НА ПОБЕРЕЖЬЕ ПРЕСНОГО И СОЛЕНОГО ВОДОЕМОВ

Шматко В.Ю.
Кафедра зоологии Южного федерального университета, Ростов-на-Дону, Россия

COMPARISON OF THE COMPLEX OF NEMATODE FAUNA ON THE COAST FRESH AND SALT LAKES

Schmatko V.Yu.
Zoology department Southern Federal University, Rostov-on-Don, Russia,
antijus@gmail.com

Почва – сложная трехфазная среда, она включает минеральные элементы, а так же воду и воздух. В пленках воды вокруг почвенных частиц постоянно обитает множество микроскопических или просто очень мелких животных, относящихся к разным таксонам (нематоды, энхитреиды, тихоходки, коловратки и др.) (Гиляров, 1995). Почвенные нематоды являются неотъемлемым компонентом любого биогеоценоза и вместе с этим играют очень важную роль в функционировании биосферы в качестве самых многочисленных животных на нашей планете. Благодаря консервативным репродуктивным стратегиям популяции нематод сами по себе довольно стабильны, вследствие чего любые изменения таксономической структуры и количественных показателей, являются результатом трансформации среды обитания (Чесунов, 2006). К тому же нематоды могут быть отобраны в почве любого региона, независимо от времени года. При этом не требуется больших по объему образцов и не происходит нарушения исследуемого биотопа (Груздева и др., 2003). Тем не менее, несмотря на все очевидные плюсы использования данной группы в качестве тест-объекта, работы, посвященные фауне нематод в пределах Ростовской области, практически отсутствуют за небольшим исключением (Артохина, 1989; Романенко и др., 2008).

Материалом для данной работы послужили оригинальные сборы, проведенные в буферной зоне государственного природного биосферного заповедника «Ростовский» в 2010 году, на побережье пресного (Лысянский пруд) и солёного водоёмов (озеро Маныч-Гудило в районе Пионерлагеря). Растительный покров в период отбора проб у пруда и представлен и представлен злаками, проективное покрытие не превышало 30 %. У озера пробы отобраны под солеросом (Salicornia europaea L. (1753)), проективное покрытие которого составляло 85–95 %.

Выделение нематод из почвы осуществлялось методом Бермана (Парамонов, 1962), (Гиляров, 1987), экологическое групирование нематод проводилось согласно классификации, принятой в 1993 году (Yeates et al., 1993).

Таксономический состав и численность почвообитающих нематод выделенных из почвенных образцов взятых: на побережье пресного пруда в степи и на побережье озера Маныч-Гудило представлены в таблице 1.

Видовой состав почвообитающих нематод обнаруженных на побережье озера Маныч-Гудило, на территории заповедника «Ростовский» включает 4 вида. Все обнаруженные нами нематоды при-

надлежат к 2 классам (Secernentia, Penetrantia), в составе которых 3 отряда (Rhabditida, Dorylaimida, Tylenchida), 3 семейства, 4 рода. Состав экологических групп показал следующие результаты: бактериофагов – 2 вида, паразитов растений – 2 вида. Доминирующие экологические группы не выявлены в связи с особенностями формирования нематодофауны засоленных участков.

Таблица 1

Таксономический состав и численность почвенных нематод отмеченных в образцах на побережье пресного пруда в степи и на побережье озера Маныч-Гудило

Виды	Экологические группы	Берег соленого водоема, экз/м2	Берег пресного водоема, экз/м2
Acrobeles sparsus (Heyns, 1969)	Бактериофаги	5250	8250
Acrobeles sp.		-	8250
Acrobeloides sp.		-	8250
Eucephalobus sp.		5250	-
Tylenchus sp.	Паразиты растений	5250	16500
T. filiformis (Butschli, 1873)		-	16500
Helicotylenchus sp.		-	8250
H. digonicus (Perry, 1959)		-	8250
Longidorus sp.		5250	-
Aporcelaimus sp.	Хищники	-	16500
Dorylaimus sp.	Всеядные	-	8250

Видовой состав почвообитающих нематод обнаруженных на побережье пресного пруда в степи, на территории заповедника «Ростовский» включает 9 видов. Все обнаруженные нами нематоды принадлежат к 2 классам (Secernentia, Penetrantia), в составе которых 3 отрядов (Dorylaimida, Rhabditida, Tylenchida), 5 семейств, 6 родов. Состав экологических групп почвообитающих нематод показал следующие результаты: паразитов растений – 4 вида, бактериофагов – 3 вида, хищников – 1, всеядных – 1. Доминирующей эколого-трофической группой, в образце на песках как по количеству видов, так и по числу экземпляров на м^2 оказалась группа паразитов растений.

Анализ эколого-трофических групп нематод показал, что в почвенных образцах как с побережья пресного, так и солёного водоёмов 50 % видов являются паразитами растений. В пробах с побережья озера Маныч-Гудило остальные 50 % – бактериофаги, а с берега пруда Лысянский 25 % видов относятся к группе бактериофагов, 17 % – хищников, 8 % – всеядных (рис. 1).

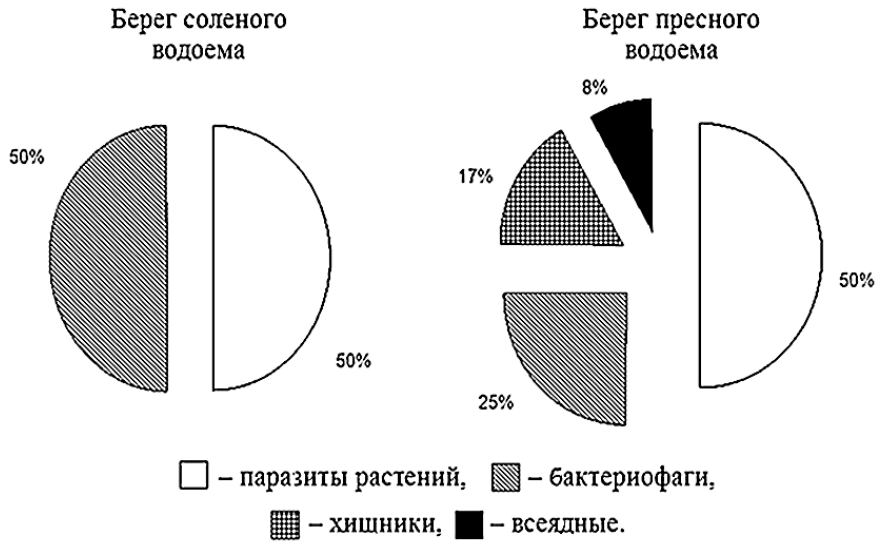


Рис. 1. Соотношение эколого-трофических групп нематод на берегах оз. Маныч-Гудило и пресного пруда в степи

Данное соотношение нематод, скорее всего, связано с тем, что при естественном восстановлении почвенного покрова на начальных этапах сукцессии доминируют устойчивые к неблагоприятным условиям среды виды, имеющие низкие значения по с-р шкале Бонгерса (Bongers, 1990) – бактериофаги. На последующих этапах восстановления почвенного покрова увеличивается численность хищников и паразитов растений (Сущук, 2009).

Список литературы

1. *Артохина В.Г.* Вредность люцерновой нематоды в условиях Нижнего Дона и пути ее снижения. Автореф. дис. … канд с.-х. наук. Ленинград. 1989. 17 с.
2. *Гиляров М.С., Стриганова Б.Р.* Количественные методы в почвенной зоологии. М.: Наука, 1987. 269 с.
3. *Гиляров М.С., Криволуцкий Д.А.* Жизнь в почве 3-е издание. Ростов-на-Дону: изд-во Ростовского университета, 1995. С. 120–127.
4. *Груздева Л.И., Матвеева Е.М., Коваленко Т.Е.* Влияние солей тяжелых металлов на сообщества почвообитающих нематод // Почвоведение. 2003. №5. С. 596–606.
5. *Парамонов А. А.* Основы фитогельминтологии Т. 1. М.: Изд-во. АН СССР, 1962. 480 с.
6. *Романенко Н.Д., Пономаренко А.В., Пономаренко В.А., Попов П.Н., Шматко В.Ю.* Фауна и население почвенных нематод в природных и антропогенных биоценозах Ростовской области // Проблемы почвенной зоологии (Материалы XV Всероссийского совещания по почвенной зоологии). Москва: Т-во науных изданий КМК, 2008. С. 305–306.
7. *Сущук А.А.* Почвенные нематоды трансформированных экосистем Карелии. Автореф. дис. … канд с.-х. наук. Сыктывкар, 2009. 25 с.
8. *Чесунов А.В.* Биология морских нематод. М.: Т-во научных изданий КМК. 2006. 367 с.
9. *Bongers T.* The maturity index: an ecological measure of environmental disturbance based on nematode species composition // Oecologia. 1990. V. 83. P. 14–19.
10. *Yeates G.W., Bongers T., De Goede R.G.M. et al.* Feeding Habits in Soil Nematode Families and Genera – An Outline for Soil Ecologists // Journal of Nematology. 1993. V. 25. № 3. P. 315–331.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ТЕМПЕРАТУР И СОЛЕНОСТИ НА ЭМБРИОНАЛЬНОЕ РАЗВИТИЕ ОПЛОДОТВОРЕННОЙ ИКРЫ РЫБЫ ЧИСТИЛЬЩИКА РАДУЖНОГО ГУБАНА (*LABRUS BERGYLTA*)

Щепак Л.В.[1], Журавлева Н.Г.[2], Оттесен О.[3]

[1]МГТУ, Кафедра биоэкологи, Мурманск, Россия

[2]ММБИ, Мурманск, Россия

[3]University of Nordland, Fakultet for biovitenskap og akvakultur, Bodø,

lakilul@rambler.ru

STUDY OF EFFECTS OF DIFFERENT TEMPERATURES AND SALINITIES ON DEVELOPMENT IN FERTILIZED EGGS OF CLEANER-FISH BALLAN WRASSE (*LABRUS BERGYLTA*)

Shchepak L.V. [1], Zyravleva N.G.[2], Oddvar Ottesen[3]

[1]MSTU, Faculty of Bioecology, Murmansk, Russia

[2]MMBI, Murmansk, Russia

[3]University of Nordland, Fakultet for biovitenskap og akvakultur, Bodø

lakilul@rambler.ru

Норвежские специалисты в области аквакультуры предложили альтернативу химическим методам борьбы с «проблемой морской вши» – использование рыбы чистильщика вида Ballan wrasse *(Labrus bergylta)* – естественного охотника на паразита (Sayer and Treasurer,1996; Per Gunnar Kvenseth and Norsk Sjømatsenter, 2003; Per Gunnar Kvenseth, 2003; Skiftesvik and Bjelland 2003).

Совместное разведение Ballan wrasse вместе с лососем спасает лосося от морской вши, Ballan wrasse съедает микроорганизмы прямо с чешуи лосося (Gracia-López and Kiewek-Martínez, 2004).

Основным препятствием в масштабном использовании Ballan wrasse для аквакультуры, является ограниченность их популяции в дикой природе, которая уменьшается по мере вылова (Sayer and Treasurer,1996).Таким образом, успешное использование экологически чистых мер (использование Ballan wrasse), а не химических средств для борьбы с вшами в море влечет за собой еще одну задачу: обеспечение достаточного количества чистильщика для лососевой марикультуры. А для этого требуется наладить их искусственное воспроизводство.

Успешное выполнение этой задачи во многом будет зависеть от определения оптимальных условий инкубирования икры, для получения жизнеспособного потомства Ballan wrasse (Helvik and Walther, 1993; Morehead and Hart, 2003; Gracia-López and Kiewek-Martínez, 2004; Yang and Chen, 2005). При этом эмбриональное развитие развитие Ballan wrasse не достаточно изучено, а эффекты таких параметров среды как, температура и соленость, вовсе не исследованы.

Главной целью данной работы было изучить раннее эмбриональное развитие наиболее перспективной рыбы чистильщика *Labrus bergylta* (Ballan wrasse), которое не было изучено прежде.

Материалы и методы

Для определения уровня толерантности Ballan wrasse к таким факторам окружающей среды как температура и соленость на раннем этапе эмбрионального развития, были исследованы эффекты действия различных температур и солености на морфометрические характеристики ларв Ballan wrasse, на процент выклева, вариации времени выклева, а также на деформации и отклонения в развитии у ларв в период выклева.

Материал для работы был взят из Морской исследовательской станции университета северной Норвегии (Marine Research Station of University of Nordland, Bodø, Norway). Икра Ballan wrasse была получена от рыб производителей пойманных в Agder (Sørlandet, Norway) и адаптированных к искусственным условиям в течение двух лет на станции. Для эксперимента была выбрана одна кладка с оплодотворенной икрой (95% оплодотворения) на стадии морулы для дальнейшей инкубации в 9ти разных комбинациях температуры и солености: 10°C 26 ‰; 10°C 30 ‰; 10°C 33 ‰; 15°C 26 ‰; 15°C 30 ‰; 15°C 33 ‰; 20°C 26 ‰; 20°C 30 ‰; 20°C 33 ‰.

Эксперимент с инкубированием икры был завершен после наступления вылупления свободных эмбрионов (0 день после выклева), которые были зафиксированы в фиксативе для электронной микроскопии (EM-fixative) для дальнейшего исследования морфометрических характеристик ларв и определения наличия деформаций.

Результаты и обсуждение

Был рассчитан диаметр зафиксированной икры. Рассчитаны следующие морфометрические характеристики ларв (мм), зафиксированных в EM –fixative (Zhang Genyu and Shi Yonghai, 2010):

- Стандартная длинна
- Ширина миотома
- Горизонтальный диаметр глаза
- Длина желточного мешка
- Ширина желточного мешка
- Объем желточного мешка (мм^3)

Также, для каждой из комбинаций исследуемых параметров были рассчитаны:

- Процент выклева
- Время выклева
- Длительность выклева
- Длительность инкубационного периода (в градусоднях)

Личинки губана вылупились из икры, полученной при естественном нересте дикого поймал маточного стада в плену. Процент выклева варьировался от 51,98 % до 84,57 %, и самый высокий был найден в комбинации 15°C температуры и 33 ‰ солености. Размер личинки при выклева, как правило, уменьшался с увеличением температуры. Время инкубации до выклева колебалось в зависимости от температуры: 59,3 градусдней (5 дней инкубации при температуре 15°C), 67,5 градусдней (4 дня при температуре 20°C), 76,3°C градусодней (8 дней при температуре 10°C). В среднем стандартная длина вылупившихся личинок составляла 3,297 ± 0,2 мм.

В эксперименте значительная часть личинок вылупилась асинхронно (в течение 3 дней). Длительность периода выклева (время от выклева первых ларв до последней) была различной для выбранных диапазонов комбинаций температуры и солености. Для выклева личинок инкубированных при температуре 10°C длительность периода выклева составляла 75 часов; при 15 °C – 51 час, а при 20 °C – 48 часов.

Статистический анализ данных показал существенное влияние длительности периода выклева на процент общего выклева личинок.

При инкубации икры в температуре 10°C основная часть личинок вылупились в первый день общего выклева (ранний выклев), но эта тенденция не наблюдалась при инкубации в температурах 15°C и 20°C, где основная часть личинок вылупились на второй день. В контексте искусственного выращивания, вопрос синхронного выклева является очень интересным, потому что день выклева важен для определения стадии развития всех личинок, чтобы вовремя начать их экзогенное кормление (Bjelland and Skiftesvik, 2006).

Личинки, вылупившиеся из икры инкубированной при разных комбинациях температуры и солености, различались по морфометрическим параметрам, а также имели разные типы деформаций, процент встречаемости которых был разный при разных комбинациях условий инкубирования (температуры и солености).Стандартная длина при выклеве в разных температурах, использованных в эксперименте, сильно различалась, начиная от 2,6 мм, заканчивая 3,96 мм.

Полученные результаты позволили выделить 6 основных типов деформаций и дефектов развития личинок радужного губана, которые послужили основой для создания надлежащей классификации дефектов развития вылупившихся личинок, где основные типы деформаций были разделены в дальнейшим на подтипы. Все типы и подтипы деформаций личинки описаны в классификации и подтверждены фотографиями, сделанными с помощью микроскопа Olympus SZ-12 и программы «software program Cell A, Olympus». Наиболее распространенными деформациями только что вылупившихся личинок губана были: осевое искривление позвоночного столба (лордоз и кифоз) и латеральное искривление (сколиоз) позвоночника в брюшной и хвостовой части

Процент вылупившихся личинок с явными деформациями и нарушениями в развитии варьировался от 100% при сочетания условий инкубирования: 20°C и 26 ‰, 20°C 33 ‰; до 65,5% для сочетания самой низкой температуры и солености 15°C 33 ‰. Случаи выклева ларв с тяжелыми пороками развития имели тенденцию к увеличению с ростом температуры инкубирования.

Результаты обработки данных эксперимента (процента выклева, количества и видов деформаций) указывают на то, что оплодотворенная икра радужного губан *Labrus bergylta* (Ballan wrasse) может развиваться до выклева в широком диапазоне солености, но мы заключили, что оптимальная температура для успешного развития оплодотворенной икры лежит в пределах температур от 10°C до 15°C, где был зафиксирован самый высокий коэффициент выклева, и самый низкий процент деформаций личинок.

Данное исследование дает ценную информацию о влиянии различных условиях инкубирования таких, как температура (10, 15, 20 °C) и соленость (26, 30, 33 ‰). А также данная работа может быть полезна для установления требований к условиям инкубирования в коммерческом выращивании радужного губана для достижения оптимального состояния здоровья и дальнейшего роста личинок.

Список литературы

1. *Bjelland, R.M. and. Skiftesvik A.B.* Larval development in European hake (*Merluccius merluccius L.*) reared in a semi-intensive culture system // Aquaculture Research 2006. 37(11): 1117–1129.
2. *Gracia-López V., Kiewek-Martínez M., et al.* Effects of temperature and salinity on artificially reproduced eggs and larvae of the leopard grouper *Mycteroperca rosacea* // Aquaculture2004, 237(1–4): 485–498.
3. *Helvik J.V. and Walther B.T.* Environmental parameters affecting induction of hatching in halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) embryos // Marine Biology 1993,116(1): 39–45.
4. *Morehead D.T. and Hart P.R.* Effect of temperature on hatching success and size of striped trumpeter (*Latris lineata*) larvae // Aquaculture 2003,220(1–4): 595–606.
5. *Per Gunnar Kvenseth, Norsk Sjømatsenter, et al.* Use of wrasse for small salmon // Norsk fiskeoppdrett 2003, 53: 12–16.

6. *Per Gunnar Kvenseth, Johan Andreassen,Villa Leppefisk AS,Johan Solgaard,Villa Miljølaks AS.* Ballan wrasse – strong medicine// Norsk fiskeoppdrett 2003, 53: 18–26
7. *Sayer M., Treasurer W., et al.* Wrasse: biology and use in aquaculture. Oxford, Fishing News Books, 1996.
8. *Skiftesvik A. B. and R. M. Bjelland.* Farming of ballan wrasse (*Labrus bergylta*) // Norsk fiskeoppdrett 2003, 12: 41–44.
9. *Yang Z. and Chen Y.* Effect of temperature on incubation period and hatching success of obscure puffer *Takifugu obscurus* (Abe) eggs// Aquaculture 2005,246(1–4): 173–179.
10. *Zhang Genyu, Shi Yonghai, Zhu Yazhu,Liu Jianzhong, Zang Weiling et al.* Effects of salinity on embryos and larvae of tawny puffer *Takifugu flavidus*// Aquaculture 2010, 302(1–2): 71–75.

МАЛАКОФАУНА КАСПИЙСКОГО МОРЯ В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Янина Т.А., Хомченко Д.С.
Географический факультет Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

MALACOFAUNA OF THE CASPIAN SEA UNDER THE ANTHROPOGENIC EFFECT

Yanina T.A., Khomchenko D.S.
Faculty of Geography, M.V. Lomonosov Moscow State University, Russia
paleo@inbox.ru

Моллюски, являющиеся важной составляющей бентосных экосистем Каспийского моря, чутко реагируют на изменения физико-географических и гидрологических условий бассейна. Их биоразнообразие определяется географическим положением бассейна, параметрами его среды (в первую очередь температурой и соленостью воды; в районах, где колебания солености и температуры незначительны, к основным факторам распространения моллюсков относятся характер грунта и связанные с ним геохимические процессы) и историей его развития. Существенный вклад в структуру биоразнообразия вносит антропогенный фактор, причем его влияние впервые сказалось на малакофауне Каспия уже в первой половине голоцена. В настоящее время оно лишь усиливается.

Материалом для изучения влияния антропогенного фактора на биоразнообразие каспийской малакофауны (начиная с голоцена) послужили данные полевых наблюдений в Туралинском районе Дагестана. В сводном разрезе Турали с наибольшей для всего Каспийского региона полнотой вскрыты голоценовые морские осадки, подстилаемые верхнеплейстоценовыми хвалынскими осадками. Голоценовые отложения отражают сложную историю бассейна в новокаспийское время. Завершают разрез современные каспийские осадки. Среди раковин моллюсков установлены 19 видов 8 родов, представляющих четыре типа фауны: солоноватоводную, слабо солоноватоводную, пресноводную и морскую. Позднехвалынская фауна включает доминирующие *Didacna praetrigonoides* (руководящий для нее вид) и *Dreissena polymorpha*, редкие *D. parallella*, единичные *D. delenda*, *D. subcatillus*, *D. crassa*. Новокаспийская фауна в таксономическом отношении разнообразнее. В основном это солоноватоводные виды рода *Didacna* (среди которых господствуют тригоноидные и крассоидные формы) и эвригалинные морские *Cerastoderma*. Богаче новокаспийская фауна и в количественном отношении – большая часть осадков этого возраста насыщена раковинами. Фауна мангышлакского регрессивного бассейна включает малакофаунистические группировки, по видовому составу сходные с новокаспийскими, но без морского вселенца *Cerastoderma glaucum*: у берегов Дагестана это многочисленные *Didacna baeri, D. barbotdemarnyi, D. longipes, Dreissena elata*, редкие *Monodacna albida*.

Сравнение фаун двух трансгрессивных и разделяющего их регрессивного бассейнов показывает, что, во-первых, самым опресненным из них (10–11 ‰) был позднехвалынский бассейн, о чем свидетельствует широкое распространение в составе его фауны тригоноидных дидакн. Самым соленым (13–14 ‰) был мангышлакский регрессивный водоем, что следует из господства крассоидных дидакн

в составе его фауны. А во-вторых, температура воды позднехвалынского бассейна также была самой низкой, что выразилось в сравнительной тонкостворчатости раковин и их немногочисленности. Температурные реконструкции косвенно подтверждаются данными спорово-пыльцевого анализа.

Смена таксономического состава, видового и количественного разнообразия моллюсков определялась параметрами водной среды, которые в свою очередь зависели от климатических изменений, повлекших не только смену температурных условий бассейнов, но и их уровенного состояния и солености в результате изменения водного баланса в регионе. Завершающие этапы позднехвалынского бассейна, происходившие уже на общем регрессивном фоне в условиях увеличивающейся аридизации климата, привели к осолонению бассейна и первому появлению дидакн крассоидной группы в составе позднехвалынской фауны. Господство их отмечалось в мангышлакском бассейне. Тригоноидные формы, очевидно, пережившие осолонение в устьевых областях рек, широко распространились уже в эпоху новокаспийской трансгрессии наряду с продолжившими свое существование крассоидными видами.

Особенность новокаспийской фауны – появление в ее составе морского (средиземноморского) вида *Cerastoderma glaucum*, существенно повлиявшего на фаунистический облик бассейна. Убедительные доказательства путей проникновения этого вида в Каспий отсутствуют. Никаких геологических, геоморфологических и палеонтологических доказательств функционирования Манычского пролива между Понтом и Каспием в послехвалынскую эпоху в настоящее время не существует. Авторы склоняются к предположению, что *Cerastoderma glaucum* проникли в эпоху максимумального развития новочерноморской трансгрессии Понта, когда в долине Западного Маныча существовал морской залив, заселенный этими моллюсками, а в Манычской депрессии – ряд остаточных соленых озер. Такие озера существовали вплоть до затопления их водами построенных в прошлом веке водохранилищ. Из морского залива по цепочке озер, очевидно, не без помощи человека, употребляющего эти моллюски в пищу, а также использующего их для ритуальных целей (Т.А. Янина изучала образцы раковинного материала из археологических раскопок, в них господствовали церастодермы), этот эврибионтный вид попал в новокаспийский бассейн. (Один из способов его проникновения – лодки древнего человека, доставлявшиеся по рекам из моря в озеро и т.д., о которых упоминается в археологических публикациях.) Таким образом, проникновение морского вида в Каспий было связано с антропогенным фактором еще в первой половине голоцена. Влияние его на каспийскую фауну было существенным: все фации новокаспийских отложений сводного разреза Турали с разной степенью насыщенности содержат раковины этого вида, что объясняется его эвригалинностью и эврибионтностью.

В современных осадках Каспия также широко развиты два других черноморских вида – *Mytilaster lineatus* и *Abra ovata*. Первый занесен в Каспийское море случайно при переброске судов из Азово-Черноморского бассейна во время Гражданской войны в начале XX в. Обладая сходными с *Dreissena* требованиями к субстрату, появление *Mytilaster* привело к вымиранию *Dreissena caspia* и оттеснению *Dr. polymorpha andrusovi* в районы с пониженной соленостью, не доступные конкурентам. Эвригалинный морской вид *Abra ovata* акклиматизирован в Каспии в 1947 г. с целью улучшения кормовой базы осетровых рыб. В настоящее время в донных биоценозах у берегов Дагестана доминируют *Abra ovata*, *Mytilaster lineatus*, *Cerastoderma glaucum*, все они имеют средиземноморское происхождение.

Изменение разнообразия голоценовой малакофауны во времени позволяет заключить:

1) Эволюция биоразнообразия малакофауны Каспийского моря в голоцене определялась параметрами водной среды бассейнов, отражающими климатические изменения, которые повлекли смену температурных условий бассейнов, их уровенного режима и солености в результате изменения водного баланса в регионе. Наиболее ярко изменение таксономического состава, носившего эволюционный характер, видового и количественного разнообразия моллюсков проявились в результате колебаний уровня высшего порядка – хвалынской и новокаспийской трансгрессий, разделенных мангышлакской регрессией (хвалынская и новокаспийская фауны моллюсков). Изменения в составе фаунистических комплексов и подкомплексов, вызванные колебаниями уровня моря более низкого порядка, носили обратимый (миграционный) характер.

2) Существенный вклад в структуру биоразнообразия новокаспийского бассейна внес антропогенный фактор. Уже в первой половине голоцена в Каспии произошло увеличение количества таксонов за счет биологической инвазии средиземноморского вида *Cerastoderma glaucum*. Существенные изменения произошли в количественном распределении таксонов: постепенное увеличение количества особей *Cerastoderma glaucum* и уменьшение каспийских эндемиков рода *Didacna*. На

современном этапе развития фауны имели место биологическая инвазия средиземноморского вида *Mytilaster lineatus* и акклиматизация средиземноморского вида *Abra ovata*. К настоящему времени эти три вида стали господствующими в составе донных биоценозов у берегов Дагестана.

3) Инвазийные виды и виды-акклиматизанты внесли гораздо более существенные изменения в структуру биоразнообразия (уничтожая, вытесняя либо подавляя аборигенные виды), чем это вызвано природными факторами. Очевидно, в результате эволюционного развития от малого числа родственных видов каспийские автохтоны стали обладать универсальными качествами, но слабой специализацией видов, что обеспечило стабильность и относительную устойчивость сообществ к изменениям факторов среды, но сделало их неконкурентоспособными к морским вселенцам.

4) Естественные экосистемы претерпели антропогенную трансформацию, причем в историческое время наблюдается не только быстрое изменение биоразнообразия, но и необратимое изменение водных экосистем. В настоящее время важнейшей в распределении отдельных видов моллюсков в бассейне стала роль антропогенного фактора.

5) Для каспийских эндемиков фактический ареал распространения много меньше, чем их потенциальный ареал, что является важной особенностью современного биоразнообразия малакофауны Каспийского моря.

6) Можно утверждать, что современное развитие малакофауны Каспия, приводя к кажущемуся увеличению биоразнообразия моллюсков за счет появления новых таксонов, на самом деле ведет к потере биоразнообразия на глобальном уровне, превращая уникальные экосистемы Каспия, сформированные за 800 тыс. лет его плейстоценовой истории, в подобие азово-черноморских.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проекты 10–05-00251, 11–05-00093).

ФИТОПЛАНКТОН АКВАТОРИЙ КУРОРТНЫХ ГОРОДОВ СЕВЕРО–ВОСТОЧНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ЧЕРНОГО МОРЯ

Ясакова О.Н.
Институт аридных зон Южного научного центра Российской академии наук, Ростов-на-Дону, Россия

PHYTOPLANKTON OF RESORT CITIES' WATER AREAS IN THE NORTH–EASTERN PART OF THE BLACK SEA

Yasakova O.N.
Institute of Arid Zones of the Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, Russia
yasak71@mail.ru

В 1980–1990 гг. экосистема Черного моря подверглась сильному воздействию естественных и антропогенных факторов, наибольшие изменения произошли в шельфовой зоне моря (Виноградов и др., 2006). Известно, что фитопланктон является ключевым звеном в пищевой цепи и индикатором состояния морских экосистем. В связи с чем, исследование качественных и количественных характеристик фитопланктона в прибрежной зоне моря представляется весьма актуальным. Цель работы – изучение многолетней динамики видового состава и обилия фитопланктона в акваториях курортных городов Анапа и Геленджик, расположенных на северо–восточном шельфе Черного моря.

Материалом для исследования послужили сборы фитопланктона в акваториях курортных городов Анапа и Геленджик в разные сезоны 2005–2011 гг. (с перерывами). Объектами исследований послужили непосредственно акватории бухт, часть станций располагалось на фоновых мористых станциях – за пределами бухт. Проанализировано 70 проб. Для каждого из полигонов вычисляли средние показатели численности и биомассы фитопланктона. Пробы фитопланктона объемом 1–1.5 л собирали с поверхностного слоя воды, сгущали методом обратной мягкой фильтрации через ядерные фильтры с диаметром 1–2 мкм. И фиксировали раствором нейтрального формальдегида до конечной

концентрации 1 %. Клетки фитопланктона просматривали в счетной камере при увеличении х200, х400. Биомассу водорослей оценивали объемным методом, используя оригинальные и литературные данные измерений объема клеток для каждого вида (Брянцева и др., 2005).

В составе фитопланктона бухт Анапы и Геленджик обнаружено 118 таксонов: Bacillariophyceae –25 таксонов, Mediophyceae – 19, Coscinodiscophyceae – 10, Dinophyceae – 47, Prymnesiophyceae – 1, Cryptophyceae – 2, Chrysophyceae – 1, Dictyochophyceae – 2, Euglenophyceae – 3, Chlorophyceae – 4, Prasinophyceae – 1, Cyanophyceae – 3. Наибольшее количество видов отмечено в Анапской бухте – 108 таксонов, включая 2 чужеродных таксона, в Геленджикской бухте – 96 таксонов и 1 чужеродный таксон. Диатомовые и динофитовые водоросли в Анапской бухте преобладали летом (июнь, июль) (40–37 таксонов) и осенью (октябрь, ноябрь) (36–21 таксон), весной (апрель) и зимой (декабрь) их число не превышало 24–19. В Геленджикской бухте количество диатомовых водорослей возрастало в мае, июле (26–30 таксонов), динофитовых водорослей – в июле, сентябре и ноябре (33–34 таксонов), в марте число тех и других снижалось до 3–12 таксонов.

Анапская бухта. В акватории бухты и открытого моря наибольший вклад, как в численность (47–59 %), так и биомассу (62–72 %) фитопланктона вносили диатомовые водоросли. Вторыми по значению были динофитовые водоросли (4–7 % численности и 25–34 % биомассы). В открытой части моря в общей численности возрастала доля кокколитофорид *Emiliania huxleyi* (Lohm.) Hay at Mohler, – 36 %, которые на акватории бухты формировали не более 20 % общей численности. Руководящими видами по численности и биомассе в акватории порта являлись мелкие виды диатомовых водорослей – *Cerataulina pelagica* (Cl.) Hendey, *Skeletonema costatum* (Grev.) Cl., *Chaetoceros curvisetus* Cl., *Chaetoceros affinis* Laud., *Chaetoceros* sp., *Dactyliosolen fragilissimus* (Bergon) Hasle, *Pseudo–nitzschia pseudodelicatissima* (Hasle) Hasle, *Thalassionema nitzschioides* (Grun.) Mereschkowsky; субдоминантными – *Chaetoceros socialis* Laud., *Chaetoceros peruvianus* Brightw., *Leptocylindrus danicus* Cl., *Proboscia alata* (Brightwell) Sundstrom. и *Pseudosolenia calcar–avis* (Schultze) Sundstrom. В открытой части комплекс доминантов состоял из диатомовых водорослей *Cerataulina pelagica, Proboscia alata, Pseudosolenia calcar–avis*, видов рода *Chaetoceros* и примнезиевой водоросли *Emiliania huxleyi.* На уровне субдоминт отмечены диатомовые *Pseudo–nitzschia pseudodelicatissima*, *Thalassionema nitzschioides*, *Hemiaulax hauckii* Grunow ex Van Heurck, *Thalassiothrix frauenfeldii* (Grun) Hallegraef., *Dactyliosolen fragilissimus* (Bergon) Hasle, динофитовые *Scrippsiella trochoidea* (Stein) Balech ex Loeblich, представители родов *Prorocentrum*, *Gymnodinium*, *Gyrodinium.*

Среднемноголетние показатели численности фитопланктона на акватории бухты за весь период исследования составили 165 млн кл./м^3, биомассы – 0.52 г/м^3. Обращает на себя внимание тенденция заметного снижения обилия альгоценозов за последние годы – численности в 1.5 раза, биомассы почти в 3 раза. Если в 2005–2006 гг. средние показатели численности составляли 192 млн кл./м^3, биомассы – 0.74 г/м^3, то в 2009, 2011 гг. их количество уменьшилось в 1.5–3 раза: до 132 млн кл./м^3, биомассы – 0.26 г/м^3. В открытой части численность фитопланктона была в 1.6, а биомасса в 1.8 раза выше, чем на акватории бухты (264 млн кл./м^3, биомасса – 0.93 г/м^3). Значение крупноклеточных видов водорослей было более ощутимым. В последние годы обилие фитопланктона и в открытой акватории моря также заметно снизилось. Если в 2005–2006 гг. средние значения численности и биомассы фитопланктона составляли 343 млн кл./м^3 и 1.37 г/м^3, то в 2009, 2011 гг. они были в 2–3.5 раз меньше: 166 млн кл./м^3 и 0.37 г/м^3 соответственно.

В многолетнем цикле развития фитопланктона отмечено 2–3 пика обилия, которые наблюдались в разные периоды вегетационного сезона: в основном весной и летом, высокие значения биомассы наблюдали также осенью. Общей чертой сезонной сукцессии планктонных альгоценозов являлась значительная межгодовая изменчивость интенсивности пиков численности и биомассы. Значительный подъем в развитии фитопланктона наблюдали в июле 2005, апреле 2006 и июле 2011 гг. Максимальная численность в это время на акватории бухты достигала 271–347 млн кл./м^3, в открытой части моря – 313–869 млн кл./м^3. Пик биомассы в бухте следовал за пиком численности и приходился на ноябрь 2005 г. и апрель 2006 г. (1.22–1.37 г/м^3). В дальнейшем значения биомассы снижались и не превышали 0.51 г/м$^{3.}$ В открытом море максимальные значения биомассы были отмечены с апреля по ноябрь 2006 г. (1.09–2.93 г/м^3), с 2009 г. эти величины не превышали 0.66 г/м^3.

Эвгленовые и синезеленые водоросли, показательные для более загрязненных и опресненных вод, были существенным компонентом фитопланктона бухты, они формировали до 25 % общей численности. Максимальное развитие Cyanophyceae отмечали в весенне–летний период (25–234 млн кл./м^3),

осенью и зимой их количество не превышало 7 млн кл./м^3. С декабря по июль в бухте развивались Euglenophyceae со средней численностью 1–8 млн кл./м^3. Основными доминирующими видами среди них были *Eutreptia lanowii* Steuer и Euglena sp. Надо отметить, что в открытой части моря доля эвгленовых и синезеленых водорослей не превышала 0.5 % от общих значений численности и биомассы. Хризофитовые водоросли, представленные *Dinobryon balticum* (Schutt) Lemm., развивались в основном в открытой части моря с максимальной численностью 5.6 млн кл./м^3 в апреле 2006 г. Виды Dictyochophyceae: *Dictyocha speculum* Ehr. и *Octactis octonaria* (Ehr.) Hovasse также предпочитали открытую часть моря, где встречались эпизодически с весны до осени со средней численностью 0.5–3 млн кл./м^3

Из чужеродных видов фитопланктона в 2005–2006 гг. были зарегистрированы *Thalassiothrix frauenfeldii* и *Lioloma pacificum* (Capp) Hasle (Bacillariophyceae). Обилие первого вида в бухте (2–3 млн кл./м^3) и в открытой части моря (до 16 млн кл./м^3) наблюдали в осенний период (ноябрь) 2005,06 гг. Развитие *Lioloma pacificum* со средней численностью 0.4–1 млн кл./м^3 приходилось на ноябрь 2006 г. В дальнейшем виды более не встречались.

Геленджикская бухта. Наибольший вклад, как в численность (30–76 %), так и биомассу (67–75 %) вносили диатомовые водоросли. Вклад динофитовых водорослей был значим лишь в суммарной биомассе фитопланктона – 19–30 %. В общей численности наряду с диатомовыми водорослями была велика доля примнезиевых, в частности кокколитофориды *E. huxleyi*, причем ее количество (65 %) в открытой части по сравнению с бухтой возрастало в 5 раз. В то же время, синезеленые и эвгленовые водоросли, которые могут служить одним из показателей экологической ситуации интенсивно загрязняемых прибрежных вод, были отмечены только в планктоне бухты (4 % численности и биомассы).

В акватории бухты по численности преобладали мелкие виды диатомовых водорослей – *Chaetoceros curvisetus, Chaetoceros affinis*, *Sceletonema costatum, Thalassionema nitzschioides* и кокколитофориды *Emiliania huxleyi*. На уровне субдоминант развивались диатомовые *Cerataulina pelagica, Chaetoceros socialis, Chaetoceros* sp., *Pseudo–nitzschia pseudodelicatissima, Leptocylindrus danicus, Nitzschia tenuirostris,* динофитовые *Gymnodinium, Prorocentrum,* синезеленые водоросли родов *Oscillatoria* и *Lyngbya.* Весной и летом в небольшом количестве отмечали зеленые родов *Chlamydomonas* и *Pterosperma,* эвгленовые водоросли *Eutreptia lanowii, Eutreptia* sp., *Euglena* sp. Основу биомассы обеспечивали крупные виды диатомовых водорослей *Proboscia alata, Pseudosolenia calcar–avis, Dactyliosolen fragilissimus*, а также представители рода *Chaetoceros* и динофитовых водорослей родов *Neoceratium, Prorocentrum, Scrippsiella*. Следует отметить сходство доминантного комплекса видов с таковым на акватории бухты, за исключением нескольких видов, которые в открытой части почти полностью исчезали из состава (диатомовые *S. costatum,* синезеленые водоросли), либо интенсивно вегетировали, как примнезиевые *E. huxleyi* и диктиоховые водоросли *Dictyocha speculum*. В открытой части закономерно увеличивалась доля крупных видов, таких как *Dactyliosolen fragillissimus, Pseudosolenia calcar–avis, Dytilum brightwellii* (T.West) Grunow, *Proboscia alata, Melosira moniliformis* (O.F.Müller) C.Agardh. Доля диатомовой водоросли *S. costatum*, по обилию которой судят об уровне трофии вод, сине–зеленых и эвгленовых водорослей в общей численности была ≤ 3 %.

Среднемноголетние показатели численности фитопланктона на акватории бухты за весь период исследования составили 204 млн кл./м^3, биомассы – 0.54 г/м^3. В 2005–06 гг. средние показатели численности составляли 241 млн кл./м^3, биомассы – 0.66 г/м^3, в 2009–2011 гг. их количество уменьшилось почти в 2 раза: 129 млн кл./м^3, биомассы – 0.30 г/м^3. В открытой части, подверженной меньшей антропогенной нагрузке, численность и биомасса фитопланктона были в 1.8 раз выше, чем на акватории бухты (377 млн кл./м^3, 1.0 г/м^3). В открытой части моря в последние годы также как и в бухте наблюдалось снижение количественных показателей фитопланктона в 2.4–2.8 раз: с 468 млн кл./м^3, биомассы – 1.28 г/м^3, отмеченных в 2005–06 гг. до 196 млн кл./м^3 и 0.45 г/м^3 – в 2009, 2011 гг.

В цикле развития фитопланктона отмечено 3–4 пика обилия: ранней и поздней весной, летом. Диатомовые водоросли встречались в планктоне района исследования круглогодично, но основной пик их обилия был приурочен к началу (март) – концу (май) весны и лету (июль). Из чужеродных видов фитопланктона в районе Геленджика весной и осенью 2005 г. развивался *Thalassiothrix frauenfeldii*. Обилие вида в бухте (3.3 млн кл./м^3) и в открытой части моря (2.6 млн кл./м^3) наблюдали в марте, в сентябре численность его несколько снизилась (до 0.2–1.2 млн кл./м^3). Еще одна вспышка вида была (3.2 млн кл./м^3) зарегистрирована в открытой части моря в июле 2006 г., в дальнейшем вид более не встречался.

Исследования фитопланктона, проведенные в 1988 году Южным отделением ИО РАН, выявили значительное увеличение среднегодовых показателей численности и биомассы фитопланктона в Геленджикской бухте (соответственно в 2,5 и 11,5 раз) за десятилетний период. Среднегодовые показатели численности водорослей в 1988 г. составили 227 млн кл./м^3, а биомассы – 0.59 г/м^3 (Вишневский, 1991). Наши исследования, проведенные в период 2005–10 гг. также обнаружили значительное количественное развитие (204 млн кл./м^3, биомассы – 0.54 г/м^3) фитопланктона на акватории исследуемой бухты, что, вероятно, было связано с растущей антропогенной, в том числе рекреационной нагрузкой на ее акваторию. Величины количественного развития фитопланктона в Анапской бухте, отмеченные в период исследований, были несколько ниже: 165 млн кл./м^3, биомассы – 0.52 г/м^3.

Список литературы

1. *Брянцева Ю. В., Лях А. М., Сергеева А. В.* Расчет объемов и площадей поверхности одноклеточных водорослей Черного моря. Севастополь, 2005. 25 с.
2. *Виноградов М.Е, Лебедева Л.П., Лукашева Т.А., Анохина Л.Л.* Состояние сообществ прибрежного мезопланктона северо–восточной части Черного моря в 2005 г. // Океанология. 2006. Т. 46. № 6. С. 868–877.
3. *Вишневский С.Л., Милилян Н.С., Козлов Ю.И., Елецкий Б.Д., Ткаченко Ю.Ю., Коновалов С.Н.* Состояние экосистемы Геленджикской бухты на современном этапе // Тез. докл. «Актуальные вопросы экологии и охраны природных экосистем Черноморского побережья». 1991. С. 42–43.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ КАРТИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОД В РЕКАХ ПОБЕРЕЖЬЯ ВОСТОЧНОГО СРЕДИЗЕМНОМОРЬЯ

Баринова С.С.
Институт эволюции, Университет Хайфы, Хайфа, Израиль

ECOLOGICAL MAPPING OF WATER QUALITY IN THE EASTERN MEDITERRANEAN COASTAL RIVERS

Barinova S.S.
Institute of Evolution, University of Haifa, Haifa, Israel
barinova@research.haifa.ac.il

Israeli rivers are small and located mostly in the northern part of the country flowing from the Judean Mountains across the coastal plans (as the "coastal rivers") to the Mediterranean Sea (Figure 1). The algae of Israeli rivers are regularly studied since 2001. So far, the Israeli Ministry of Environment does not include biological parameters in the monitoring survey system for rivers. It is real impact that doing coastal rivers to the sea water if these rivers are polluted. From other hand pollution of the river water can be sourced not only all year round but also seasonally dependent. In any case the bioindication system for the sea water is so far from exhaustive but river water pollution has few systems for assessment and monitoring of water quality. The major part of bioindication occupied the algal species. In assessment is used not only species present-absent list but each species abundance in communities also. But abundances of species are related with water quality. In this case water quality in the river is a result of wastewater input, secondary pollution from the sediments, air pollution in the river basin, and diffused pollution in the catchment territory, which come to the river with precipitations. Therefore, it is important to reveal the relationship between processes occurring on the territory of algal community habitation and its diversity which is possible by means of the analysis of indicator species. First of all, a territory of algal community habitation should be defined. In the case of vascular plants, the relief of the earth surface determines the borders of flora's territory. On our mind, this approach can be applied in algology. Spatially, water objects are differentiated on the collecting basins within which a complex of the existing macro-environmental, climatic in particular, factors determines influence of the environment on algal diversity (Meybeck and Helmer, 1989). The basin can be large belonging to a long river as well as comparatively small belonging to a tributary.

Fig. 1. Map of rivers in Israel (after Bar-Or, 2000)

Moreover, both the river and its basin can be divided transversally on sequential parts of descending relief. It gives a succession of territories subjected to the influence of the upper located site. More of them, coastal rivers move pollution from the territory of its basin to the sea. Therefore, it is important to know where is the source of pollution, in which periodicity pollution input to the sea and how large is self-purification possibility of the river ecosystem. Factors influencing water ecosystem can be both native and anthropogenic occurring as a result of the territory transformation or economic management.

The anthropogenic pressure directly changes the status of aquatic ecosystem (Common … 2003). It causes changes of environmental and biotic characteristics associated with the change of trophic base of a water object. Therefore, parameters of water ecosystems are associated with the level of pressure on the water collecting basin. Calculation of the pressure of biogenic elements on the water collecting area, for example, allows evaluating the influence of an outlet on the status of water ecosystem. Apart from biogenic elements, there are many other environmental factors in the water collecting basin neutrally or toxically influencing the status of water ecosystem (Баринова и др., 2006; Lysenko et al., 1995; Detenbeck et al., 2000). Therefore, for proper assessment of the water ecosystem status and revealing the direction of processes occurring here, it is necessary to consider the water object and its water collecting basin as a one whole system. We treat such approach in the assessment of the water ecosystem status as a basin approach. It includes complex evaluation of the data on biogenic and toxic elements from the whole basin territory together with the data on these elements in the water, aquatic and terrestrial organisms, and bottom sediments.

During the water quality indices calculation and evaluating the stage of aquatic ecosystem development based on the bioindicational criteria, a concrete region of the water collecting basin is defined which is responsible for the definite state of the river ecosystem, and the source of toxic impact can be revealed.

During last decades, the basin approach has been widely used both in Russia and EU (Корытный, 2001; Common…, 2003) because it in-system combines the information about all native and anthropogenic processes occurring spatially and temporally within the territory of surface water drainage and validates the decision making in the natural management. This approach includes mapping of the water chemistry assessments obtained along the river sections and in the sites within its basin. We are extending the system of mapping of the water chemistry and hydrobiological data in the following way. A station on the stream where the water chemistry and hydrobiological parameters have been measured is considered as a characteristic for the water collecting area of this station (till the upper located station) and for the stream within it. Thus, two mapping approaches based on the station data can be used: (i) linear along the stream and (ii) water-collecting through the water collecting area. The former is employed in the EU countries; we use and recommend the latter allowing the combined evaluation of the operating territorial parameters and parameters of water ecosystems within the basin area for the complex ecological assessment.

The basin approach in data interpretation is closely associated with the in-system approach to the assessment of the water ecosystem status. Water ecosystem in this case is treated as a unity of environment and biota, therefore, the assessment is conducted on a base of the successional model of the aquatic ecosystem functioning which includes both environmental (more than 100 parameters) and biotic characteristics (Баринова и др., 2006; Barinova, 2011). The assessment is conducted according to a definite scheme depending on aims and/or kind of monitoring for obtaining necessary and sufficient information about the status of water ecosystem in order to predict and direct its development. The model allows determining the risk level

for water ecosystems whereas the basin approach can differentiate the corresponding regions on the water collecting area. Finally, the results are expressed in the electronic basin maps (Баринова и др., 2006; Barinova, 2011) and the GIS format is the most advanced form of these maps (Common … 2003). For Commonwealt h of Independent States, the electronic basin map was developed together with calculations and comparisons of the assessments made on a base of the eutrophic and acidification blocks. The results of the mapping show that major part of the small river basins in the European part of Russia in 1999 was under the influence of toxic matter and the river ecosystems did not cope with this impact.

As an example of the assessment of a small river basin, the mapping of the water quality classification by means of saprobity indexes calculated for the coastal rivers in Israel. Analysis of combined maps of the environmental impact and ecosystem respond allowed defining the regions with water quality different from native and considering the different sources of the impact for each river.

For a complex basin assessment, comprehensive information should be collected according to the scheme (on Fig. 34 in Баринова и др., 2006) as it has been done for analysis of the ecological situation in the Eastern Mediterranean coastal rivers. The following characteristics were examined: concentration of metals in the water and bottom silt; concentration of heavy organic matter in the water; diversity of algae and macro invertebrates; concentration of trophic elements and toxicants; and distribution of effluents and discharges over the basin. Additionally, the bio-indication and biotest were performed. Basin mapping of the results of the water ecosystem assessment revealed correlation between the concentration of heavy metals, toxic impact on the ecosystem, and the area of effluent from one of the chimneys of the coastal power stations.

In the mapping, the color scale for a stream (in our case also for the corresponding basin region) approved in EU can be used (Table 1). Colors on the map vary from blue to red depend on trophic status of the river region (Common … 2003) or its status for the system of the risk evaluation (Detenbeck et al., 2000).

Table 1

Color codes of the EU scale according to ecological status and class of water quality

Class of water quality	Ecological status	Color code
I	high	blue
II	good	green
III	middle	yellow
IV	low	orange
V	bad	red

Finally, the comparison is made between the maps of impacts, classification of the water ecosystem status, and classification of the water quality. According to the results of ecological mapping, regions or territories are determined where water ecosystems are subjected to risk (Common … 2003b). In these regions, similar but more detailed investigation is performed.

The density-diversity indices can help for monitor stability of revealed situation on the river basin. According to Sumita (1986), the river pollution index is stable as long as the pressure on water object is stable and can be used in integral characterization of the water object. Based on our experience (Баринова и др., 2006; Barinova, 2011), it is possible to calculate the integral indexes not only for the assessment of river organic pollution but also using water chemical parameters. In that case, the aforementioned relative stability of the integral indexes is also manifested. For example, for the Israeli coastal Yarkon River, the following river pollution indexes were calculated based on 320 indicator species (Barinova, 2011): according to saprobity (RPIs =2.3), conductivity (RPIε=2.0–2.7), nitrate N (RPI_N=1–8), and pH (RPI_{pH}=7.7–7.8). While the Sladecek saprobity indexes varied from 1.31 in the estuary to 2.88 in the section near the Petakh-Tikva industrial zone, which corresponded to II-IV classes of water quality, the integral indexes RPIs as well as other integral indexes varied negligibly during 4 years corresponding to the same classification interval. It means that the water of the Yarkon River is alkaline, with middle mineralization level, and with annual sporadic nitrate intake from the Qane tributary which corresponds to III class of water quality. Ability for self-purification in the river is high enough and corresponds to the oligo- to alpha-mesosaprobic zone. The EPI pollution indexes according to Dell-Uomo (1996) varied from 2 to 4 and indicated the from slightly to strongly polluted water of II-III classes. The WESI indexes of ecosystem status (Баринова и др., 2006; Barinova, 2011) varied

from 0.7 to 1.0 indicating that in a low-water season, some toxic influence on the photosynthesis of algae may occur. Seasonality of to sea input water pollution reflects two season periodicity and correlated with climatic condition in the Eastern Mediterranean region. By this, mostly is polluted water that comes to the sea during the rainy winter.

Similar assessment of water quality in other rivers of the Israeli Mediterranean costal area (Figure 1) has shown the adequacy of new integral indexes that were used for the ecological mapping. In the Hadera River, based on 126 indicator species and according to the pollution indexes (S=1.73–2.8; EPI=2–5; WESI=0.6; RPIs=2.35–2.42; RPIt=17.1; RPIε=3.31–4.5; RPI_N=15.3; RPI_{pH}=7.6–8.3), the water is alkaline, with middle mineralization and pollution level, belongs to III-IV class during the whole year, and is subjected to the organic pollution in the headstream and to the temperature pollution in the estuary. As was mentioned for the Yarqon River the same periodicity was revealed, and during the dry summer polluted water is not come to the sea at all.

In the coastal Alexander River (present the natural reserve), based on 145 indicator species and according to the pollution indexes (S=1.08–2.9; WESI=0.75–5.0), the water is alkaline, with middle mineralization and pollution level, belongs to III-IV class during the whole year, and is subjected to the organic pollution at the intersection of the road #4. Polluted water come to the sea all year round as was revealed by help of the serial ecological maps.

In the coastal Qishon River, based on 178 indicator species and according to the pollution indexes (S=1.7–2.8, WESI=0.6–1.0, at the biotest index Bi from 47% (toxic impact) to 80% (natural level), RPIs=2.44, RPIε=4.86, RPI_N=4.35, RPI_{pH}=7.93), the water is alkaline, with middle mineralization level, belongs to III-IV class, and is subjected to the pollution by heavy organic matter spew from the Haifa Chemicals factory which come to the sea all year round.

As a result, for the assessment of the status of water ecosystems and their surge capacity, the following methodological scheme is proposed: (i) assessment of the status of definite water objects based on the model taking into account the hydrology and clime according to the ecological possible level calculation method; (ii) revealing the impact of biogenic and toxic elements on the territory of water collecting basin; (iii) revealing the sources of impact by means of the basin approach; (iv) grouping the basins with definite characteristics; (v) determination of the normal status for water objects subjected to the impact as the reference site; and (vi) determining the impact allowance for definite pollutants within each of the distinguished groups of water objects or their sections by the serial ecological maps.

In conclusion, it should be stressed that the proposed approach is able to reveal such impact sources as atmospheric transition, diffuse drainage, or concealed spew to a water objects such as coastal rivers from which pollution come to the sea coastal region.

References

1. *Баринова С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В.* Биоазнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Pilies Studio, Тель Авив, 2006. 498 стр. http://herba.msu.ru/algae/materials/book/bioind/title.html
2. *Корытный Л.М.* Бассейновая концепция в природопользовании. Иркутск, Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2001. 163 с.
3. *Barinova S.* 2011. Algal diversity dynamics, ecological assessment, and monitoring in the river ecosystems of the eastern Mediterranean. *Nova Science Publishers*, New York, USA, 350 pp
4. *Bar-Or Y.* 2000. Restoration of the rivers in Israel's coastal plain. Water, Air, and Soil Pollution, 123: 311–321.
5. Common implementation strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC). 2003. Guidance document n.º 9. Implementing the geographical information system elements (GIS) of the Water Framework Directive. European Communities, Luxembourg. (http://europa.eu.int).
6. Dell'Uomo A. 1996. Assessment of water quality of an Apennine river as a pilot study for diatom-based monitoring of Italian watercourses. In Whitton, B. A. and E. Rott (eds), Use of Algae for Monitoring Rivers II. Institut für Botanik, Universität Innsbruck: 65–72.
7. *Detenbeck N.E., Batterman S.L., Brady V.J., Brazner J.C., Snarski V.M., Taylor D.L., Thompson J.A., and Arthur J.W.* 2000. A test of watershed classification systems for ecological risk assessment. Environmental Toxicology and Chemistry, 19: 1174–1181.

8. *Lysenko I., Barinova S., Belikoff S., Bronnikova V., Dezhkin V.* et al. 1995. GAP-Analisis. – Clobal Environment Facility. Biodiversity Conservation Program for the Russian Federation", project preparation component 4, lead expert I.Lysenko, Moscow, April 1995. 127 pp.
9. *Meybeck M., Helmer R.* 1989. The quality of rivers: from pristine stage to global pollution. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology (Global and Planetary Change Section), 75: 283–309.
10. *Sumita M.* 1986. A numerical water quality assessment of rivers in Hokuriku District using epilithic diatom assemblage in river bed as a biological indicator (II) The values of RPId in surveyed rivers. Diatom, 2: 9–18.

MARINE DIATOMS OF THE GREECE: MASTOGLOIA SPECIES BELONGING TO THE HUSTEDT'S GROUP INAEQUALES

Ulanova A.[1, 2], Stepanova V. [1], Snoeijs P.[3]
[1]St. Petersburg State University, Biological and Soil Science Faculty, St. Petersburg, Russia
[2]Uppsala University, Department of Earth Sciences, Uppsala, Sweden
[3]Stockholm University, System Ecology department, Stockholm, Sweden
anna_ulanova@yahoo.com, iasonmink@mail.ru, pauline@ecology.su.se

Four species of marine epiphytic diatoms belonging to Hustedt's *Inaequales* group of the genus *Mastogloia* were studied using scanning electron microscopy. Internal and external structure of valves and entire frustules is described for *M. angulata* Lewis, *M. erythraea* Grunow (and *M. erythraea var. grunowii* Foged), *M. pusilla* Grunow and *M. cuneata* (Meister) Simonsen. *M. angulata* was areolate whereas the other species were punctate. Differences in internal basal valve construction are described for the four species examined.

Species belonging to the genus *Mastogloia* are most easily distinguished from those of other genera by the presence of various forms of marginal chambers. Other important taxonomic features, particularly raphe, punctuation and areolae may vary between species. Members of the group *Inaequales* of the genus *Mastogloia* possess locular bands attached to the intercalary band so that their attached sides appear flush (or nearly so) with the valve margins. Loculi of different sizes occupy fixed positions within the band. Further, the valve faces of members of this group are without lateral areas. Material for this study was collected from littoral pools and from the sub-littoral zone at about 80 sampling sites on of the Mediterranean Sea coast on five Greek Islands between 2004 and 2011. Results of the observation revealed that about 500 diatom taxa occurred in the samples. The genus *Mastogloia* was one of the most abundant and species-rich genus. The purpose of this study was to clarify structural details we observed in four *Mastogloia* species in the group *Inaequales* (Hustedt 1933).

***Mastogloia angulata* Lewis 1861**

Distribution: Karpathos (Sept. 2005), Samos (Aug. 2007), Santorini (Aug. 2010).

Literature: Lewis 1861, p. 65, fig. 2: 4; Hustedt 1931–1959, p. 465, fig. 885; Stephens, Gibson 1980, p. 355, figs 1–9; Foged 1984, p. 49, fig. 33:3, 4; Paulmier 1993, p. 128, fig. 107: 8–9; Witkowski et al. 2000, p. 238, Pl. 80: 1, 2; Hein et al. 2008, p. 58, Pl. 34: 1, 2.

Morphological features observations: valve length 36–73 μm; width 32–31 μm; striae 10–13 in 10 μm. Areolae 10–12 in 10 μm. Large locular width 3.5–4.5 μm, length 4.0–6.5 μm. Small locular wigth 3.0–4.0 μm, length 1.0–6.5 μm. A double striation pattern continues from the marginal valve face over the antire mantle (Figs 1A-1F). Large locular pores, slightly removed from their respective loculi toward the valve apices, penetrate the intercalary band at an angle to the transapical axis (Fig. 1G). Areolae vary in shape on the valve face, along the axial area and near the valve margins are connected by transverse silicious bridges, dividing them in half and giving the appearance of double rows of areolae (Figs 1B, 1C, 1E, 1F). Midway along the valve margin the double areolae extend from the margin about one third the distances toward the central area. Only one or two double rows of areolae border the axial area except near the valve apices where they become continuous with the marginal rows. The central area is small (Figs 1A, 1D). Raphe fissures are narrow and almost straight except at the valve apices, where distal ends curve strongly in the same direction and continue a short distance onto the valve mantle (Fig. 1E). Proximal raphe ends appear as very small lacriform expansions. Distal raphe ends are sometimes differentiated into rounded expansions. Small apical hyaline

fields are situated near distal raphe ends (Fig. 1B). Areolae appear less angular in outline on the internal valve face than on the external valve face (Fig. 1H). Raphe fissures are straight and bordered by narrow axial ribs. Proximal and distal raphe ends appear undifferentiated, merely stopping at the base of small central and terminal nodules. Loculi in each band are situated adjacent to one another and are attached to the intercalary band such that their outer sides appear flush with the valve margins (Fig. 1G).

***Mastogloia erythraea* Grunow 1860** and ***Mastogloia erythraea* var. *grunowii* Foged 1984**

Distribution: Karpathos (Sept. 2005), Crete (June 2006), Samos (Aug. 2007), Santorini (Aug. 2010).

Literature: Grunow 1860, p. 577, fig. 7:4 (5/4); Hustedt 1931–1959, p. 524, fig. 959a-c; Foged 1984, p. 52, fig. 36: 4,5; Navarro et al. 1989, p. 350, fig. 49; Moreno et al. 1996, p. 89, fig. 24:5; Witkowski et al. 2000, p. 246, Pl. 76: 2–7 and Pl. 82: 7, 8; Hein et al. 2008, p. 65, Pl. 39: 1, 2, 4 and Pl. 37: 1–3.

Morphological features observations: valve length 37–70 μm; width 7–16 μm; striae 19–25 in 10 μm. Areolae 11–16 in 10 μm. Large locular width 2.0–3.0 μm, narrowing toward their attached sides, length 2.0–4.5 μm. Small locular wigth 1.0–2.0 μm, length 0.5–2.0 μm. Slit-like puncta extend only part way onto the mantle (Fig. 2D). Locular pores are slightly displaced from their respective loculi toward the valve apices (Figs 2A-2C). Puncta are irregular in shape on the external valve face, from circular near the valve face (Figs 2A-2C, 2E-2G). Raphe fissures, especially near their proximal ends, are greatly contorted and appear to be raised vertically above the valve face (Figs 2E-2I). Puncta appear smaller and more circular on the internal valve face than on the external valve face, and are arranged in undulating longitudinal rows (Fig. 2J). The axial ribs are in turn bordered by discontinuous axial costae. Both central and terminal nodules are very small (Figs 2E-2I).

***Mastogloia pusilla* Grunow 1878**

Distribution: Samos (Aug. 2007), Crete (June 2006)

Literature: Grunow 1878, p. 111, fig. 3:10; Peragallo H., Peragallo M. 1897–1908, p. 38, fig. 6: 36, 37; Hustedt 1931–1959, p. 568, fig. 1002a-c; Sullivan 1979, p. 246, fig. 1; Stephens, Gibson 1980, p. 358, figs 24–32; Snoeijs, Potapova 1995, p. 61; Witkowski et al. 2000, p. 258–259, Pl. 74: 5, 6, 17, Pl. 83: 13, 14; Hein et al. 2008, p. 71–72, Pl. 43: 7.

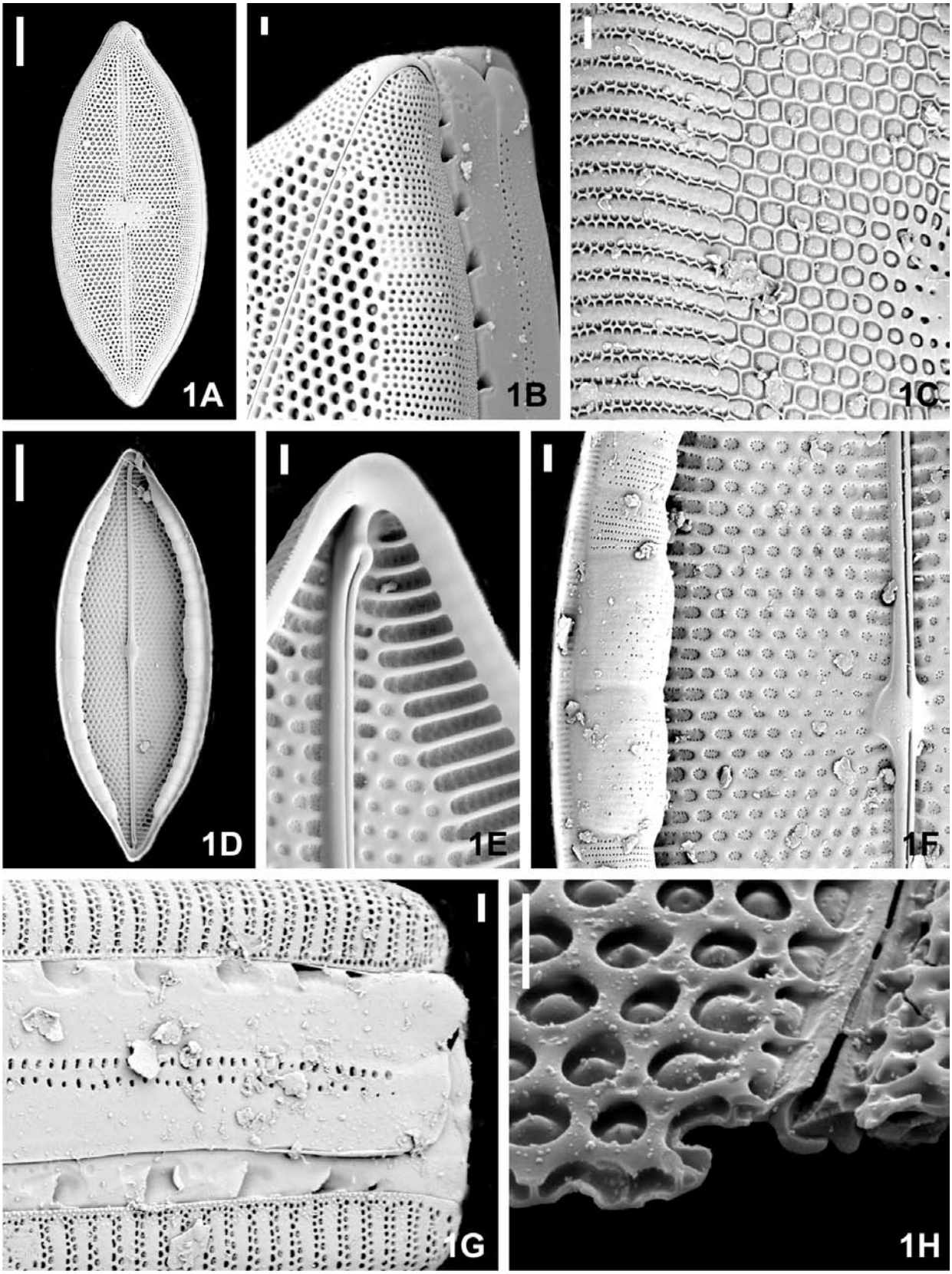
Morphological features observations: valve length 12–37 μm; width 5–7 μm; striae 17–20 in 10 μm. Large locular width 1.5 μm, length 2.0–3.5 μm. Small locular wigth 1.0 μm, length 1.0–2.5 μm. External valve face (Figs 3A-3C): small rounded areolae are arranged in almost parallel transverse rows at the center of the valve, becoming only slightly radiate toward the apices of the valve face. The raphe is narrow and distinctly curved near their midpoints. Proximal raphe ends curve slightly in the same direction as they approach the small rounded central area where they are expanded. Distal raphe ends curve in the same direction at the valve apices and continue onto the valve mantle. Small hyaline fields appear on each side of the raphe at the valve ends. Internal basal structure of the valve appears as a series of transverse ribs which alternate with double rows of puncta (Figs 3D-3F). Raphe fissures are very narrow, almost straight, and are bordered by thickened axial ribs. Proximal raphe ends extend a short distance onto the small central nodule, distal ends stop at the base of quite small terminal nodules. Loculi appear marginal, forming continuous bands which stop a short distance from the valve apices.

***Mastogloia cuneata* (Meister) Simonsen 1990**

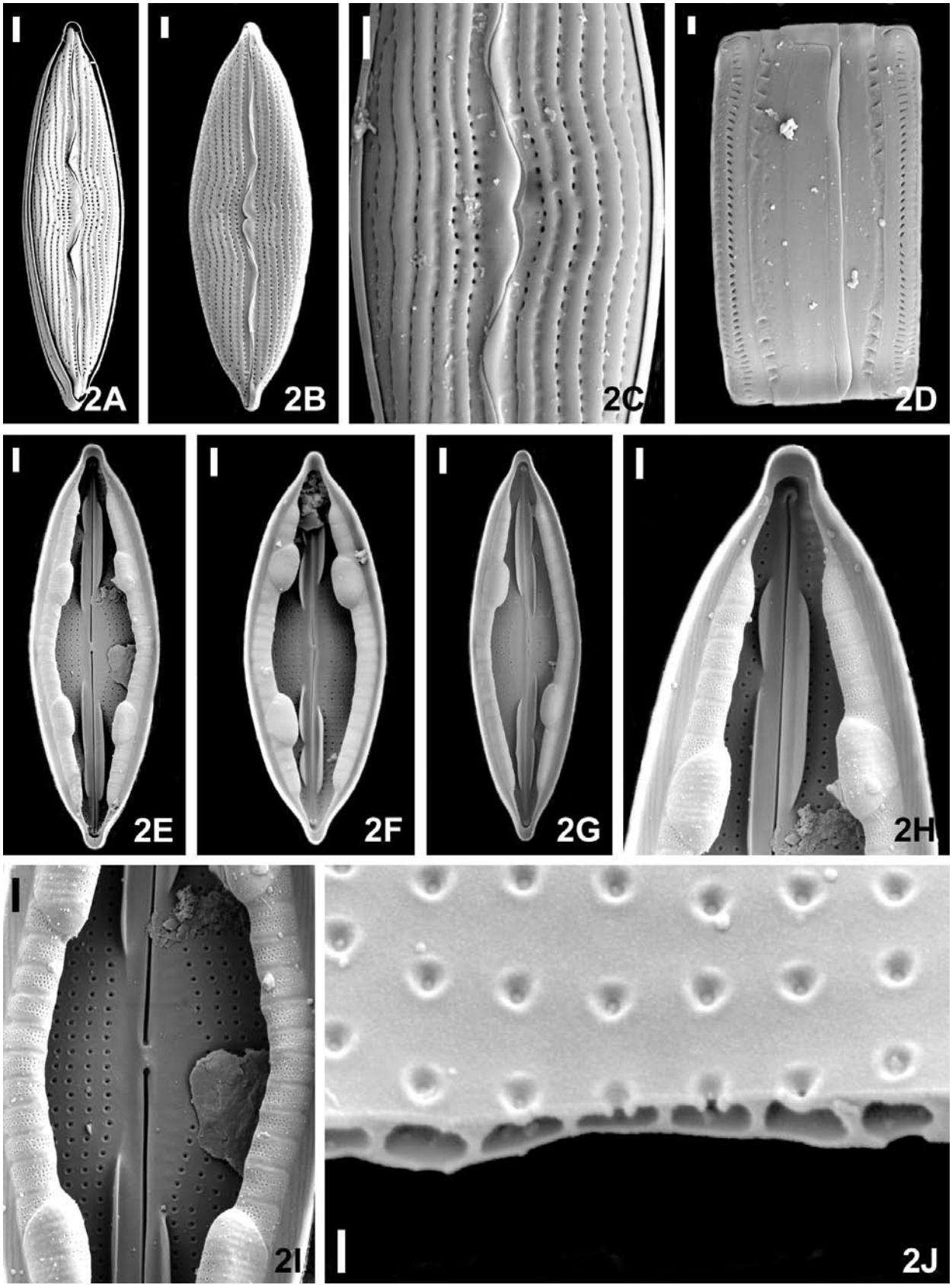
Distribution: Samos (Aug. 2007).

Literature: Simonsen 1990, p. 134, fig. 76–111; Hustedt 1931–1959, p. 567, fig. 1000; Stephens, Gibson 1980, p. 359, figs 33–39; Witkowski et al. 2000, p. 243, Pl. 74: 19–26, Pl. 81: 15–18; Hein et al. 2008, p. 63, Pl. 35: 2, 36: 4.

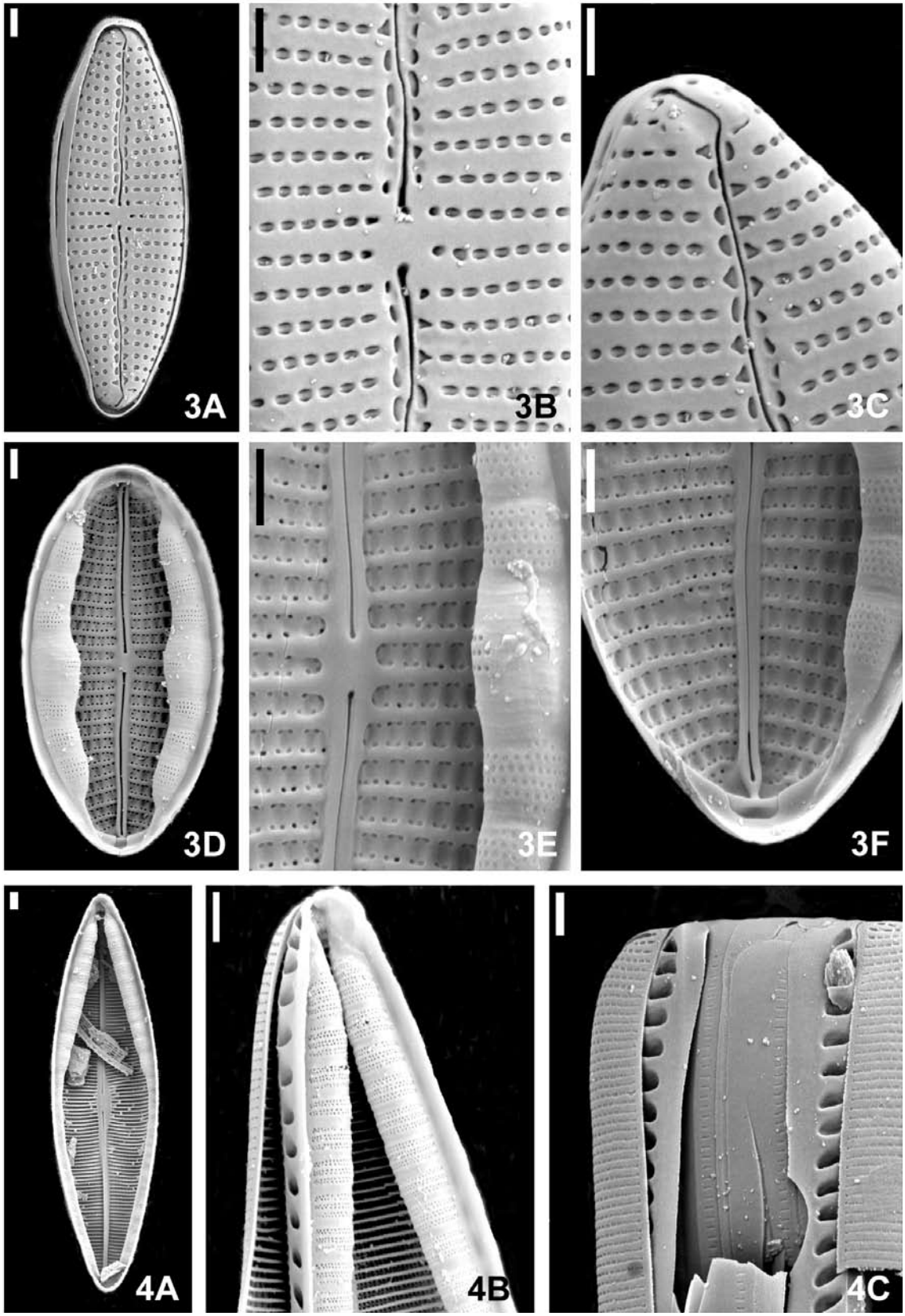
Morphological features observations: valve length 23–41 μm; width 5. Striae near middle of valve 35–38 in 10 μm, toward valve apices 40 in 10 μm. Areolae difficult to see, greater than 40 in 10 μm. Large locular width 1.0 μm, length 0.7–0.8 μm. Small locular wigth 0.5 μm, length 0.5–0.7 μm. External valve face: almost all of the valve mantle is punctuate. Puncta are uniformly small and almost circular on the external valve face except for those near the central area which are larger and transapically elongated. The undulating raphe fissures are quite narrow, becoming slightly wider near the valve center. Proximal raphe fissures curve in the same direction and the ends appear almost undifferentiated. Distal raphe fissures curve slightly at the valve apices in the same direction and extend onto the valve mantle. The internal basal structure of the valve appears as a series of transverse ribs which alternate with a single row of areolae (Figs 4A-4C). Proximal raphe ends extend a short distance onto the small central nodule, distal ends stop at the base of small terminal nodules. Loculi are situated adjacent to one another on each side of the valve, forming a continuous band which extends up to the valve apices.



Figs 1A-1H. *M. angulata*. Fig 1A. External valve face. Fig. 1B. Tilted external valve showing the distal raphe end and locular pores. Fig. 1C. External valve face showing sieve-like areolae and pores. Fig. 1D. Internal valve face. Fig. 1E. Internal view of the proximal raphe end. Fig. 1F. Internal valve face showing locular pores, locular puncta and central area. Fig. 1G. External girdle view of entire frustule showing locular pores. Fig. 1H. Enlargement of the wall of theca showing the areolae and raphe. Figs 1A, 1D scales=10 μm, Figs 1B, 1C, 1E-1H, scales=1 μm



Figs 2A-2E, 2H-2J. *M. erythraea.* Figs 2F, 2G. *M. erythraea* var. *grunowii*. Figs 2A, 2B. External valve face. Fig. 2C. External view of valve face center. Fig. 2D. External girdle view of locular pores. Figs 2E-2H. Internal valve face showing axial costae, chambers and locular puncta. Fig. 2J. Enlargement of the wall of theca showing the areolae. Fig. 2A, scale=3 μm, Figs 2B, 2E-2G, scales=2 μm, Figs 2C, 2D, 2H, 2I, scales=1 μm, Fig. 2J, scale=200 nm



Figs 3A-3F. *M. pusilla*. Fig 3A. External valve face. Fig. 3B. External view of valve face center. Fig. 3C. External distal end of the raphe. Fig. 3D. Internal valve face. Fig. 3E. Internal view, showing large loculus with puncta, internal ribs and valve face puncta. Fig. 3F. Internal view of the proximal raphe end. Figs 4A-4C. *M. cuneata*. Figs 4A. Internal valve face. Fig. 4B. Tilted internal view showing external small locular pores and large locular pores in relation to loculi. Fig. 4C. External girdle view of entire frustule showing small locular pores and large pores. Figs 3A-4A, scales=1 μm. Fig. 4C, scale=300 nm

References

1. *Foged N.* 1984. Freshwater and littoral diatoms from Cuba. Bibliotheca Diatomologica 5: 1–243.
2. *Grunow A.* 1860. Über neue oder ungenügend gekannte Algen. Erste Folge, Diatomeen, Familie Naviculaceen. Verhandlungen der kaiserlich-königlichen zoologist-botanischen Gesellschaft in Wien 10: 503–582, Taf. 3–7.
3. *Grunow A.* 1878. Algen und Diatomaceen aus dem Kaspischen Meere. In: O. Schneider (ed.) Naturwissenschafte Beiträge z. Kenntriss der Kaukasusländer. Sitzungsber. der Naturw. Gesellschaft "Isis" zu Dresden, S. 100–133. Taf. 3–4.
4. *Hustedt F.* 1931–1959. Die Kieselalgen Deutschlands, Österreichs und der Schweiz unter Berücksichtigung der übrigen Länder Europas sowie der angrenzender Meeresgebiete. Band 7, Teil 2. In: L. Rabenhorst, editor. Kryptogamen-Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz. Akademische Verlagsgesellschaft, Geest & Portig K.-G., Leipzig. 845 pp.
5. *Hein M.K., Winsborough B.M., Sullivan M.J.* 2008. Bacillariophyceae (Diatoms) of the Bahamas. In: Lange-Bertalot H., ed. Iconographia Diatomologica Annotated Diatom Micrographs. Vol. 19, A.R.G. Ganter Verlag K.G., Ruggell. 303 pp.
6. *Lewis F.W.* 1861. Notes on new and rarer species of Diatomaceae of the United States Seaboard. Proceeding of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia 13: 61–71, 2 pls.
7. *Moreno J.L., Licea S., Santoyo H.* 1996. Diatomeas del Golfo de California. Universidad Autonoma De Baja California Sur. 273 pp.
8. *Navarro J.N., Perez C., Arce N., Arroyo B.* 1989. Benthic marine diatoms of Caja de Muertos Island, Puerto Rico // Nova Hedwigia 49: 333–367.
9. *Paulmier G.* 1993. Microplancton des eaux marines et saumâtres de la Guyane et des Antilles francaises. Études et theses, Editions de l'ORSTOM, Paris. 436 pp.
10. *Peragallo H., Peragallo M.* 1897–1908. Diatomées Marines de France et des District Maritimes Voisins. a Grez-sur-Loing (S.-et-M.) Text 491 pp., Atlas 137 pl.
11. *Simonsen R.* 1990. On some diatoms of the genus *Mastogloia*. Nova Hedwigia, Beiheft 100: 121–142.
12. *Snoeijs P. Potapova M.* 1995. Intercalibration and distribution of diatom species in the Baltic Sea. Vol. 3. Uppsala, 1995. 126 p.
13. *Stephens F.C., Gibson R.A.* 1980. Ultrastructure studies on some *Mastogloia* species of the group *Inaquales* (*Bacillariophyceae*) // J. Phycol. 16: 354–363.
14. *Sullivan M.J.* 1979. Taxonomic notes on epiphytic diatoms of Mississippi Sound, U.S.A. Nova Hedwigia, Beiheft 64: 241–252.
15. *Witkowski A., Lange-Bertalot H., Metzeltin D.* 2000. Diatom flora of Marine Coasts I. In: Lange-Bertalot H., ed. Iconographia Diatomologica Annotated Diatom Micrographs. Vol. 7, A.R.G. Ganter Verlag K.G., Ruggell. 925 pp.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕРНОГО МОРЯ

Великова В.

CURRENT STATE OF THE BLACK SEA

Velikova Violeta
SuRDEP, Benkovskystr, 26, Varna, Bulgaria
velikova_violeta@yahoo.com

Being almost completely isolated from the world's oceans, the Black Sea's ecosystem is extremely vulnerable to threats generated by human activities. Presently, there is a regional acknowledgement that the state of the Black Sea visibly improved compared to the early 1990s. However, while offering a certain amount of ecological resilience, the Black Sea ecosystem (especially coastal) stays yet fragile and requires robust national and international protection. Four priority environment concerns remain in the focus of the coastal states' activities aimed at the recovery of the Black Sea: eutrophication, chemical pollution (including oil), biodiversity change and the collapse of fishery. Climate change is an emerging issue of great importance as well. The summarized data/information for each of these domains of environmental problems are described further based on recent assessments and in comparison with previous observations.

Eutrophication. The excessive nutrient enrichment of the Black Sea (Fig. 1) was originated predominantly by enhanced river-based nutrient supply into the Sea starting fromthe 1960s (SAP IR 2008, SoE2009). Another major source of nitrogen was the atmosphere (almost equal to rivers input), whereas municipal and industrial discharges were considered negligible,in comparison, and with a limited local effect. Currently, lower levels of nutrient loads are being measured (Fig. 2, example from the Danube River, which is the largest contributor of nutrients to the Black Sea), however, the values are still considerably higher, especially for nitrogen species, than those observed during the pristine period (conditionally before the 1960s). The level of nutrients in the Sea shows decreasing trend (Fig.3), however organic species of nitrogen and phosphorus stay high (Table 1). Chlorophyll is not diminishing in a sustainable mode in the open sea (Fig.4) and the stability of the Black Sea recovery processis questionable. Though undoubtedly, in coastal waters the level of phytoplankton biomass substantially dropped down (Fig. 5). No hypoxic situations have been reported during the period 2005–2010except in isolated cases, when the oxygen went down to critical levels and caused fish mortalities (e.g. in Romanian waters in summer 2010). Surface waters were well oxygenated (Fig. 6). The year 2010 was abnormally hot, blooms of noxious cyanobacteria were recorded (Fig. 7), however, they were not significantly related to raise in nutrients content, but to the decrease in salinity due to heavy rains and related floods, and high water temperatures.

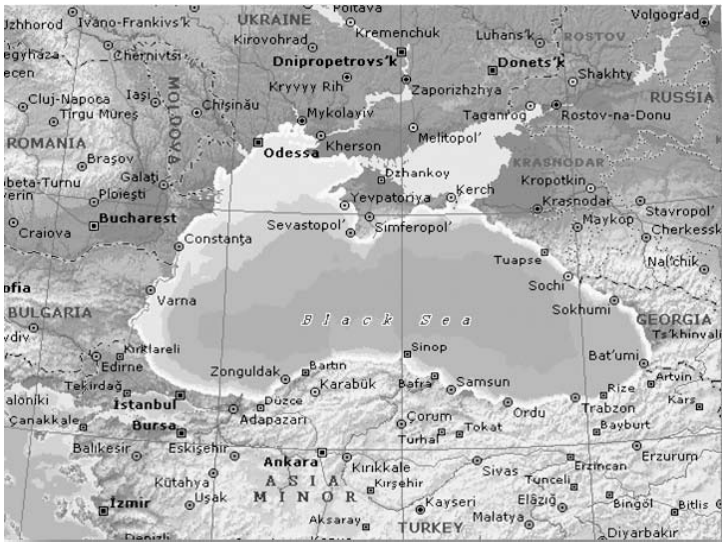


Fig. 1. Map of the Black Sea, connected to the Azov Sea (North, Kerch Strait) and Mediterranean Sea (South, Istanbul Strait (Bosphorus)), surrounded by Bulgaria, Georgia, Romania, Russian Federation, Turkey and Ukraine

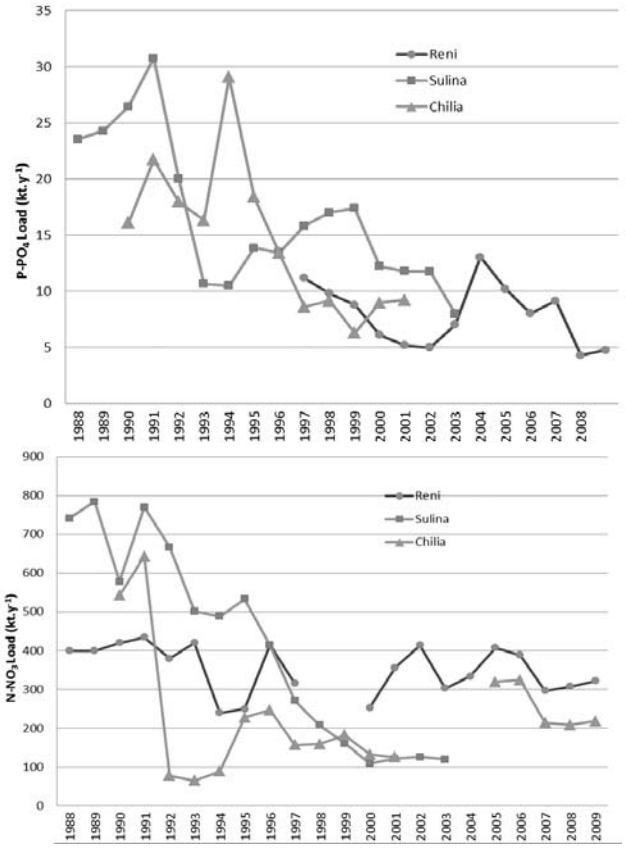


Fig. 2. Annual N-NO3 and P-PO4 loads measured at Sulina and C[1]hilia discharge points of the River Danube to the Black Sea and at Reni located at the upstream end of the Sulina branchin 1988–2010 (compilation of TNMN, NIMRD and MB UHMI)[1]

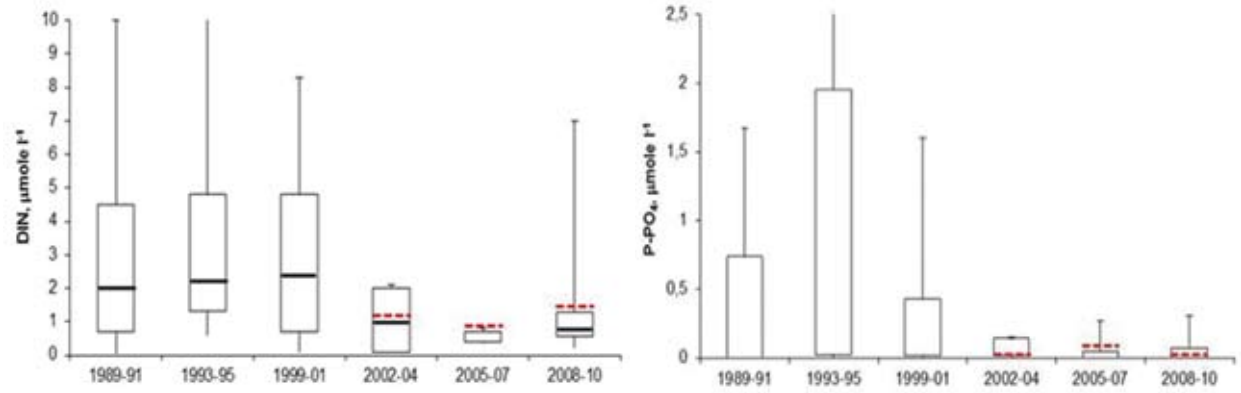


Fig. 3. Variability of surface nitrate (N-NO3) and phosphate (P-PO4) concentrations along the western and eastern coastal waters of the Black Sea in 1989–2010 (redrawn from Pakhomovaet al., 2012).

Table 1

Average concentrations of nutrients (µM) measured by different states in the Black Sea in 2008

State/Parameters	Bulgaria	Georgia	Romania	Russia	Turkey	Ukraine
P-PO4	0.13–0.581[2]	0.41	0.59	0.26	0.42	0.18–1.81
TP		1.72	1.68	0.73	0.53	0.7
TIN	0.34–4.58	1.61	17.58	1.14	2.19	0.15–25.86
TN	–	–	54.69	29.72	8.34	56.6

[1] TNMN – Trans-national monitoring network of the Danube River (see: www.icpdr.org); NIMRD- National Institute for Marine Research, Constanta, Romania; MB UHMI – Marine Branch of Ukrainian Hydrometeorological Institute (Kiev, Ukraine).

[2] Average values in open-sea and coastal waters respectively.

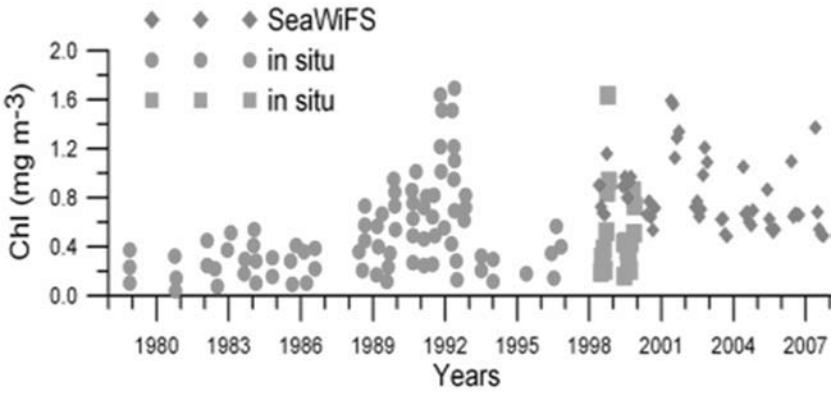


Fig. 4. Long-term changes of surface chl-aconcentrations in the interior Black Sea (depth >1500m) for May-November period, 1978–2007. Each data point represents a single measurement taken from Yunev et al. (2002) and Churilova et al (2004). This data set is complemented by the monthly-average 9 km gridded May to September-mean SeaWiFS data for the interior basin defined by 31–41oE longitudes and 41.5–44oN latitutes, (re-drawn from SoE2008)

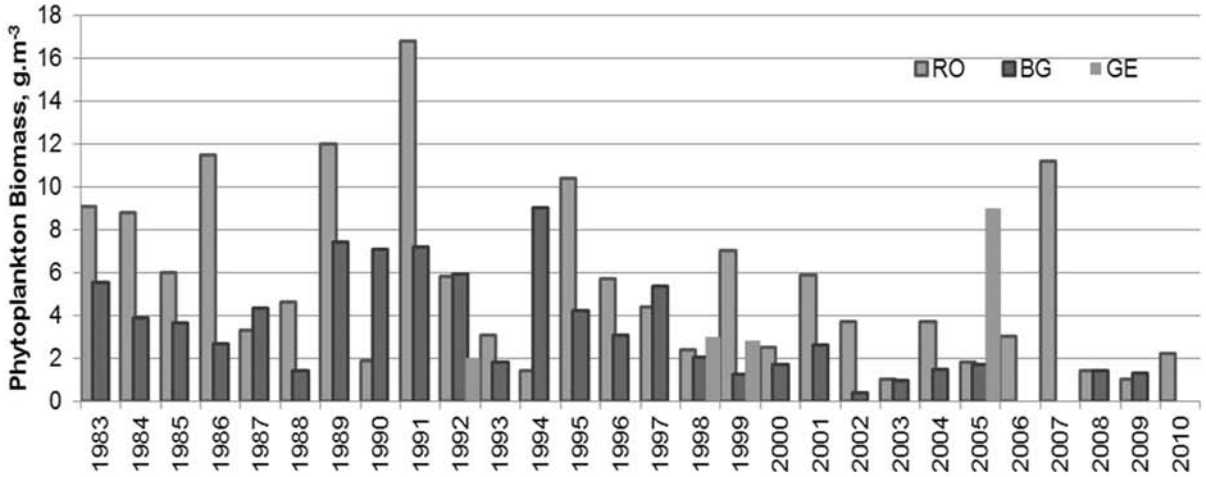


Fig. 5. Phytoplankton biomass dynamics in 1983–2010 in Bulgarian (BG), Romanian (RO, data Laura Boicenko, NIMRD-Constanta) and Georgian (GE, data Ciuri Gvarishvili, Batumi Environmental Center) waters

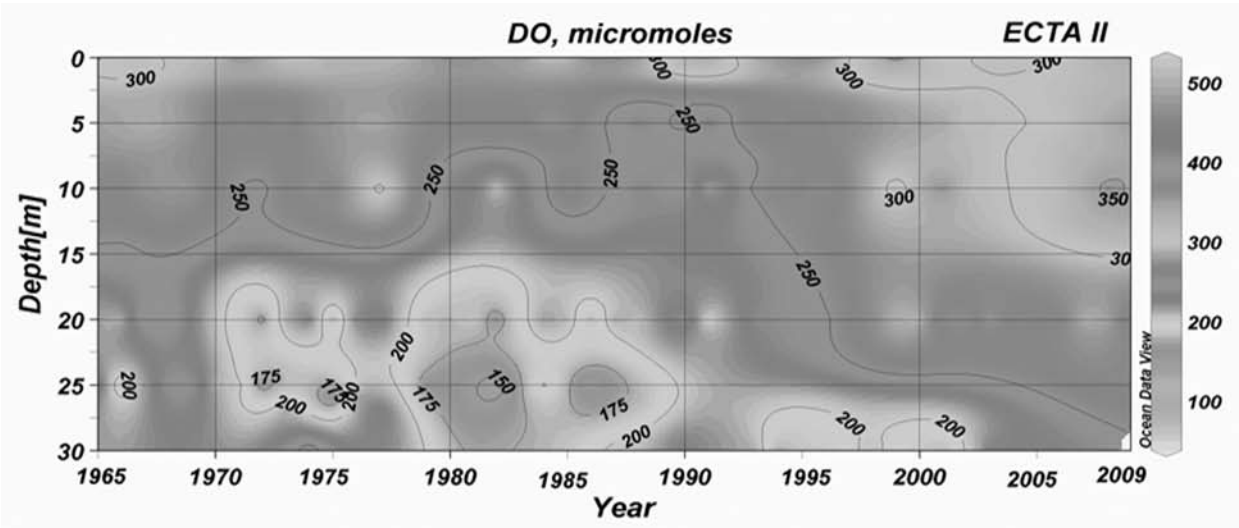


Fig. 6. Vertical distribution of oxygen content in the period 1965–2009 in front of the Romanian coast, Western Black Sea (unpublished data of NIMRD-Constanta, prepared in the frames of the SESAME project (http://www.sesame.org))

Fig. 7. *Nodularia spumigena* noxious bloom in the NWBS in July 2010 (photo courtesy of B. Alexandrov).

Chemical pollution. In chemical pollution, petroleum hydrocarbons appear to be a long-lasting environment problem in the Black Sea along major shipping routes (Fig. 8) and in coastal areas around river mouths, sewerage outfalls, industrial installations and ports. Conversely, there is no recent evidence of significant heavy metal, pesticides and other persistent organics pollutions in water, although elevated levels of these substances around hot spots (industrial centers and ports) suggest their continuous input into the Sea. Besides, bottom sediments in many coastal regions around the sea continue to possess high levels of TPHs, DDT and HCH concentrations without any major reduction over the last 10 years. Following the 1986 Chernobyl accident, the current level of radioactivity does not pose a health hazard to humans and environment.

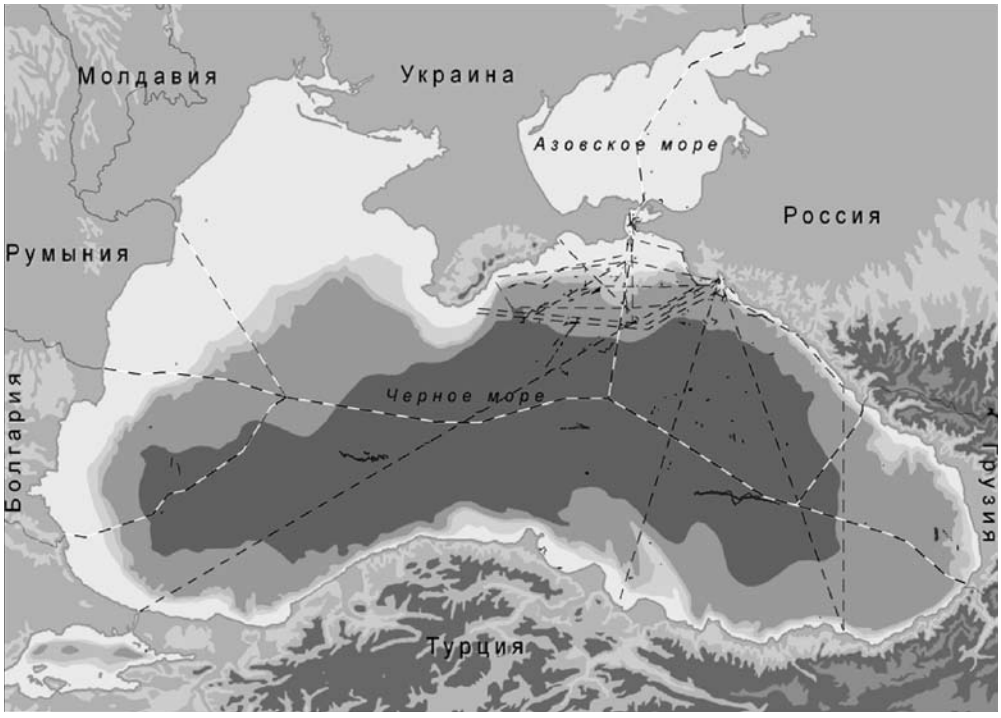


Fig. 8. Oil spills in the Black Sea in the period October 2008- February 2009, based on images taken by Synthetic Aperture Radars (SARs) of European satellites ERS-2 and Envisat (SCANEX publications, http://www.scanex.ru/ru/index.html)

Changes in biodiversity. Extinction and introduction of new species are irreversible forms of biodiversity change that has clear relevance to ecosystem functioning as a whole. Within the last 100 years, the Black Sea biota has undergone dramatic change. Since the beginning of the 20th century, species started declining and local/regional extinctions occurred as early as the 1960s. Now, 50-years later the Red Data Book of the Black Sea includes 259 species and the List is far from complete. The List of non-native species is long and new invasions are reported annually. However, the pelagic ecosystem of western Black Sea coastal waters (most impacted in the past) improved noticeably due to weakening of anthropogenic pressures. Fewer algal blooms, lower phytoplankton biomass, recovery of some macroalgal populations, increasing plankton biodiversity, decreasing opportunistic and gelatinous species, re-appearance of some native fodder zooplankton and fish species, and increasing edible zooplankton biomass were reported during 1995–2010. Prominent changes were encountered in the structure of benthic communities, however, their recovery appears to be less certain although an improvement on regeneration of macrophytobenthos and macrozoobenthos is suggested by the available data. In the western Black Sea, large areas of the seabed that had been suffering from anaerobic conditions – a clear symptom of eutrophication – started now returning to conditions prior to the 1970s. Though, available data also indicate that the present status of benthic ecosystem is highly fragile (dominated by opportunistic species yet, Fig. 9) and susceptible to further anthropogenic and environmental impacts. The regions shallower than 30–40 m depths still show symptoms of undesirable disturbances, the most important of which is exerted by the alien opportunistic species such as bivalve species *Mya arenaria,* soft-clam species *Anadara inequivalvis,* gastropod species *Rapana* and the ctenophores*Mnemiopsis leidyi and Beroe ovata.*

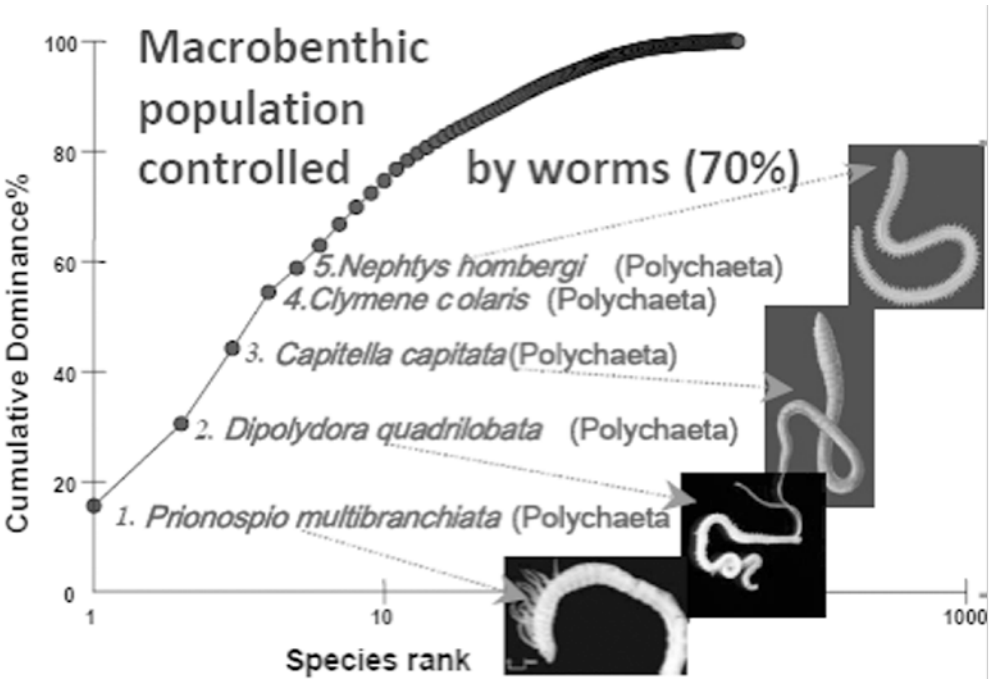


Fig. 9. Species rank of macrozoobenthic population indicating its overwhelming domination by worms in the northwestern shelf (after Friedrich et al., 2008).

Fishery decline. In fishery, historically the main factors leading to stock collapses and great losses in the Black Sea were eutrophication-induced changes in the food web, overfishing and the invasion of the Ctenophore *Mnemiopsis leidyi*. Today, the major threats for the fish resources appear to be the illegal fishing and the use of destructive harvest techniques as well as the lack of regional cooperative management of fisheries. Consequently, the state of sturgeon stocks is critical, the Danube shad, whiting, horse mackerel and turbot stocks are declining. The sprat, anchovy, picked dogfish, and mullet stocks partially recovered since 1995, but the current level of relatively high fishing efforts and catches impose a risk of deterioration of their stocks. The long-term dynamics of fish catches in the Black Sea is presented in Fig. 10. Landings by major fish type were recently evaluated for the period 2001–2008 (Fig. 11). Small pelagic species strongly predominate in the landings over large predators.

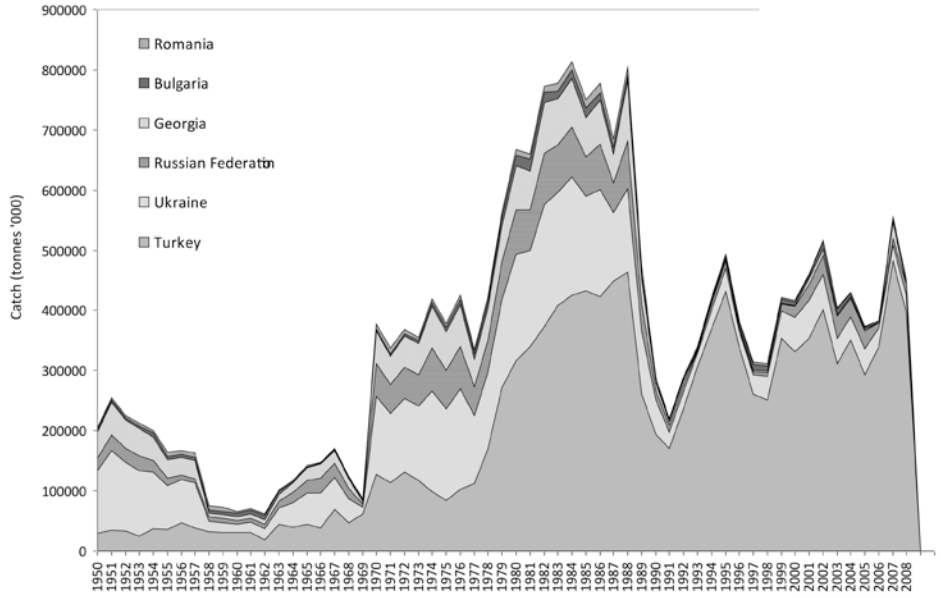


Fig. 10. Fish catches (tonnes) by countries fishing in the Black Sea, 1960–2009 (BSC Diagnostic Report, http://www.blacksea-commission.org/_publ-BSDiagnosticReport2010.asp).

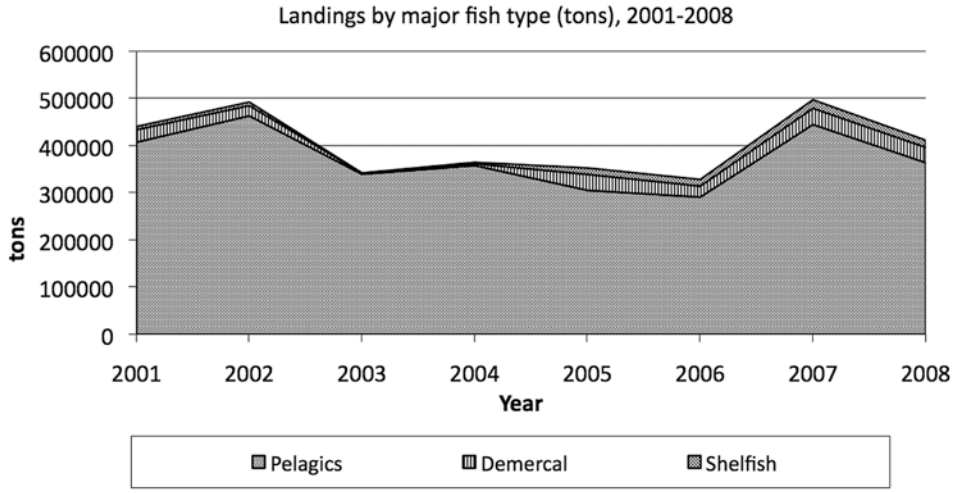


Fig. 11. Landings by major fish type (Violin Raikov, BSC Diagnostic Report, http://www.blacksea-commission.org/_publ-BSDiagnosticReport2010.asp).

Catches of major commercial species by countries were evaluated for 2001–2008 showing that Ukraine and Turkey are the main fishing countries in the Black Sea region (Fig.12).

Fig. 12. Catches of Merlangius merlangus and Sprattus sprattus by countries in 2001–2008 (Violin Raikov, BSC Diagnostic Report, http://www.blacksea-commission.org/_publ-BSDiagnosticReport2010.asp)

The current status of marine living resources (MLRs) with respect to previous periods of investigations, in general, suggests an improvement in the state of MLR since 2000 with respect to the collapse period (1989–1992). However, the highly variable stock dynamics and the lack of effective control measures for the fisheries quite likely may lead to sharp stock declines in the future. In order to avoid this risk and to achieve sustainable development of fisheries in the Black Sea, implementation of a regional fisheries management strategy is necessary.

Climate change. The semi-enclosed Black Sea has many unique oceanographic and biogeographical features which could either serve to exacerbate or reduce future effects of climate change. Recently decoupling between the shelf and deep sea regions of the sea in response to climate change has been reported (G. I. Shapiro, D. L. Aleynik, and L. D. Mee, visit: Ocean Sci. Discuss., 7, 91–119, 2010; www.ocean-sci-discuss.net/7/91/2010/© Author(s) 2010). The deep sea experienced general cooling over the 20th century, which was particularly strong from beginning of century to late 1960s. The western Black Sea shelf did not show a definite trend, except the last 15–20 years when warming was evident in the surface water temperature time series. The changeover between cooling and warming trends took place in the 1990s and coincided with a dramatic regime shift in the Black Sea. Presently, the 're-shaped' Black Sea ecosystem functions with a low ecotrophic efficiency, which results in a state recently characterized as intermediate in between the healthy pristine and the eutrophic (1970s-1980s) ones (Oguz, T.&Velikova, V. 2010).

Conclusions. Recent Black Sea environment assessments (http://www.blacksea-commission.org/_publ-SOE2009.asp) indicate a tendency of improvement and rehabilitation of ecosystems of the Black Sea after 1995, especially noticeable in the impacted coastal zones. The trends of improvement are visible both for water quality parameters and structural and functional properties of biota, when compared with conditions observed from the mid 1970s to the early 1990s. The pelagic ecosystem of western Black Sea coastal waters (most impacted in the past) improved noticeably due to weakening of anthropogenic pressures. It is inferred by reduced nutrient inputs and fewer algal blooms, lower phytoplankton biomass, recovery of some macroalgal populations, increasing plankton biodiversity, decreasing opportunistic and gelatinous species, and re-appearance of some native fodder zooplankton and fish species and increasing edible zooplankton biomass. Prominent changes were encountered in the structure of benthic communities of the Romanian and Ukrainian coastal waters (Western Black Sea). However, recovery of the benthic ecosystem appears to be less certain although an improvement on regeneration of macrophytobenthos and macrozoobenthos is suggested by the available data. In the western Black Sea, large areas of the seabed that had been suffering from anaerobic conditions – a clear symptom of eutrophication – started now returning to conditions prior to the 1970s. The available data also show some unavoidable indications that the present status of benthic ecosystem is highly fragile and susceptible to further anthropogenic and environmental impacts. The regions shallower than 30–40 m depths still show symptoms of undesirable disturbances, the most important of which is exerted by the alien opportunistic species such as bivalve species *Mya arenaria,* soft-clam species *Anadara inequivalvis,* gastropod species *Rapana*. Macroalgae has not yet recovered theit biomass and stay at a level 2–8 lower than in the pristine period.

Fish stocks over the basin are still out of balance, mainly as a result of overfishing but also due to secondary eutrophication. Anchovy remains to be the top predator species of the Black Sea ecosystem together with sprat along the western coast. More than 80 fish species are enlisted in the revised Black Sea Red Data Book. The present Black Sea ecosystem structure is still different from that documented during the 1960s, and most likely it will never revert back to the pristine state due to the changes in the food web triggered by different pressures, including introduction of new species. A more likely scenario is adaptation of the system to new conditions (including climate change) where it will eventually be stabilized.

References

1. BSC. State of the Environment of the Black Sea (2001–2006/7). Edited by Temel Oguz, Black Sea Commission Publications 2008–3, Istanbul, Turkey, (2008), pp: 419 pp.ISBN No: 978–9944-245–33-3.
2. BSC. Implementation of the Strategic Action Plan for the Rehabilitation and Protection of the Black Sea (2002–2007). Publications of the Commission on the Protection of the Black Sea Against Pollution (BSC), 2009–1, Istanbul, Turkey, (2009), pp: 247 pp.
3. *Friedrich, J., et al.* State of the benthic ecosystem on western Black Sea shelf in early spring 2008. In: 2nd Biannual and Black Sea Scene EC project joint conference on climate change in the Black Sea – hypothesis, observations, trends, scenarios and mitigation strategy for the ecosystem. 6–9 October 2008, Sofia, Bulgaria (2010).

4. *Oguz, T. and Velikova, V*. Abrupt transition of the northwestern Black Sea shelf ecosystem from a eutrophic to an alternative pristine state. J. MEPS, vol. 405 (2010), pp: 231–242.
5. *Pakhomova S., S, Vinogradova, E., Yakushev, E.,Zatsepin, A.,Shtereva, G.,Chasovnikov, V.,Podymov O.*On the recent inter-annual changes of the Black Sea nutrient regime and oxic/anoxic boundary position. J. Med.Science (in press).

НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ О ФИТОПЛАНКТОНЕ СРЕДНЕГО КАСПИЯ

Гасанова А. Ш.
Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН, Махачкала, Россия

SOME INFORMATION ABOUT THE MIDDLE OF THE CASPIAN SEAPHYTOPLANKTON

Gasanova A. Sh.
Caspian Institute of Biological Resources of Dagestan Scientific Centre of Russian Academy of Science, Makhachkala, Russia

Каспийское море занимает особое место среди южных морей России и отличается сложностью и своеобразием гидрологического режима. Изолированность водоема, неоднократные колебания уровня и изменения солености вод обуславливают неустойчивость видового состава и качественную бедность планктонной альгофлоры Каспия. Повышение объема речного стока и распреснение западной части Среднего Каспия в восьмидесятые годы привело к выпадению ряда морских и сокращению общего количества видов до 37 (Каспийское море, 1985, Санина и др., 2000). Всего в исследованиях 1962–1976 гг. разными авторами на Каспии описано 449 видов и разновидностей фитопланктона, из которых 225 отмечены в Среднем Каспии (Каспийское море … 1985).

В сообщении представлены сравнительные данные состояния планктонных микроводорослей в летний период 2002 и 2008 гг., полученные в результате комплексных экспедиций ПИБР ДНЦ РАН и ЮНЦ РАН.

Текущая трансгрессия моря, увеличение речного стока и распреснение акватории в сочетании с биоинвазиями способствовали увеличению таксономического разнообразия планктонных микроводорослей и абсолютному доминированию мелкоклеточных форм микроводорослей. В летнем фитопланктоне 2008 г. зарегистрировано 72 вида из шести таксонов. Преобладали солоноватоводные и морские виды. Среди динофитовых доминировали *Diplopsalis lenticola* f. *minor* (Pauls.) Pav., *Scrippsiella trochoideum* (Stein) Balech, *Glenodinium capsicum* /Ostenf./ Schill. Синезеленые были представлены родами *Oscillatoria*, *Aphanothece, Gomphosphaeria*, *Anabaena*, *Merismopedia* и др.; диатомовые – мелкоклеточными видами: *Nitzschia tenuirostris* Mer., *N. acicularis* W. Sm., *N. reversa* W. Sm., *Thalassionema nitzchioides* Grum., *Ceralaulina pelagica* (Cl.) Hendey, *Rhizosolenia fragilissima* Bergon, *Actinocyclus variabilis* (Makar.) Makar, *T. caspica* Makar., *T. parva* Pr. – Lavr., *Thalassiosira sp.*

В 2008 г. фитопланктон был представлен только мелкоклеточными формами, что привело к уменьшению средней биомассы планктонных микроводорослей, по сравнению с этим же периодом 2002 г. в 5,5 раз; средняя численность увеличилась в 2,5 раза (Гасанова, 2004, 2008).

Районы массового развития руководящих видов и таксонов фитопланктона в акватории западной части Среднего Каспия в период исследований были разобщены. Значительное развитие гребневика наблюдалось в Центральной зоне и определяло высокие значения биомассы фитопланктона в этой части акватории. В Центральной зоне исследуемой акватории основной объем биомассы формировали динофитовые (*Diplopsalis lenticola* f. *minor* (Pauls.) Pav., *Scrippsiella trochoideum* (Stein) Balech, *Glenodinium capsicum* /Ostenf./ Schill. и др.). По численности доминировали синезеленые. Преобладание в цианофитовом комплексе мелкоклеточной *Aphanothece clathrata* способствовало увеличению средней численности синезеленых водорослей в 2008 г. по сравнению с 2002 г. в 6 раз.

В Северной зоне фитопланктон был представлен только мелкоклеточными формами. По численности доминировали синезеленые; основной вклад в биомассу осуществляли динофитовые. Преобладание в планктоне мелкоклеточных форм привело к снижению показателей биомассы микроводорослей в Северной зоне в 2008 г. в 15 раз.

В Южной зоне главная роль в образовании биомассы принадлежала диатомовым и динофитовым из родов *Actinocyclus*, *Thalassiosira, Diplopsalis, Prorocentrum*.. В планктоне этой части исследуемой акватории в 2008г также наблюдалось уменьшение биомассы планктонных микроводорослей. По сравнению с 2002 г., их биомасса снизилась в 7 раз при увеличению численности в 4 раза.

Доминант «прошлых лет» крупноклеточная диатомея, аутакклиматизант 1934 г. *Pseudosolenia calcar-avis* (Бабаев, 1967, 1968) в планктоне не обнаружена. Представитель азово-черноморской флоры аутакклиматизант 2001 г. *Cerataulina pelagica* доминировала среди диатомовых в планктоне Центральной зоны (Махачкала – Избербаш) исследуемой акватории Каспия. В Северной зоне наибольший вклад в биомассу диатомового комплекса вносила автохтонная мелкоклеточная диатомовая *Rhizosolenia fragilissima*.

Список литературы

1. *Бабаев Г.* Б. Динамика численности и биомассы фитопланктона в западной части Среднего Каспия // Биологическая продуктивность Куринско-Каспийского района. Баку: Изд-во АН АзССР, 1967. С. 45–51.
2. *Бабаев Г. Б*. Состав и распределение фитопланктона западной части Среднего и Южного Каспия: Автореф. дис. … канд. биол. наук. 1968. 32 с.
3. *Гасанова А. Ш*. Состав и распределение фитопланктона дагестанского района Каспия в условиях меняющегося режима моря. Автореф. дис. … канд. биол. наук. Махачкала, 2004. 24 с.
4. *Гасанова А. Ш., Гусейнов К. М*. Сообщество фитопланктона дагестанского района Каспия в новых экологических условиях // Юг России: экология, развитие. 2008. № 2. С. 50–55.
5. Каспийское море. Фауна и биологическая продуктивность. М.: Наука, 1985. 268 с.
6. *Санина Л. В., Левшакова В. Д., Татаренцева Т. А*. Летний фитопланктон Среднего Каспия в период подъема уровня моря в сравнении с предыдущими годами // Морские гидробиологические исследования. М.: ВНИРО, 2000. С. 38–48.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПЛАНКТОННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ АКВАТОРИИ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ СРЕДНЕГО КАСПИЯ

Гусейнов К. М.

Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН, Махачкала, Россия

MODERN STATE PLANKTONIC INVERTEBRATES AREAS OF THE WESTERN PART OF THE MIDDLE OF THE CASPIAN SEA

Guseynov K. M.

Caspian Institute of Biological Resources of Dagestan Scientific Centre of Russian Academy of Science, Makhachkala, Russia

Каспийское море населяют организмы различного генезиса. Его таксономическая структура определяется развитием реликтов, морских (средиземноморских), пресноводных, а также специфических солоноватоводных каспийских видов. Такая генетическая неоднородность является результатом геологического прошлого Каспия и отражает особенности его экологической истории.

В современной экосистеме Каспийского моря на всех уровнях организации большое значение имеют вселенцы, которые входят в состав наиболее значимых групп водных биоценозов. Проникновению видов в новые водоемы в значительной степени способствует наличие свободных ниш.

Непостоянство уровенного режима Каспия и неоднократное изменение гидрологического и гидрохимического режимов в условиях замкнутого водоема способствовали низкому таксономическому разнообразию флоры и фауны и недостаточной насыщенности аборигенных биоценозов.

Материалом послужили гидробиологические пробы, собранные во время комплексных гидробиологических съемок ПИБР ДНЦ РАН и ЮНЦ РАН 2002, 2008 гг. с НИС «Цада» и «Денеб».

Отсутствие в Каспии естественных хищников и паразитов способствовали интенсивному развитию и широкому распространению вселенца *Mnemiopsis leidyi* (A. Agassiz). В 2002г он дал колоссальную вспышку численности, его средняя биомасса составляла 209 г/м^3. Это привело к сокращению качественного состава зоопланктона и снижению биомассы планктонных беспозвоночных на 90 % (Гусейнов, 2004, 2005; Гусейнов, 2004; Устарбеков, 2008). В 2008 г. в акватории западной части Среднего Каспия наблюдалось значительное уменьшение количественных показателей популяции мнемиопсиса, средняя биомасса которого, по сравнению с 2002 г., уменьшилась в 14,6 раз и составила 14,4г/м^3. Гребневик в исследуемой акватории встречался локально, в небольших количествах, был полностью сосредоточен на горизонте 0–5 м и был представлен мелкоклеточными формами. Изменился и район наибольшей концентрации гребневика: если в предыдущие годы это была Северная зона Среднего Каспия, то в 2008 г. самые высокие концентрации мнемиопсиса наблюдались в Центральной зоне.

Уменьшение количественных показателей популяции мнемиописа в 2008 г. не повлияло на таксономический состав зоопланктона. При анализе полученных результатов обращает на себя внимание бедность видового состава зоопланктона. По результатам исследований, в августе 2008 г. было выявлено только 8 таксономических единиц зоопланктона, из которых более 50 % являются личинками или молодью планкто-бентических организмов.

В акватории Среднего Каспия высокий уровень развития зоопланктона характерен для периода отсутствия гребневика в летний биологический сезон. В «гребневиковые» годы планктонная фауна с июля до самой осени находится под трофическим прессом. В связи с этим, сезонная динамика зоопланктона за годы присутствия гребневика утратила традиционный летний максимум, который определяет эффективность нагула планктоноядных рыб, влияя, тем самым, на их жизненный цикл. Биомасса и численность планктонных животных в акватории Среднего Каспия в летний период снижается до предельно малых величин, становясь на несколько порядков ниже среднего показателя тех лет, когда гребневик отсутствовал.

Уменьшение биомассы гребневика в августе 2008 г. привело к увеличению средней биомассы зоопланктона лишь в 1,7 раз. Популяция зоопланктона достаточно долго находилась под трофическим прессом гребневика и выеденный в предыдущие сезоны планктон не успевает возобновляться. Самые низкие значения биомассы зоопланктона регистрировались в Центральной зоне исследуемой акватории (разрезы «Махачкала», «Манас», «Избербаш»), самые высокие – в Северной зоне. В целом, распределение биомассы зоопланктона в исследуемый период носило неравномерный характер и определялось пространственной динамикой биомассы мнемиопсиса. Кроме того, натурализация гребневика изменила традиционное соотношение основных групп зоопланктона. В 2008 г. в планктоне исследуемой акватории наблюдалось абсолютное доминирование аутакклиматизанта 2000 г. *Acartia tonsa*, которая определяла численность и биомассу всего зоопланктона. Эта мелкая копепода, благодаря внушительной численности, составляла 89 % всей биомассы зоопланктона. Причем, младшие копепоидные стадии концентрировались в верхнем слое (0–20 м). С глубиной, увеличивается доля 5-х копепоидов, взрослых самцов и самок. Остальная часть зоопланктона приходилась на мизиды *Mysis amblyopsis, Mysis caspica*, науплии копепод и личинки полихет. На глубинах до 40 м основу биомассы также составляла *Acartia tonsa*; над большими глубинами (100–200 м) величину биомассы, благодаря своим крупным размерам, определяли мизиды *Mysis amblyopsis, Mysis caspica*. Кладоцеры *Evadne anonyx typica, Pleopis polyphemoides* составляли всего доли процентов. Традиционные для Каспия виды *Eurytemora grimmi* и *Calanipeda aquae dulcis* в планктоне вообще отсутствовали. Копепода *Limnocalanus grimaldii* и азово-черноморский вселенец 80-х гг. *Acartia clause* встречались в планктоне спорадически. В небольших количествах по всей исследуемой акватории встречались науплии копепод и усоногих, личинки усоногих и двустворчатых моллюсков. Отсутствие в планктоне привычных копепод, играющих значительную роль в биоценозе Среднего Каспия, объясняется, по видимости, тем обстоятельством, что выеденный в предыдущий сезон планктон не возобновился. Освободившуюся экологическую нишу почти полностью заняла *Acartia tonsa*, благодаря своей высокой био-

логической валентности (устойчивость к колебаниям солености, высокая скорость размножения, а также способность откладывать покоящиеся яйца, что обеспечивает ее выживание в период низких температур). По-прежнему наблюдалось спорадическое присутствие в планктоне ветвистоусых рачков *Penilia avirostris, Moina mongolica*, медузы *Aurelia aurita*, которые, по-видимому, еще не успели натурализоваться, но возможно, скоро займут свою нишу и войдут в список обитателей Каспия. *B. ovata*, наблюдаемый некоторыми исследователями в Каспии, в наших сборах отсутствовал.

Список литературы

1. *Гусейнов К.* М. Бентос дагестанского района Каспия // Известия высших учебных заведений. Северокавказский регион (Естественные науки). 2004. № 1. С. 77–81.
2. *Гусейнов М. К., Османов М. М., Гусейнов К.* М. Изменение структуры пелагической экосистемы дагестанского района Каспия под воздействием гребневика *Mhemiopsis leidyi* (Agassis) // Океанология. 2005.Т. 45, № 1, С. 69–72.
3. *Устарбеков А. К., Гусейнов К. М., Гасанова А.* Ш. Донные сообщества дагестанского побережья Каспия в условиях трансгрессии моря и инвазии гребневика *Mnemiopsis leidyi* (A.Agassiz) // Юг России: экология, развитие. 2008, С. 129–135.

СОДЕРЖАНИЕ

Матишов Г.Г., Ковалева Г.В. Николай Михайлович Книпович:
биография и научное наследие 5

Алигаджиев М.М., Амаева Ф.Ш., Османов М.М., Абдурахманова А.А.
Динамика распределения *Balanus improvisus* Darvin
в дагестанском прибрежном районе Каспийского моря. 16

Аль-Бурай А., Крючков В.Н.
Морфопатологический анализ прибрежных рыб Красного моря 18

Антонюк А.Ю., Иванов А.Ю., Филимонова Н.А.
Наблюдение обширных судовых разливов в Черном море по спутниковым данным 20

Антонюк А.Ю., Филимонова Н.А., Станичный С.В., Кубряков А.А.
Технологии оперативного обнаружения нефтяных загрязнений
на морской поверхности по данным спутниковых наблюдений 21

Артюхин Ю.В. Кризис парадигмы «портов – береговых убежищ»
в Азовском и Черном морях. 22

Артюхин Ю.В. Проблема реализуемости планов организации добычи
строительных песков на шельфе Черного моря в пределах Анапской пересыпи 27

Архипкин В.С., Тужилкин В.С., Яицкая Н.А.
Особенности формирования течений и поля солености в Северном Каспии 32

Архипова О.Е., Ивлиева О.В.
Оценка рекреационного потенциала Таганрогского залива 36

Архипова О.Е., Приваленко В.В. Оценка техногенной нагрузки
на черноморское побережье Адлерского района 40

Бардан С.И. Метод оценки продукционного потенциала
морских бактериоценозов для зимних условий морей Западной Арктики. 43

Бардан С.И. Облученность и спектральный состав проходящей в толщу вод ФАР
на широте Печорского моря для подледного периода 47

Бардан С.И. Фракционирование по размеру клеток фитоценозов зимнего планктона
и полуэмпирическая модель процесса для подледного периода 51

Батиева Е.Ф. Историческая динамика антропогенного присутствия в дельте Дона 56

Бегун А.А. Особенности развития Bacillariophyta эпифитона макрофитов
в условиях антропогенного загрязнения (залив Петра Великого Японского моря) 60

Безгачина Т.В. Выделение возбудителя вибриоза –
культуры штамма *Vibrio anguillarum* у мидий Черного моря *Mytilus galloprovincialis*
на побережье Северного Кавказа в летний период 2010 г.. 63

Бельчева Н.Н., Истомина А.А., Довженко Н.В., Слинько Е.Н.,
Кавун В.Ю., Челомин В.П. Оценка качества морской среды
по содержанию металлов и показателям перекисного окисления липидов
в тканях мидии Грея (*Crenomytilus grayanus*) 65

Беспалова Л.А., Ильина Л.П., Сушко К.С. Исследование процессов абразии
берегов Пролетарского водохранилища (озеро Маныч-Гудило) 68

Буваев Д.А. Изменение транспортной инфраструктуры
Прикаспийского региона Калмыкии за 150-летний период 71

Букатов А.Е., Павленко Е.А.
Оценка влияния нарушений однородности рядов климатических данных
на определение характеристик изменчивости атмосферных осадков
в районе Азовского моря 75

Булышева Н.И. Зообентос приплотинного участка Цимлянского водохранилища 78

Войнов В.Б., Вербицкий Е.В. Параметры физиологической реактивности
морских млекопитающих как важный компонент экологических исследований 80

Вышкваркова Е.В., Воскресенская Е.Н.
О неравномерности распределения интенсивных осадков в приморском регионе Украины 83

Глущенко Г.Ю., Лужняк О.Л. Фитопланктонное сообщество
Таганрогского залива Азовского моря в 2009 г. 86

Гречищев А.В., Лычагина Ю.М. Методика создания карты элементарных ландшафтов
на основе принципов функционального зонирования
с применением ГИС-технологий и данных ДЗЗ 88

Гудимов А.В. Двустворчатые моллюски морской гребешок
Chlamys islandica и модиолус *Modiolus modiolus* – объекты биосенсорного мониторинга 92

Джалалова М.И. Экологические условия формирования литорали Кизлярского залива 94

Евтушенко Н.В., Иванов А.Ю. Использование радиолокационной съемки
для изучения естественных нефтепроявлений в юго-восточной части Черного моря 96

Евтушенко Н.В., Кучейко А.А., Книжников А.Ю., Болтунов А.Н., Семенова И.С.
Спутниковая съемка мест обитания атлантического моржа
на юго-востоке Баренцева моря. Отработка методики и первые итоги 96

Епринцев С.А., Архипова О.Е. Оценка экологического риска
прибрежных урбанизированных территорий 98

Жилин А.Ю., Плотицына Н.Ф. Мониторинг содержания углеводородов
в отдельных элементах экосистемы прибрежных районов Баренцева моря 100

Иванов В.Е. Природные и антропогенные факторы подтопления посёлка Любимовка
(Юго-Западный Крым) 103

Инжебейкин Ю.И., Матишов Д.Г. Субинерционные и сезонные процессы
в формировании гидрологических полей на северо-восточном побережье Черного моря 105

Ионов В.В., Май Р.И., Крылов С.С., Пряхина Г.В., Смагин Р.Е.
Исследование распространения и трансформации речных вод в приливном эстуарии 108

Камардин Н.Н. Любимцев В.А., Холодкевич С.В., Удалова Г.П.
Возможность использования биомаркеров кардиоактивности
и поведения лёгочных моллюсков
в экомониторинге воздушной среды приморских районов 112

Кобанова Г.И. О массовом развитии нитчатых макроводорослей
в Баргузинском заливе Байкала 115

Ковалева Г.В., Золотарева А.Е. Результаты изучения диатомовых водорослей
из поверхностных донных отложений Таганрогского залива 119

Кондаков А.А., Олейников Е.П. Некоторые результаты наблюдений
за китообразными в восточной части Черного моря в августе 2010 г. 126

Красноруцкая К.В., Новенко Е.Ю. Палинологические спектры
современных донных осадков Азовского моря как показатель
растительного покрова прибрежных территорий 127

Кренёва К.В. Цилиатопланктон акватории Новороссийского порта
Черного моря в условиях антропогенного эвтрофирования вод 130

Кулыгин В.В. Архитектура ГИС-ориентированной информационно-аналитической системы ... 132

Лаптева А.М. Мониторинг тяжелых металлов и металлоидов
в прибрежной зоне Баренцева моря (район дампинга) 135
Лифанчук А.В. Влияние биогенных элементов
на морфологическую структуру и продукционные свойства фитопланктона
в северо-восточной части Чёрного моря 138
Лубсанова Е.Л. Растровые и векторные цифровые карты интернет-сервиса
для гидробиологического кадастра Республики Бурятии 140
Макаров М.В. Распределение фотосинтетических пигментов
по таллому *Saccharina latissima* в различных гидродинамических условиях. 144
Матишов Г.Г., Польшин В.В., Толочко И.В. К вопросу о реконструкции
береговой линии Таганрогского залива и дельты Дона в античную эпоху 147
Метальникова К.В. Методы использования аналогов тестостерона
для сохранения редких видов рыб (предварительные результаты
от купания эмбрионов форели в растворе метилтестостерона). 156
Моисеенко О.Г., Медведев Е.В., Орехова Н.А.
Оценка закономерности функционирования и степени трансформации
цикла углерода прибрежных экосистем Чёрного моря. 160
Набоженко М.В., Шохин И.В., Марахонич А.В.
Супралиторальная колеоптерофауна (Insecta: Coleoptera)
песчаных побережий Таганрогского залива 163
Никитина В.Н., Лисовская О.А. Современное состояние растительности
верхних отделов береговой зоны Российского побережья Черного моря 167
Никулина В.Н., Губелит Ю.И. Фитопланктон и фитообрастания
восточной части Финского залива в последнее десятилетие
в условиях антропогенного воздействия 170
Облучинская Е.Д., Алешина Е.Г., Матишов Д.Г. Содержание тяжелых металлов
и мышьяка в донных отложениях и в фукоидах Мурманского побережья Баренцева моря 174
Овсепян А.А. Некоторые особенности развития
фитопланктонного сообщества озера Севан в 2010 году 177
Оганова С.А., Плинк Н.Л. Использование геоинформационных технологий
в системе стратегического планирования развития приморских территорий. 180
Османов М.М., Алигаджиев М.М., Амаева Ф.Ш., Абдурахманова А.А.
Планктонные сообщества экосистем южной части дагестанского прибрежья
Каспийского моря в современных условиях 183
Панасюк Н.В. Накопление свинца, цинка, меди и железа
двустворчатыми моллюсками *Dreissena polymorpha*
в прибрежных водах Таганрогского залива 187
Плотицына Н.Ф. Мониторинг стойких органических загрязнителей
в прибрежной зоне Баренцева моря (район дампинга) 190
Польшина Т.Н., Ильина Л.П., Невидомская Д.Г.
К характеристике почвенно-растительного покрова побережья Таганрогского залива 193
*Полякова М.Н., Мартиросян Ю.Ц., Кособрюхов А.А., Долинская Е.В.,
Диловарова Т.А.* Высокотехнологичные способы размножения
редких и исчезающих видов растений в аэропонных условиях 198
Пономарёв А.В. Пауки (Aranei) побережья Таганрогского залива. 200
Рыбалочка И.В. Изучение взаимосвязи эмиссии радона и метана на побережье бухты Кит 204
Савикин А.И. Изменение фауны двустворчатых моллюсков (Mollusca: Bivalvia)
Таганрогского залива за последние сто лет. 206

Савицкий Р.М., Лебедева Н.В. Роль прибрежных территорий
в поддержании разнообразия орнитофауны (на примере Беглицкой косы, Азовское море)..... 208
Салмова Н.А., Журавлева Н.Г.
Рациональное управление природопользованием в марикультуре 213
Саяпин В.В. Желетелый макропланктон в прибрежной части
российского сектора Черного моря весной 2012 г..... 216
Селифонова Ж.П. Состояние экосистем портовых акваторий
Черного моря (Российский сектор) 218
Сёмин В.Л. Возможность использования полихет
как индикаторов состояния донных биоценозов в водоёмах
с сильным градиентом солёности (на примере Азовского моря)..... 221
Сергеенкова Ю.А. Биохимический мониторинг водных экосистем
на примере Кизилташских лиманов Черного моря 225
Сойер В.Г. Особенности гидрохимического режима вод портовой акватории
(на примере порта Новороссийск)..... 228
Сорокин П.С. Оценка использования побережья г. Владивосток 230
Сорокина В.В. Взвешенное вещество и прозрачность вод Азовского моря
(внутривековая изменчивость и факторы, ее обусловливающие)..... 233
Степаньян О.В. Особености распределения макроводорослей
и морских трав Азовского моря 237
Стоник И.В., Масленников С.И. Видовой состав и количественные характеристики
фитопланктона в проливе Босфор Восточный в районе строительства моста
на о. Русский (Японское море) 238
Стоник И.В., Масленников С.И. Видовой состав,
количественные характеристики и распределение фитопланктона
в северной части Амурского залива Японского моря в июне 2010 г..... 241
Тарасова Т.Т. Пространственная мобильность
как компонент комплексного управления прибрежными территориями..... 244
Ташнинова Л.Н., Ташнинова А.А. Опыт экологической экспертизы
проектов освоения прибрежной зоны Северного Каспия..... 248
Титов В.В. Базальные слои береговых обнажений Таганрогского залива..... 252
Тютюнов Ю.В., Титова Л.И., Бердников С.В.
Имитационная модель пространственно-временной динамики
системы «амброзия – фитофаг» 255
Филатова Т.Б. Содержание биогенных элементов в водах прибрежной
и мористой зон Российского побережья Чёрного моря 258
Чикин А.Л., Чикина Л.Г.
Один из методов моделирования заиления подходных судоходных каналов 260
Чугайнова В.А. Оценка воздействия гидротехнических работ
на гидрохимические показатели вод и донных отложений юго-западной части
Двинского залива Белого моря 264
Шаврак Е.И. Биоклимат прибрежной части Цимлянского водохранилища 268
Шагаров Л.М. Экологические основы природопользования
в горных лесах Причерноморья 272
Шевердяев И.В. Изучение использования прибрежной территории
Азовского моря с помощью космических снимков..... 274
Широколобова Т.И. Микробиологический мониторинг фоновых
и импактных районов Баренцевоморского прибрежья 278

Шматко В.Ю. Сравнение фаунистического комплекса нематод
на побережье пресного и соленого водоемов 281
Щепак Л.В., Журавлева Н.Г., Оттесен О.
Изучение влияния различных температур и солености
на эмбриональное развитие оплодотворенной икры
рыбы чистильщика радужного губана (*Labrus bergylta*) 283
Янина Т.А., Хомченко Д.С.
Малакофауна Каспийского моря в условиях антропогенного воздействия 286
Ясакова О.Н. Фитопланктон акваторий курортных городов
северо-восточного побережья Черного моря 288
Barinova S.S. Ecological mapping of water quality
in the eastern mediterranean coastal rivers 291
Ulanova A., Stepanova V., Snoeijs P. Marine diatoms of the Greece:
Mastogloia species belonging to the Hustedt's Group Inaequales 295
Velikova V. Current state of the Black Sea 301
Гасанова А.Ш. Некоторые сведения о фитопланктоне Среднего Каспия 308
Гусейнов К.М. Современное состояние планктонных беспозвоночных
акватории западной части Среднего Каспия 309

CONTENTS

Matishov G.G., Kovaleva G.V.
Nikolaj Mikhailovich Knipovich: biography and scientific heritage 5

Aligadzhiev M.M., Amaeva F.Sh., Osmanov M M, Abdurakhmanova A.A.
Distribution dynamics of Balanus improvisus Darvin in the Dagestan coastal area of the Caspian Sea . . .16

Al-Burai A., Krjuchkov V.N. Morphopathological analysis of Red Sea coastal fish 18

Antonyuk A.Yu., Ivanov A.Yu., Filimonova N.A.
Monitoring of extensive oil spills in the Black Sea on the bases of satellite data 20

Antonyuk A.Yu., Filimonova N.A., Stanichny S.V., Kubryakov A.A.
Technologies of operative oil pollution detection
on the sea surface on the bases of satellite monitoring 21

Artyukhin Yu.V. Crisis of the paradigm "ports – coastal refuges" in Azov and Black Seas. 22

Artyukhin Yu.V. The problem of realization plan to organization
of the mining building sands on shelf of the Black Sea within Anapa Barrier 27

Arkhipkin V.S., Tuzhilkin V.S., Yaitskaya N.A.
Features of the formation of flows and salinity fields in the Northern Caspian. 32

Arkhipova O.E., Ivlieva O.V. Assessment of recreational potential of Taganrog Bay 36

Arkhipova O.E., Privalenko V.V. Assesment of technogenic impact
to the Black Sea's coast of the Adler district. 40

Bardan S.I. Method of the estimation for production bacterial community
during the winter season in the seas of Western Arctic Regions 43

Bardan S.I. The characteristic par of the stream of headlights getting
into water at width of the Pechora Sea in middle of the winter 47

Bardan S.I. Sectioning on sizes for cages of miscellaneous groups
of the phytoplankton in the winter and plankton semiempirical model
of the appearance in subglacial phase of development 51

Batieva E.F. The historical dynamics of antropogene presence in the Don River delta. 56

Begun A.A. The development peculiarities of macrophytes epiphyton Bacillariophyta
under anthropogenic pollution conditions (Peter the Great Bay, Japan Sea) 60

Bezgachina T.V. Isolation of the vibrioagent *Vibrio anguillarum*
in the Black Sea mussels *Mytilus* galloprovincialis on the North Caucasus coast in summer of 2010 63

Belcheva N.N., Istomina A.A., Dovzhenko N.V., Slinko E.H.,
Kavun V.Ya., Chelomin V.P. Assessment of marine environment quality
on content of metals and lipid peroxidation indicators
in tissues of mussel Crenomytilus grayanus 65

Bespalova L.A., Iljina L.P., Sushko K.S. Investigation of proceses
of abrasion of coast line of Prolerarskoe reservoir (Manych-Gudilo Lake) 68

Buvaev D.A. The change of transport infrastructure
of Caspian Region of the Republic of Kalmykia in the 150-year period 71

Bukatov A.E., Pavlenko E.A. Estimation of the impact
of climatic data series inhomogeneity on the determination
of the atmospheric precipitation variability characteristics in the Azov Sea region 75

Bulysheva N.I. Zoobenthos of areas of adjacent to dam of Tsimlyansk Reservoir 78

Voinov V.B., Verbitsky E.V. Parameters physiological reactivities
of marine mammals as the relevant component of ecological researches 80
Vyshkvarkova E.V., Voskresenskaya E.N. About irregularity distribution
of strong precipitation in the coastal region of Ukraine 83
Glushchenko G.Yu., Lugnyak O.L. Phytoplanktonic community
of the Gulf of Taganrog of the Sea of Azov in 2009 86
Grechischev A.V., Lychagina Yu.M. Methodology of creation maps
of elementary landscapes based on principles of functional zoning
and use of remote sensing data and GIS technologies 88
Gudimov A.V. Bivalves the Icelandic scallop Chlamys islandica
and horse mussel Modiolus modiolus as biosensor monitoring objects 92
Dzhalalova M.I. Environmental conditions of littoral zone of Kizlyar Bay 94
Evtushenko N.V., IvanovA.Yu.
Use of sar images for study of oil seeps in the south-eastern Black Sea. 96
Evtushenko N.V., Kucheiko A.A., Knizhnikov A.Yu.,
Boltunov A.N., Semenova I.S. Satellite imagery atlantic walrus habitats
in the southeast Barents Sea. Mining method and first results 96
Eprintsev S.A., Arkhipova O.E. Environmental risk assessment of the coastal urban areas 98
Zhilin A.Yu., Plotitsyna N.F. Monitoring of content hydrocarbons
in some elements of ecosystem in coastal areas of the Barents Sea 100
Ivanov V.E. Natural and anthropogenous factors
of flooding of settlement Ljubimovka (Southwest Crimea) 103
Inzhebeikin Yu.I., Matishov D.G. Subintertial and seasonal processes
in the formation of the hydrological fields in the north-east coast of the Black Sea 105
Ionov V.V., May R.I., Krylov S.S., Priakhina G.V., Smagin R.E.
Research of distribution and transformation river waters in tidal estuary 108
Kamardin N.N., Lubimtsev V.A., Kholodkevich S.V., Udalova G.P.
Using of cardiac activity and behavior reactions in pulmonary mollusks
as possible biomarkets for ecomonitoring of seaside air 112
Kobanova G.I. The mass development
of filamentous macroalgae in the Barguzinsky Bay of Baikal 115
Kovaleva G.V., Zolotareva A.E. Diatoms from surface sediments of the Taganrog Bay 119
Kondakov A.A., Oleinikov E.P. Some results of small Cetacean observation
on Eastern part of the Black Sea (August 2010) 126
Krasnorutskaya K.V., Novenko E.Yu. POllen spectra
of the modern seabed sediments of the Sea of Azov
as an indicator of vegetation in the coastal areas 127
Kreneva K.V. Ciliatoplankton of the Novorossiysk Sea Port (Black Sea)
under anthropogenic eutrophication conditions 130
Kulygin V.V. Architecture of GIS-based information analysis system 132
Lapteva A.M. Monitoring of heavy metals and metalloids
in the coastal area of the Barents Sea (dumping area) 135
Lifanchuk A.V. Influence biogenic elements
in morphological structure and productional characteristic
of phytoplankton in the North-East Black Sea 138
Lubsanova E.L. Raster and vector digital maps of internet-service
for hydrobiological cadastre of Republic Buryatia 140

Makarov M.V. Allocation of photosynthetic pigments
on Saccharina latissima thallus in various hydrodynamic conditions 144
Matishov G.G., Polshin V.V., Tolochko I.V.
On the reconstruction of the coastline of the Gulf of Taganrog
and the Don River's Delta Region in ancient time 147
Metal'nikova K.V. Methods of testosterone analogues
for the conservation of fishes rare species
(preliminary results of swimming embryos trout in methyltestosterone solution) 156
Moiseenko O.G., Medvedev E.V., Orehkova N.A.
An assessment of functioning appropriateness and transformation degree
of the Black sea coastal ecosystems carbon cycle 160
Nabozhenko M.V., Shokhin I.V., Marakhonich A.V.
Supralittoral coleopterofauna (Insecta: Coleoptera) of sands coasts of Taganrog Bay 163
Nikitina V.N., Lisovskaya O.A. Current state of shallow water vegetation
of the Black Sea Coast (Russian sector) 167
Nikulina V.N., Gubelit Yu.I. Phytoplankton and phytofouling
in the eastern Gulf of Finland in the last decade in condition of antropogenic impact 170
Obluchinskaya E.D., Aleshina E.G., Matishov D.G.
Content of heavy metals and As in sediments
and fucoids from Murman Coast of the Barents Sea 174
Hovsepyan A.A. Some features of phytoplankton community dynamics
of lake Sevan during 2010 177
Oganova S.A., Plink N.L. Gis application for coastal zone strategic planning 180
Osmanov M.M, Aligadzhiev M.M., Amaeva F.Sh.,, Abdurakhmanova A.A.
Planktonic communities of ecosystems of the Dagestan southern coastal part
of the Caspian Sea in modern conditions 183
Panasjuk N.V. Accumulation of Pb, Zn, Cu and Fe in zebra mussel *Dreissena polymorpha*
in coastal waters of the Taganrog Bay 187
Plotitsyna N.F. Monitoring of persistent oranic pollutants
in the Barents Sea coastal area (dumping area). 190
Polchina T.N., Iljina L.P., Nevidomskaya D.G.
To the characterization of soil and vegetation cover the coastal area of the Taganrog Bay 193
Polyakova M.N., Martirosyan Yu.Ts., Kosobryuhov A.A.,
Dolinskaya E.V., Dilovarova T.A. High-tech solution breeding sites
of rare and endangered plants in the aeroponic conditions 198
Ponomarev A.V. Spiders (Aranei) of coasts of the Taganrog Gulf 200
Rybalochka I.V. Study of the relationship of radon and methaneemissions to coast Bay Kit 204
Savikin A.I. Bivalve (Mollusca: Bivalvia) fauna dynamics
in the Taganrog bay during the last century 206
Savitsky R.M., Lebedeva N.V. Role of the coastal areas
in protection of avifauna diversity (exemple of Beglitskaya Spit, Sea of Azov) 208
Salmova N.A., Zhuravleva N.G. Sustainable environmental management in mariculture 213
Sayapin V.V. Gelatinous macroplankton in the coastal zone
of the Russian sector of the Black Sea in spring 2012. 216
Selifonova Zh.P. Condition of ecosystem of port areas of the Black Sea (Russian sector). 218
Syomin V.L. Convenience of using polychaetes
as benthic communities health indicators in water bodies with strong salinity gradient
(by the example of the Sea of Azov) 221

Sergeenkova Ju.A. Biochemical monitoring of water ecosystems:
the case of Black Sea of Kiziltash's limans 225
Soyer V.G. Hydrochemical regime features of port area waters (Novorossiysk port as example) 228
Sorokin P.S. The estimate of coastal shore use of Vladivostok City 230
Sorokina V.V. Suspended solids and water transparency
of the Sea of Azov (secular fluctuations, causes and factors) 233
Stepanjan O.V. Features of distribution of macroalgas and seagrasses of the Sea of Azov 237
Stonik I.V., Maslennikov S.I. Species composition
and population density of phytoplankton from Bosphor Vostochny Strait, Sea of Japan 238
Stonik I.V., Maslennikov S.I. Species composition, population density
and horizontal distribution of phytoplankton in the northern part of Amurskii Bay, Sea of Japan 241
Tarasova T.T. Spatial mobility as a factor of integrated management for the coastal areas 244
Tashninova L.N., Tashninova A.A. Experience in environmental assessment
of development projects of the coastal zone of the North Caspian 248
Titov V.V. Basal layers of Taganrog Gulf bank cross sections 252
Tyutyunov Yu.V., Titova L.I., Berdnikov S.V. Simulation model
for spaTiotemporal dynamics of "ambrosia – phytophage" system 255
Filatova T.B. The content of biogenic elements in the coastal
and seaward water areas in the russian part of the Black Sea 258
Chikin A.L., Chikina L.G. One method of the sedimentation modeling of the ship channels 260
Chugaynova V.A. Assessment of the impact
of hydro-technical works the hydrochemical characteristics of waters
and bottom sediments of the south-western part of the Dvinsky Bay of the White Sea 264
Shavrak E.I. Bioclimate of the littorial area of Zymliansk reservoir 268
Shagarov L.M. Environmental basis of nature management
of the Black Sea coastal mountain forests 272
Sheverdyaev I.V. Study of the land use of the Azov Sea coastal
area using satellite images 274
Shirokolobova T.I. Microbiological monitoring of the background
and impact regions of the Barents Sea coast 278
Schmatko V.Yu. Comparison of the complex of nematode fauna
on the coast fresh and salt lakes 281
Shchepak L.V., Zyravleva N.G., Oddvar Ottesen
Study of effects of different temperatures and salinities on development
in fertilized eggs of cleaner-fish Ballan Wrasse (*Labrus bergylta*) 283
Yanina T.A., Khomchenko D.S.
Malacofauna of the Caspian Sea under the anthropogenic effect 286
Yasakova O.N. Phytoplankton of resort cities' water areas
in the north-eastern part of the Black Sea 288
Barinova S.S. Ecological mapping of water quality in the Eastern Mediterranean coastal rivers 291
*Ulanova A., Stepanova V., Snoeijs P.*Marine diatoms of the Greece:
Mastogloia species belonging to the Hustedt's Group Inaequales 295
Velikova V. Current state of the Black Sea 301
Gasanova A. Sh. Some information about the middle of the Caspian Sea phytoplankton 308
Guseynov K.M. Modern state planktonic invertebrates areas
of the western part of the middle of the Caspian Sea 309

Научное издание

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИМОРСКИХ РЕГИОНОВ (порты, берегозащита, рекреация, марикультура)

Материалы
Международной научной конференции,
посвященной 150-летию Н.М. Книповича
(Ростов-на-Дону, 5–8 июня 2012 г.)

Оригинал-макет *А.П. Чеха*
Оформление обложки: *Е.Н. Подскребалина, Я.Ю. Яковлева*
Техническое редактирование: *Ю.М. Валова-Романенко, С.А. Шестак*

Подписано в печать 30.05.2012
Формат 60×84/8. Бумага офсетная
Печать цифровая. Усл. п. л.37,57
Тираж 250 экз.

Издательство ЮНЦ РАН
344006, г. Ростов-на-Дону, пр. Чехова, 41
Тел. (863) 250-98-21

Отпечатано типографией DSM. Заказ № 33/12.
ИП Лункина Н.В. Св-во № 002418081.
г. Ростов-на-Дону, ул. Седова, 9, тел. 263-57-66
E-mail: dsmgroup@mail.ru