

УДК 911.52:551.46.07(262.5)

ПРОБЛЕМА НЕСТАБИЛЬНОСТИ ПОДВОДНОГО ЛАНДШАФТА (НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ЧЁРНОГО МОРЯ)

Бондарев И.П.

Рассмотрены наиболее уязвимые элементы подводного ландшафта северной части Чёрного моря и факторы влияния на них. Материалы базируются на комплексных исследованиях с применением подводных обитаемых аппаратов.

Ключевые слова: подводный ландшафт, Чёрное море, нестабильность, подводные обитаемые аппараты.

При ландшафтном картировании довольно часто приходится иметь дело с ситуацией, когда чёткую границу между выделяемыми иерархическими подразделениями сложно или даже невозможно точно установить. Это обстоятельство усложняется феноменом подвижности фациальных границ во времени. Причём темпы изменений не всегда измеряются историческими промежутками, когда постепенное накопление изменений компонентов ландшафта приводит к качественной перестройке внутренней структуры и границ ландшафтных единиц. Наблюдения *in situ* показали, что такие изменения могут происходить достаточно быстро и носить катастрофический характер. При этом причиной нарушения квазистабильного состояния может служить как деятельность человека, так и природные явления, суть которых не всегда до конца изучена.

Ландшафт – многокомпонентная развивающаяся система. Изменения, даже незначительные, одного из компонентов этой системы могут приводить к последствиям, которые не всегда поддаются точному прогнозированию(1). Самым надёжным способом контроля ситуации является постоянный мониторинг ландшафтной сферы. Эта задача на современном этапе развития науки весьма сложна и трудоёмка, а в случае с подводными ландшафтами, практически невыполнима. Максимально приближенная по возможностям ситуация существовала на Черноморском бассейне в конце 20 столетия, когда в г. Севастополь существовала База «Гидронавт» МРХ СССР, обладающая целым флотом подводных обитаемых аппаратов (ПОА). В задачи комплексных исследований, проводимых с применением ПОА на протяжении более 20 лет (1977-1990), входило изучение и мониторинг подводных ландшафтов на протяжении всего советского сектора Чёрного моря от о.Змеиный до п.Батуми. С 1980 по 1990гг в этих работах автор данной статьи принимал непосредственное участие. К сожалению, подводная техника, которая и сегодня могла бы быть авангардом и гордостью отечественной и даже Мировой науки, утрачена с прекращением существования СССР. Трудно переоценить ценность материалов, полученных в результате работ, повторение которых не представляется возможным в ближайшем обозримом будущем.

ПРОБЛЕМА НЕСТАБИЛЬНОСТИ ПОДВОДНОГО ЛАНДШАФТА (НА ПРИМЕРЕ ...

Конструктивные особенности ПОА и судов обеспечения, а также технология проведения работ, позволяли наиболее эффективно использовать их на глубинах от нижней границы волнового воздействия до 2000м. Исследователи провели тысячи часов под водой (6). В результате был получен обширный материал по проведению площадных съёмок и фиксации отдельных явлений, к которым автор хотел бы привлечь внимание.

Необходимость понимания причин или, хотя бы, характера изменений элементов донного ландшафта диктуется ещё и тем, что при картировании традиционными методами с борта исследовательского судна приходится устанавливать границы структурных единиц на основании пробоотбора с дискретных станций. Условность проведения подобных границ очевидна, а имеющаяся информация о реальной обстановке *in situ* значительно повышает их достоверность.

Очевидно, что причины нестабильности ландшафта можно подразделить на две категории: естественные и антропогенные. При этом, зачастую сложно установить «приоритет» среди факторов воздействия.

Самой подвижной и уязвимой компонентой ландшафта является биота. Но именно она часто и является ключевой характеристикой, определяющей установление фациальных границ. Опыт проведения подводных работ на шельфе свидетельствует о функционировании природного биофильтра в контактной зоне «вода – дно». Придонные водные массы подвергаются нескольким степеням очистки от первичного и вторичного органического вещества и терригенной взвеси:

- грубая очистка – механическое осаждение и переработка крупных частиц (водоросли и зообентос),
- средняя – фильтрация и репродукция органической взвеси крупными моллюсками *Bivalvia* и прочим макрозообентосом,
- тонкая – отфильтровывание тонкой органической взвеси и её репродукция (фаеололина и др. мелкие двустворчатые моллюски, прочий макро- и мейобентос),
- поглощение и распределение веществ, растворённых в воде (фито и зообентос).

Природные биофильтры имеют место в пределах шельфовых зон всех морей. Перегруз и нарушение функционирования хотя бы одного из звеньев цепи непременно приводит к перегрузке последующего звена и, как следствие, к нарушению его функции. Результатом сбоя работы системы являются наблюдаемые сокращения промысловых бентосных видов. Одним из наиболее показательных примеров, ставшим классическим, является катастрофическое уменьшение ареала биоценоза красной водоросли филлофоры на поле Зернова в северо-западной части Чёрного моря. Филлофора ребристая (*Phyllophora nervosa*) является доминантом и, одновременно, средообразующим видом, создающим экологическую нишу для более чем 100 видов беспозвоночных и 40 видов рыб. Урочище пологонаклонной аккумулятивной равнины, выполненной песчано- илистыми грунтами, с фитоценозом неприкрепленной формы красной водоросли филлофоры сформировалось в зоне устойчивого кругового циклонического течения северо-западного шельфа Чёрного моря на глубинах 25- 60м. Обоснованно считается, что значительное уменьшение площади с 11 тыс. км² в 1950- 70гг до 3 тыс км² к началу

1980х гг. и до 500 км² к началу 1990-х гг. (4) вызвано увеличением численности фитопланктона, следствием чего стало снижение прозрачности воды, контролирующей поступление света, необходимого для развития водоросли. Положение усугубила прогрессирующая эвтрофикация, антропогенная по своей основе. Существенное отрицательное воздействие оказал и дразный промысел, который помимо механического изъятия водоросли, также усиливал ухудшение оптических свойств воды за счёт ремобилизации осадочного материала. Впечатляющее сужение ареала филофоры по десятилетиям показано на серии карт Ю.П.Зайцевым (4). В то же время, наблюдения из подводной лаборатории (ПЛБ) «Бентос-300», проведенные во время ежегодных площадных съёмов в 1979- 1981гг, показали, что границы поля Зернова сильно изменялись без значительного изменения площади (Рис.1).



Рис.1. Изменение границ биоценоза филофоры по годам:
 --- 1979,1980, ___ 1981гг. I, II, III- районы повышенной плотности водорослей.

Способность неприкреплённой формы филофоры к миграции была установлена ещё в 1931 году, однако, масштабы миграции водоросли были оценены в процессе мониторинга с помощью ПОА. Очевидно, что ведущим фактором влияния миграции является изменение гидрологического режима.

Гидрологический режим является одним из ведущих факторов, определяющих состояние донных биоценозов шельфа. При определённых гидрологических условиях на обширных участках создаются условия гипоксии, приводящие к заморным явлениям. Заморы, имеющие цикличную повторяемость, приводят к сукцессионным изменениям одного из ландшафтообразующих биоценозов - мидии (*Mytilus galloprovincialis*) вплоть до его деградации и замещения руководящего вида другими двусторчатыми моллюсками (7). При восстановлении благоприятного кислородного режима происходит и восстановление биоценоза. Однако, для современного состояния биоценоза мидии характерны резкие колебания

ПРОБЛЕМА НЕСТАБИЛЬНОСТИ ПОДВОДНОГО ЛАНДШАФТА (НА ПРИМЕРЕ ...

численности и биомассы доминирующего вида, неравномерное развитие на различных участках и в разные годы. Даже когда фациальные границы, выделяемые по доминирующему биоценозу, являются относительно стабильными, на границе сообществ сезонно могут преобладать то одни, то другие доминанты. Такое явление зафиксировано на границе сообществ моллюска *A.nitida* и полихеты *N.homborgii* в Каркинитском заливе, где весной преобладают полихеты, а летом – моллюск абра. По исследованиям в том же Каркинитском заливе выявлено, что изменения границ ландшафтообразующих сообществ могут носить необратимый характер. Отмечено частичное замещение сообщества сестонофагов (мидия) на сообщества детритофагов (абра) (5), что указывает на изменение режима в сторону эвтрофикации.

На внешней части шельфа основным фактором, нарушающим стабильность ландшафтных границ, является близость сероводородного слоя и колебания его верхнего уровня. При наблюдениях из ПОА хорошо заметны признаки сероводородного заражения по появлению на поверхности донного осадка пятен с окраской, изменённой на оранжевую и чёрную на глубинах 100-110 м и даже менее. Хотя по данным, полученным традиционными гидрохимическими средствами пробоотбора, верхняя граница сероводородной зоны располагается на глубине 130-150 м. В реальности сероводородная водная масса тонким слоем по пониженным участкам дна может проникать в районы, удалённые от границы зоны, определённой по данным официальной гидрологии. В районе о. Змеиный при погружении ПЛБ «Бентос -300» на глубине 54 метра у дна был отмечен слой с оптическими характеристиками, свойственными только для сероводородной зоны Чёрного моря. Дальность видимости у дна в погружении на нижней границе филофорного поля была оценена в 35 метров (6). Не исключено, что это был локальный заток сероводородной водной массы, о последствиях появления которого для биоценоза филофоры можно только догадываться.

Внешняя граница шельфа и весь материковый склон отличаются повышенной динамикой донных отложений за счёт гравитационных оползаний по склону и транзита осадка по каньонам и долинам, верхние части которых выходят на шельф. Как показали подводные исследования, далеко не все каньоны, даже крупные, изображены на морских навигационных и других специализированных картах. Следовательно, изменчивость ландшафта, связанная с оползновыми и турбидитными явлениями, гораздо масштабнее, чем принято считать. Особенно сильно испещрено каньонами вблизи побережья Грузии на участке между п. Сухуми и п. Батуми. Здесь по бортам каньонов повсеместно встречаются оползневые цирки и плоскости отрыва оползаний. При соприкосновении ПОА с грунтом, массы илистого грунта обрушиваются вниз, сопровождаясь клубами илистой взвеси. Неоднократно отмечался процесс оползания мидийных полей по склонам каньонов к их тальвегу (2). Верхние части каньонов могут доходить до нижней границы литорали и разрушительно воздействовать даже на зону пляжа. Профилактические работы по сбросу в море щебня, гравия и песка целыми ж.д. составами не приводят к желаемому результату – они не в состоянии компенсировать ёмкость транзита по каньонам.

Антропогенное воздействие на подводные морские ландшафты распределяется неравномерно, естественно возрастая от больших глубин к береговому резу. Однако, в последнее время возрастает объём хозяйственной деятельности на

материковом склоне и его подножии, связанный с прокладкой коммуникаций и, особенно, с активным поиском промышленных скоплений углеводородов. До настоящего времени добыча углеводородов локализована в северо-западной части Чёрного моря. Две 40-километровые нитки магистрального газопровода связывают берег в районе м.Тарханкут и морскую стационарную платформу (МСП) «Голицино 4», которая в свою очередь межпромысловыми коллекторами соединена с ближайшими МСП («Голицино 2, 5, 18 и т.д»). Во время укладки газопроводов поверхность дна нарушается бороздами, траншеями, выбоинами от понтонов длиной до первых сотен метров, шириной 0,5- 50м и глубиной до 1м. Заселение подобных нарушенных площадей начинается не ранее, чем через три года, а существование новообразованных нано- и микроформ рельефа изменяет ландшафт навсегда. При этом буровые платформы являются источниками постоянного поступления мусора. В радиусе 50- 100м вокруг них плотность распределения мусора составляет единицы объектов на м², а в радиусе 20- 30м от МСП строительные, технические и бытовые отходы покрывают дно в несколько слоёв. Эпизодически МСП становятся источниками катастрофического (аварийного) загрязнения. Во время пожара, продолжавшегося на платформе «Голицино-5» летом 1986 года около 2 недель, сгорели десятки млн. кубометров газа, сопровождаясь выбросом в море значительного количества газоконденсата. Последствием стало возникновение вокруг платформы безжизненного захламлённого пространства. Было бы необъективно не отметить некоторый позитивный момент, а именно, создание эффекта рифа металлическими и бетонными конструкциями платформ. Уже через 3- 5 месяцев они покрываются плотной щёткой фильтраторов – мидий. Этим же эффектом объясняется и повышенная концентрация рыб- бычков в 3-5 метровой зоне вдоль газопроводов, уложенных на дно.

Официально запрещённые в начале 1980-х годов донные траления изменили рельеф некоторых участков шельфа. Борозды шириной от 10см до 10м, глубиной до 0,5м протягиваются на многие мили. Следы донных тралений (СДТ) фиксируются на глубинах от 30 до 200 м, наиболее часто встречаясь в диапазоне 65- 110м. Плотность СДТ в среднем составляет 30- 50 на погонную милю, а в районах интенсивного промысла она на 1- 2 порядка выше, достигая 4000 и более следов на погонную милю. Плотность СДТ 1000 означает, что около 15% участка длиной в 1 милю и шириной 10м имеет нарушенную поверхность дна.

Нарушение естественной поверхности донных отложений наиболее интенсивно происходит вблизи портов. По подсчётам, выполненным на внешнем рейде сравнительно небольшого порта Ялта, плотность якорных следов глубиной до 1,5 – 2,0 м достигает 5000 на квадратную милю (2).

Наибольшая антропогенная нагрузка и связанные с ней изменения ландшафта приходится на прибрежную зону, где сосредоточен основной объём дноуглубительных, дноочистительных работ, намыв и насыпание пляжей, строительство волноломов и других гидротехнических сооружений и т. д. Ландшафтные исследования в зонах дампинга показывают значительное снижение видового состава, биомассы бентоса (примерно в 8 раз) и изменение экологической структуры сообществ в целом (10). Наблюдениями из ПОА зафиксировано ингибирующее воздействие свалок грунта в районе п.Севастополь и в Керченском предпроливье в виде появления бактериальных матов - белых пятен «плесени» диаметром до 1,0м.

ПРОБЛЕМА НЕСТАБИЛЬНОСТИ ПОДВОДНОГО ЛАНДШАФТА (НА ПРИМЕРЕ ...

Мошнейшим фактором воздействия на донные ландшафты является антропогенная составляющая речного стока, особенно различные промышленные и агрохимические химические вещества. В зоне влияния крупнейших рек в северо-западной части моря по наблюдениям 1980-х - 90-х годов бентофауна на глубинах до 30 м либо отсутствовала, либо была крайне угнетена. В последующие годы ситуация улучшилась в связи с уменьшением антропогенного прессинга (3).

Нестабильные элементы ландшафта, описанные выше, являются примерами так называемых «уязвимых звеньев» физико-географического процесса (8). Северная часть Чёрного моря - весьма ослабленное звено экосистемы, во многом вследствие деятельности человека, остро нуждающееся в мерах поддержания стабильности на основе тщательного изучения.

Список литературы

1. Бондарев И.П., Бураков В.И. Факторы, определяющие современное состояние донных биоценозов северо-западной части Чёрного моря // Природная среда и проблемы изучения, освоения и охраны биологических ресурсов морей СССР и Мирового океана: Матер. всесоюз. конф. - Л., 1984. - С. 21-22
2. Бураков В.И., Семёнов Д.В. Изучение донных ландшафтов шельфа Чёрного моря с помощью обитаемых подводных аппаратов. - Севастополь., 1989. - 37 с. (Препр./ «Гидронавт» МРХСССР).
3. Геоэкология Черноморского шельфа Украины / В.А. Емельянов, А.Ю. Митропольский, Е.И. Наседкин и др. - К.: Академперіодика, 2004. - 295 с.
4. Зайцев Ю.П. Введение в экологию Чёрного моря. - Одесса: «Эвен», 2006. - 222с.
5. Золотарёв П.Н., Повчун А.С. Макрозообентос глубоководной зоны Каркинитского залива Чёрного моря // Экология моря. - К.: Наук. Думка, 1986. - вып.22. - С. 48-57.
6. Королёв А.Б. Бентос - 300. Пять тысяч часов под водой. - М.: ВНИРО «Нерей», 1992. - 205с.
7. Лосовская Г.В. Сукцессионные изменения биоценоза мидии в северо-западной части Чёрного моря как отражение флуктуации численности и биомассы руководящего вида под влиянием заморозов// Экология моря. - К.: Наук. Думка, 1988. - Вып.28 - С. 33-35.
8. Пестров К.М. Подводные ландшафты. Теория, методы исследования. - Л., Наука, 1989. - 126с.
9. Терентьев А.С. Изменение донного сообщества в районе дампинга грунта в Керченском предпроливье Чёрного моря // Экологические проблемы Чёрного моря: Сборн. научн. статей. - Одесса: ОЦНТИ. - 1999. - С.284- 285.

Bondarev I.P. The problem of instability of the underwater landscape (on the example of northern part of the Black sea.

The most vulnerable elements of submarine landscape of the northern part of the Black sea and the factors of influence on them are examined. Materials are based on comprehensive studies with the application of the underwater inhabited vehicles.

Keywords: submarine landscape, Black sea, instability, the underwater manned vehicles.

Бондарев І.П. Проблема нестабільності підводного ландшафту (на прикладі північної частини Чорного моря).

Розглянуті найуразливіші елементи підводного ландшафту північної частини Чорного моря та чинники впливу на них. Матеріали базуються на комплексних дослідженнях із застосуванням підводних населених апаратів.

Ключові слова: підводний ландшафт, Чорне море, нестабільність, підводні населені апарати.

Статья поступила в редакцию 25.07.2008 г