

С.И.Рубцова

Институт биологии южных морей им.А.О.Ковалевского, г.Севастополь

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ КРЫМА

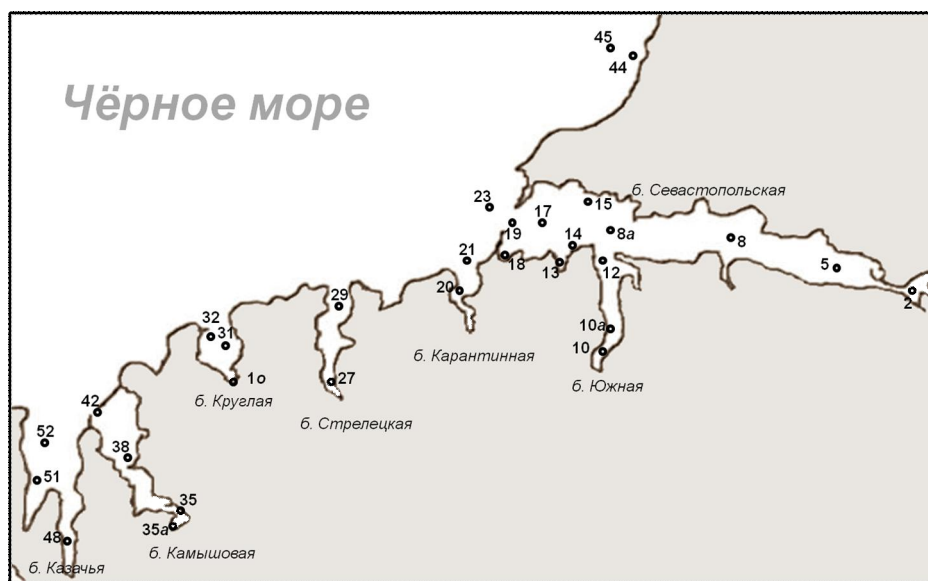
Статья посвящена разработке системы экологической оценки прибрежной зоны юго-западной части Крыма, основываясь на принципах интегрированного подхода к управлению ресурсно-экологической безопасности Азово-Черноморского региона. Сформированы методические подходы и прикладные оценки анализа контроля качества морской воды и донных осадков по данным мониторинга; получило дальнейшее развитие изучение экологической обстановки в прибрежной зоне Черного моря; роли морских организмов в утилизации органических веществ; моделировании процессов самоочищения прибрежной зоны от органических загрязнителей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *прибрежная зона, Черное море, нефтяное загрязнение, самоочищение*

Экологические исследования стали неотъемлемой и обязательной частью изучения территории Крыма и прилегающих акваторий Черного и Азовского морей, конечной целью которых является, как правило, оценка экологического состояния. Такие исследования особенно актуальны для морской береговой зоны, которая отличается сложным геологическим строением, чрезвычайным разнообразием природных процессов и мощной антропогенной нагрузкой [1 – 5]. Однако, до настоящего времени нет единого методического подхода к определению критериев оценки экологического состояния контактной зоны суша – море, имеющей важное рекреационное и хозяйственное значение. Нами для оценки экологического состояния морской береговой зоны Черного и Азовского морей были предложены и применены на практике следующие группы критериев:

1. Оценка бактериологического состояния морской воды и донных отложений прибрежных зон с различной степенью антропогенной и рекреационной нагрузки.
2. Определение численности и биомассы экологических групп макрозообентоса – для оценки экологического качества среды и роли биоты в процессах самоочищения.
3. Оценка физико-химического состояния прибрежных наносов и донных осадков, особое внимание уделив нефтяному загрязнению.
4. Изучение потоков нефтяных углеводородов, моделирование процессов самоочищения прибрежной зоны от органических загрязнителей, проведение оценки экологической чувствительности Севастопольского побережья к нефтяному загрязнению; изучение роли морских организмов в утилизации органических веществ.

Цель работы – разработка системы экологической оценки прибрежной зоны Крыма, основываясь на принципах интегрированного подхода к управлению ресурсно-экологической безопасности Азово-Черноморского региона.



Р и с . 1 . Схема расположения станций отбора проб.

Материалом для работы послужили пробы донных осадков, отобранные во время проведения санитарно-биологических съёмок Севастопольских бухт, выполненных сотрудниками отдела морской санитарной гидробиологии ИнБЮМ в период с 2000 по 2011 гг. (рис.1). При выборе станций для отбора проб, прежде всего, руководствовались тем, чтобы выбранные районы различались по удалённости от открытой части моря, степени антропогенной и рекреационной нагрузки, интенсивности загрязнения, составом донных отложений и т.д. [6 – 8]. В отобранных пробах определяли численность различных групп микроорганизмов, хлороформэкстрагируемых веществ и нефтяных углеводородов по стандартным методикам [7 – 10].

Нами предложен подход к экологической оценке прибрежной зоны Крыма в системе интегрированного управления ресурсно-экологической безопасности прибрежной зоны, который позволит разработать практические рекомендации для управления качеством водной среды и эксплуатации прибрежных акваторий, а также для развития рекреации и туризма в Причерноморском регионе (табл.1).

Создание общей программы, способствующей экологически безопасной эксплуатации рекреационной зоны прибрежных акваторий Черного моря – шаг к достижению устойчивого развития Черноморского региона. Внедрение в систему прибрежного менеджмента экологического мониторинга обеспечит объективную оценку состояния окружающей среды, самоочищающей способности прибрежных акваторий, позволит разработать конкретные практические рекомендации для управления качеством водной среды и эксплуатации прибрежных акваторий, развития рекреации и туризма в Крымском Причерноморье.

Прибрежный менеджмент определяется как скоординированная деятельность по управлению и руководству прибрежной зоной. В последнее время получило развитие новое научное направление – "экологический менеджмент",

Т а б л и ц а 1. Система экологической оценки Крыма.



или "экологический менеджмент природопользования" [11]. Последний из них определяется как совокупность организационно-управленческих и экономических инструментов регулирования взаимоотношений между субъектами и сферами управления, что, по мнению О.Балацкого и др. [11], носит несколько дискуссионный характер, однако вызывает немалый интерес в части методологии и терминологии. С.Харичков и Т.Галушкина определяют собственно "экологический менеджмент" как междисциплинарную науку, разрабатывающую оптимальные варианты конкурентоспособных управленческих решений в отношении природоохранной деятельности [11 – 14]. Комплексное управление прибрежной зоной представляет собой непрерывный процесс выработки и принятия решений, направленный на гармоничное развитие прибрежных районов в целях его устойчивого развития. Под прибрежной зоной нами понимается зона контакта суши с морем, включая природные комплексы – как берега, так и прилегающую морскую акваторию в границах, позволяющих обеспечить экологически сбалансированное развитие прибрежных территорий, сохранение прибрежных и морских ландшафтов и экосистем от загрязнения и уничтожения, – территория с режимом ограниченной и регулируемой хозяйственной и иной деятельности. Прибрежная зона – это пространство, где с особой интенсивностью осуществляется взаимодействие человека с окружающей средой [11, 13].

Постоянный рост антропогенных нагрузок на экосистемы прибрежных зон приводит к необратимым процессам истощения и ухудшения качества природных ресурсов, к более частому и масштабному проявлению кризисных экономико-экологических ситуаций в Черном и Азовском морях. Результаты предложенного исследования в совокупности решают задачу разработки системы экологической оценки прибрежной зоны Черного моря, основываясь на принципах интегрированного подхода к управлению ресурсно-экологической безопасности Азово-Черноморского региона.

Освоение пространства и ресурсов Черного и Азовского морей, других районов Мирового океана является одним из важнейших направлений исследований, которое определяется выгодным географическим положением, наличием значительного морехозяйственного потенциала и стратегических задач обеспечения экологической безопасности. Сложность географических, экономических, демографических и других характеристик и особенностей территории требует соответствующей системы планирования территориального развития. Такая система не может быть простою, а, следовательно, не может быть простою и нормативно правовая база, которая ее регулирует. Представленное теоретическое обобщение, а также новые пути решения поставленной научной задачи, которая заключается в разработке нового подхода экологической оценки прибрежной зоны Черного моря и формирования системы управления морским природопользованием в системе «суша-море», позволяют проанализировать тенденции и закономерности ресурсно-экологических и экономических трансформаций в бассейне Черного и Азовского морей в контексте оценки перспектив устойчивого социально-экономического развития и обеспечения безопасности приморских регионов Крыма.

Создание общей программы интегрированного управления прибрежной зоной Крыма, помимо мониторингового исследования, должно включать разработку программы правовой регуляции взаимодействия, как внутригосударственных структур, так и межгосударственных. При этом внимание должно уделяться актуальным экологическим вопросам, разработке экономических основ, направленных на поддержку и возобновление водных ресурсов.

Методические и методологические вопросы управления прибрежной зоной Черного моря занимают важное место в системе исследования проблем планирования и управления морским природопользованием. Прогноз развития экосистемы прибрежных зон моря, защита от неблагоприятных природных и антропогенных процессов являются важнейшими задачами при освоении побережья. Выполнение данной работы позволяет предложить комплексный подход к решению проблем использования прибрежных зон Крыма и наметить пути к развитию приоритетных направлений прибрежного менеджмента и приблизить их к Международному уровню.

Предложенные приоритетные направления совершенствования организации морского природопользования в Крыму, основанного на принципах интегрированного управления, определяют пути и направления вертикальной и горизонтальной интеграции на региональном и международном уровнях, реформирование общей государственной системы управления природными ресурсами и охраной окружающей среды с учетом реализации интеграционных систем регуляции использования ресурсов, экологического контроля, в целостной системе «контактная зона «суша – море»», создания эффективной системы аналитических исследований, прогнозирования и планирования.

Важное место в интегрированном управлении Крымским Причерноморьем занимает оценка экологического состояния прибрежной зоны. На основе данных отдела морской санитарной гидробиологии ИнБЮМ НАНУ и собственных данных рассмотрено экологическое состояние Севастопольских бухт [11]. Проанализированные химические и микробиологические

показатели оценки экологического состояния морских береговых зон Севастопольского региона позволяют сделать предложения по улучшению экологического состояния акваторий и использовать морские организмы и их сообщества в борьбе с загрязнением.

По степени экологического неблагополучия бухты Камышовая и Севастопольская, вершина бухты Круглая являются в основном критическими зонами, центральная часть бухты Севастопольской и бухты Южная – кризисными зонами или зонами чрезвычайной экологической ситуации; бухты Круглая, за исключением вершины бухты, относящейся к критической зоне, является напряженной зоной, а бухты Казачья относится к относительно удовлетворительным зонам по степени экологического неблагополучия. Донные отложения Севастопольской бухты имеют III, IV (в устьевой части и в вершине бухты) и V (центральная часть бухты) уровни загрязнения, а остальные бухты характеризуются I – III уровнями загрязнения. Наибольшая численность гетеротрофных и нефтеокисляющих бактерий выявлена в донных осадках наиболее загрязнённых станций, а наиболее чистыми оказались донные осадки б. Казачья, имеющей низкий уровень химического загрязнения и высокое биологическое разнообразие. По результатам проведенных исследований предложено использовать морские организмы в борьбе с загрязнением и биомониторинге, а также для разработки гидробиологических систем очистки загрязнённых морских вод [7].

Определение типов берегов, их ранжирование и оценка чувствительности к нефтяному загрязнению является важной задачей для оценки степени негативного влияния нефтепродуктов на береговую зону. Проведенные нами исследования позволяют сделать вывод о том, что берега на большей части Севастопольского побережья (41 %) имеют достаточно высокий по международной шкале *ESI* индекс чувствительности (5,6). Берега с индексами 1 и 2 в сумме составляют около 38 % общей протяженности береговой линии. На долю берегов с индексами 3, 4 приходится 10 % берегов, с индексом 7 – 11 % берегов [11]. Таким образом, в Севастопольском регионе доминируют два типа берегов с прямо противоположной способностью к самоочищению от нефти. Это берега с индексами 1, 2, где в случае разливов нефти за счет волнового смыва и других природных процессов нефть удаляется в течение нескольких недель, и берега с индексами 5, 6, где нефть быстро проникает в отложения и может сохраняться годами.

Рассчитана критическая антропогенная нагрузка нефтяного загрязнения прибойной зоны Севастопольского побережья Черного моря, площадью 216 км², которая не должна превышать 700 т в год. Приведенные расчеты свидетельствуют о больших потенциальных возможностях Севастопольского побережья Черного моря к самоочищению от нефтяных углеводородов [11]. Однако, с увеличением уровня загрязнения, самоочищающая способность среды по отношению к нефтяным углеводородам значительно снижается, что, в конечном итоге, приводит к перестройке всей структуры экосистемы и уменьшению продукционной способности нефтеокисляющих бактерий. Для более точного расчета ассимилирующей способности морских экосистем по отношению к углеводородам нефти необходимы комплексные исследования, в том числе систематические микробиологические наблюде-

ния в различных районах Черного моря, что позволит прогнозировать возможные последствия влияния нефти на морские экосистемы.

Исследовано влияние абиотических факторов на численность нефтеокисляющих бактерий в прибрежных районах Черного моря (акватория Севастопольских бухт). Сделан анализ зависимостей численности нефтеокисляющих бактерий от температуры среды, гранулометрического состава донных осадков, общего содержания нефтяных углеводородов в морской воде и донных осадках, а также волнового перемешивания. Установлен предел увеличения численности бактерий, достигаемый при превышении температуры свыше 30 °C [11].

В результате проведенных исследований установлено, что с уменьшением температуры понижается численность нефтеокисляющих бактерий, однако это не приводит к существенному замедлению процессов самоочищения и накоплению нефтяных углеводородов в морской воде и донных осадках. Зависимость между численностью нефтеокисляющих бактерий и количеством нефтяных углеводородов проявляется при охвате наблюдениями широкого интервала измеряемых величин при логарифмическом масштабировании оси ординат. В области малых значений концентрации нефтяных углеводородов в донных осадках количество субстрата лимитирует удельную численность нефтеокисляющих бактерий, а при больших значениях (> 40 мг/г) отмечается тенденция к ограничению их численности за счет достижения предела насыщенности нефтяных углеводородов бактериями. При увеличении количества нефтяных углеводородов в донных осадках, родовое разнообразие нефтеокисляющих бактерий увеличивается с проявлением тенденции ограничения максимального количества культур [11].

Отмечено, что самой чистой на протяжении последних лет остаются донные осадки Учкеевки, бухт Круглая и Казачья, а наиболее загрязненными являются воды Севастопольской и Южной бухты (по количеству хлороформ экстрагируемых веществ и нефтяных углеводородов). Такая ситуация вызвана прежде всего базированием кораблей, судов, а также наличием объектов судоремонтной промышленности и грузопассажирских причалов. Отмечено увеличение загрязняющих веществ в малых реках на территории Севастополя. Это объясняется усилением антропогенного фактора, а именно увеличением загрязняющих веществ в сточных водах предприятий жилищно-коммунального хозяйства.

Как показала мировая практика, основным источником загрязнения портовых акваторий, в том числе нефтепродуктами, являются не столько морские суда, сколько прибрежная инфраструктура. Поэтому, дополнительный заход судов в бухту при соблюдении существующего законодательства по недопущению загрязнения моря не должен привести к увеличению нефтяного загрязнения акватории. Для повышения безопасности судоходства на акватории бухты, особенно для крупнотоннажных грузовых и пассажирских судов, необходимо проведение дноочистительных работ по фарватеру бухты и в районе причалов. Проведение таких мероприятий может в определенной мере улучшить экологическое состояние морской среды в локальных участках, а в дальнейшем – и в бухте в целом.

Для прибрежных зон Крымского региона главная экологическая проблема – дальнейшее снижение эффективности природопользования и усиление антропогенного давления на природную среду, происходящие на фоне несоответствия имеющегося в регионе природно-ресурсного потенциала типу его функционального использования. Один из путей улучшения экологического состояния акваторий и стимулирования процессов естественного самоочищения основан на создании искусственных гидробиологических систем для очистки загрязненных морских вод и оздоровления прибрежных акваторий. Участие биоты в процессе самоочищения позволяет целенаправленно использовать морских организмов в биомониторинге и в борьбе с загрязнением, а также для разработки гидробиологических систем очистки загрязненных морских вод.

Крым располагает значительными рекреационными возможностями, в основе которых лежит выгодное географическое положение, уникальные природные лечебные ресурсы, богатое историческое и культурное наследие. Однако большая часть этих возможностей в настоящее время не реализуется или реализуется не полностью. Для обеспечения устойчивого роста туризма в Крыму необходимо принять государственную стратегию развития туризма, сбалансированную относительно параметров туристического потока и ресурсных возможностей страны, в которой должны быть определены основные цели развития туризма в краткосрочной и долгосрочной перспективах, и, которая бы гармонично дополняла общую стратегию управления и развития Крымского Причерноморья. Реализация научных основ интегрированного управления морским природопользованием является важным инструментом государственной морской политики и утверждения Крыма как морского государства, условием обеспечения экономической и экологической безопасности государства.

Заключение.

1. Представленное теоретическое обобщение на основе литературных и собственных данных, а также новые пути решения поставленной научной задачи, которая заключается в разработке нового подхода экологической оценки прибрежной зоны Черного моря и формирования системы управления морским природопользованием в системе “суша-море”, позволит разработать положения формирования системы экологической оценки прибрежной зоны Черного моря, основываясь на принципах интегрированного подхода управления ресурсно-экологической безопасности Азово-Черноморского региона.

2. На основе проанализированных известных критериев оценки экологического состояния морских береговых зон по основным химическим и биологическим показателям и данным отдела Морской санитарной гидробиологии ИнБЮМ, предложены и применены на практике собственные критерии, на основе многолетних данных рассмотрено экологическое состояние Севастопольских бухт, изучено взаимодействие морских организмов и их сообществ с загрязнением, сделаны предложения по улучшению экологического состояния акваторий.

3. Предложенный подход к экологической оценке прибрежной зоны Крыма в системе интегрированного управления ресурсно-экологической

безопасности прибрежной зоны позволит разработать практические рекомендации для управления качеством водной среды и эксплуатации прибрежных акваторий, а также для развития рекреации и туризма в Причерноморском регионе.

4. Один из путей улучшения экологического состояния акваторий и стимулирования процессов естественного самоочищения основан на создании искусственных гидробиологических систем для очистки загрязненных морских вод и оздоровления прибрежных акваторий. Участие биоты в процессе самоочищения позволяет целенаправленно использовать морских организмов в биомониторинге и в борьбе с загрязнением, а также для разработки гидробиологических систем очистки загрязненных морских вод.

5. Проанализированы тенденции и закономерности ресурсно-экологических и экономических трансформаций в бассейне Черного и Азовского морей в контексте оценки перспектив устойчивого развития и обеспечения безопасности приморских регионов Крыма. Отмечено, что постоянный рост антропогенных нагрузок на экосистемы исследуемых морей приводит к необратимым процессам истощения и ухудшения качества естественно ресурсного потенциала, к более частому и масштабному проявлению кризисных ситуаций в Черном море. Предложен комплексный подход к решению проблем использования прибрежных зон Черного моря, намечены пути к развитию приоритетных направлений прибрежного менеджмента в Крыму.

Благодарности. Автор выражает благодарность д.б.н., проф. О.Г.Миронову, а также сотрудникам отдела морской санитарной гидробиологии ИнБЮМ за предоставленные материалы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Методические основы комплексного экологического мониторинга океана.*– М.: Гидрометеиздат, 1988.– 287 с.
2. *Определение загрязняющих веществ в пробах морских донных отложений и взвеси. Методические указания.*– М.: ФСР по гидромет. и мониторинг. окр. среды, – 1996.– 46 с.
3. *Репетин Л.Н., Гордина А.Д., Павлова Е.В. и др.* Влияние океанографических факторов на экологическое состояние Севастопольской бухты (Чёрное море) // Морской гидрофизический журнал.– 2003.– № 2.– С.66-80.
4. *Black Sea Transboundary Diagnostic Analysis.* United Nations publications Sales № 97. III. B.15 IUN Plaza.– New Yor: NY 10017 USA, 1997.– 142 p.
5. *Gundlanch E.R., Hayes M.O.* Vulnerability of coastal environment to oil spill impacts // Marine Technology Society J.– 1978.– 12.– P.18-27.
6. *Морская санитарная гидробиология* / Под общ. ред. О.Г.Миронова.– Севастополь: ИнБЮМ НАНУ, 1995.– 102 с.
7. *Рубцова С.И., Тихонова Е.А., Бурдиян Н.В., Дорошенко Ю.В.* Оценка экологического состояния Севастопольских бухт по основным химическим и микробиологическим критериям // Морской экологический журнал.– 2013.– т.ХII, № 2.– С.38-50.
8. *Тихонова Е.А.* Нефтяные углеводороды в донных осадках и бентосных моллюсках Севастопольских бухт (Черное море): автореф. дис. канд. биол. наук.– Севастополь: ИнБЮМ НАНУ, 2013.– 20 с.

9. *Бурдиян Н.В.* Сульфатредуцирующие, тионовые, денитрифицирующие бактерии в прибрежной зоне Чёрного моря и их роль в трансформации нефтяных углеводородов: автореф. дис. канд. биол. наук.– Севастополь: ИнБЮМ НАНУ, 2011.– 24 с.
10. *Кирюхина Л.Н., Миронов О.Г.* Химическая и микробиологическая характеристика донных осадков севастопольских бухт в 2003 г. // *Экология моря.*– 2004.– 66.– С.53-58.
11. *Рубцова С.И.* Экологические аспекты интегрированного управления прибрежной зоной Крыма.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2013.– 205 с.
12. *Mikhaylichenko Y., Plink N.* Russian Experience on ICM Training and Education as a Priority Task of the National ICM Efforts // *MEDCOAST 99 – EMECS 99 Joint Conference, Land – Ocean Interaction: Managing Coastal Ecosystems.* Ed. by E.Ozhan. 9-13 Nov. 1999.– Antalya, Turkey, 1999.– v.2.– P.1175-1184.
13. *Mikhaylichenko Y., Plink N.* Training and Education as a Part of the National ICZM Activity in Russia // *Intern. Conf. "Education and Training in Integrated Coastal Area Management".*– Geneva, 1998.– 29 p.
14. *Plink N.L.* Experience in Teaching Integrated Coastal Management at RSHI // *1st Int. Seminar "Teaching Integrated Coastal Management".*– SPb, RSHI, 1997.– P.31-32.

Матеріал поступив в редакцію 15.12.2014 г.

АНОТАЦІЯ Стаття присвячена розробці системи екологічної оцінки прибережній зоні південно-західній частині Криму, ґрунтуючись на принципах інтегрованого підходу до управління ресурсно-екологічної безпеки Азово-Чорноморського регіону. Сформовані методичні підходи та прикладні оцінки аналізу контролю якості морської води і донних опадів за даними моніторингу; отримало подальший розвиток вивчення екологічної обстановки в прибережній зоні Чорного моря; ролі морських організмів в утилізації органічних речовин; моделюванні процесів самоочищення прибережної зони від органічних забруднювачів

ABSTRACT The article is devoted to the development of a system of environmental assessment of the coastal zone of the south-western Crimea, based on the principles of an integrated approach to the management of resource and environmental safety of the Azov-Black sea region. Formed methodological approaches and applied analysis evaluation of quality control of sea water and bottom sediments according to monitoring data; further developed the study of environmental conditions in the coastal zone of the Black sea; the role of marine organisms in the disposal of organic substances; modeling of self-purification processes of the coastal zone from organic pollutants.