

ПРИОРИТЕТНЫЕ ЦЕЛИ СОВРЕМЕННЫХ МОРСКИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Ю.А.Проخورенко, Е.А.Агафонов,
А.С.Кукушкин, Г.А.Толкаченко
МГИ НАН Украины,
Севастополь, Капитанская, 2
E-mail: ocean@alpha.mhi.iuf.net

Эффективность исследований многосложной системы жизнеобеспечения в каждой конкретной, небольшой, ограниченной экосистеме и вплоть до условий используемых живым веществом в планетарных масштабах зависит от рационального выбора последовательной цепочки промежуточных ориентиров. Экологические исследования подразумевают собой изучение взаимосвязанных явлений, затрагивающих состояние биологических объектов, окружающей среды и равновесие обмена энергией и веществом между ними и поэтому могут быть только многодисциплинарными. В этом основная трудность постановки и выполнения работ.

Предварительно необходимо обозначить предмет исследования - экосистему. Это требует выяснить состав её биоты, входные и выходные потоки энергии, веществ, свойства и границы биотопа в определённых пространственно-временных рамках существования. Затем в результате исследования должны быть выяснены основные черты его функционирования. В биотической части системы выявляются трофические звенья биоты, пропорциональные межвидовые соотношения и лимитирующие факторы развития всего ряда биохимического круговорота веществ и энергетического обмена. Для биотопа требуется иметь полное представление об основных качествах, диапазоне и характере изменения абиотических - физико-химических и энергетических условий в его пределах.

Вместе с выяснением основных взаимосвязей и черт функционирования экосистемы проявятся её принципиальные основания существования и суть происходящих в ней эволюционных изменений. Станет возможным планирование путей коррекции направления развития части или даже всей

геоэкосистемы. Освоение такого воздействия приведут, вероятно, к становлению фазы разумного управления и всей геоэкосистемы, как это представлялось В.И.Вернадским [1]. Такова схематическая направленность и последовательность решения экологических проблем. Осуществление каждого исследования в обозначенной цепочке работ сопряжено с целым рядом частных проблем, лежащим в как плане технической реализации измерений в каждой научной дисциплине, так и в принципиальном согласовании их между собой. Судя по большинству публикаций, посвящённым экологическому направлению, далеко не всем исследователям удаётся эффективно решать такие проблемы. Причины тому не только технические. Мешает ограниченность большинства исследований дисциплинарными рамками. Это затрудняет использование уже полученных результатов в продуктивном взаимосвязанном экологическом обобщении. Такое состояние может быть преодолено только путём осознания каждым исследователем проблематики не только в своей узкой специальности, но и учёта таковых во всём широком спектре проблем смыкающихся в понятие экосистемы, как единого и взаимосвязанного явления. Авторы настоящей работы пытаются обрисовать своё видение состояния и современные возможности повышения эффективности экологических исследований путём их рациональной ориентации и тесной многодисциплинарной согласованности.

Пространственно в биотоп биосферы включены Мировой океан, поверхность суши и нижний слой атмосферы. Считается, что колыбель всего живого на Земле - вода, Мировой океан. Жизнь размещается очень неравномерно. Морские акватории, как один из важнейших видов природных ресурсов, до сих пор предоставляет почти в 80 раз большее пространство для жизни, чем суша. Жизненное пространство атмосферы - меньше, чем суши. Однако, каждая составляющая среда жизнеобитания является неотъемлемой частью экосистемы в планетарном круговороте веществ, в передаче энергии, а значит и жизни. Неравномерное размещение жизни между средами продолжается и внутри каждой среды. Особую роль в размещении жизни, являясь пространством сгущения жизнедеятельности, имеют границы резкого изменения свойств в среде, пограничные между средами

грядущей катастрофе. К проблеме обращено внимание глав правительств на недавнем торжественном Саммите Тысячелетия в ООН. Однако, пока проблема остаётся нетронутой - звучат слова, но не признана необходимость глобального запрета на дальнейшее увеличение давления на природную среду. Тем не менее уже сейчас развитие науки следует сориентировать на выделение из биосистемы оставшихся нетронутыми экосистем, как объектов глубокого исследования условий их функционирования. Требуется обозначить основные проблемы изучения взаимодействия живого и неживого в таких объектах и снизить давление на природу в искусственных, создаваемых человеком хозяйственных комплексах и урбанизированных пространствах.

По докладам в составе целевых международных конференций и появляющимся в печати работам, можно констатировать, что даже среди специалистов ещё не успело сложиться осознанное отношение к проблеме экологического исследования, не возобладало отношение к экологическим проблемам как к многодисциплинарным. Отсюда отдельным решениям задач об изменениях различного рода в биоте или биотопе легко присваивается экологическое содержание. Отсутствие проработанных теоретических обоснований применения основных терминов приводит к произвольному толкованию существующих и введению новых понятий, несопоставимости результатов и путанице в выводах. Такое состояние исследований расплывает средства, снижает эффективность работы, не даёт возможности последовательно и рационально ставить и решать экологические задачи, сосредоточиться на актуальных вопросах экологии.

В море (океане), как и в других средах жизнеобитания, комплекс экологических факторов охватывает не только саму толщу вод, но и дно, пограничную сушу, атмосферу и космические явления. Хотя функционирование экосистемы легче поддаётся анализу с выделением подсистем, технически должны быть обеспечены возможности исследования связей с остальными подсистемами. Экологическую нагрузку в изучении центральных районов океана, кроме гидробиологической составляющей, содержат в себе

функционально гидрологическая, гидрофизическая, гидрохимическая и гидрогеологические подсистемы, зависимые от атмосферных и литосферных процессов. Специфике каждого прибрежного природного географического района, кроме того, отвечает своеобразие его биоты и сложившегося антропогенного использования акваторий. Для экологических целей важно соединить исследование этих подсистем путём комплексного проведения и пространственно-временного совмещения экспериментов для создания единых информационных баз данных, на основе согласованных в пространстве и времени измерений, пригодных для целей моделирования природных процессов и социальных программ.

Для оценки качества вод используются биологические, физические и химические показатели. Степень пригодности воды для определённой цели условно выясняется путём применения нормирования - сравнения исследуемой воды с искусственно полученными на основании опыта и утверждёнными стандартными нормативами или природными, фоновыми качествами. Например, по условиям рыбохозяйственного пользования нормировано около 400 веществ, а по условиям хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования - более 1000 веществ. Согласно первым оговариваются предельные концентрации токсикантов, при которых ещё не угнетаются жизненно важные функции гидробионтов, не ощущается пагубное влияние на их генный аппарат. Вторые нормы должны обеспечить отсутствие вредных влияний на здоровье человека и потому в них вводятся дополнительно и бактериологические показатели.

Таким образом, в практике решения экологических задач принято использовать частные критерии, предельно допустимые концентрации, нормы загрязнения вредными, опасными, отравляющими веществами некой части окружающей среды. При этом, как правило, остаётся неясным, чем в пределах таких загрязнений это грозит всей и конкретной экосистеме. Нормы загрязнения соотносятся не с экосистемой, а с отдельными частями её биотопа или биоты. ПДК разработаны примерно для 1200 соединений. Методики же количественного определения в природных водах для многих из них не имеются. Измеряется

систематически не более 50 показателей, а чаще - 9-12. Предполагается в ближайшем будущем измерять сотни компонент загрязнения. К сожалению, даже это не сможет отражать истинного состояния водных экосистем. Как свидетельствуют материалы VI съезда Всесоюзного гидробиологического общества (Мурманск, октябрь 1991 г.) ежегодно в водные объекты СНГ попадает от 10 до 40 тыс. т. различных химических веществ, которые взаимодействуют между собой. В результате в воде, как результат взаимодействия, появляются новые вещества, зачастую характеризующиеся ещё большей и качественно новой, чем исходные, негативной биологической активностью. Например, фенолы в водной среде превращаются в хиноны и диоксины, т.е. вещества с высокой токсичностью, близкой к действию отравляющих веществ. На сегодня известно несколько тысяч диоксинов. Нитраты в водной среде превращаются в нитриты, последние в нитрозоамины, характеризующиеся высокой канцерогенностью. Многие токсиканты проявляют своё негативное воздействие даже в очень слабых концентрациях. Необходимо учитывать кумулятивный эффект их контакта между собой в воде.

Известны многообразие и сложность комплекса действующих антропогенных факторов, оказывающих влияние на экологическое состояние водных объектов. Живые организмы экосистемы могут отвечать на внешнее воздействие двумя типами реакций. Первая - виды составляющие систему пытаются вернуть условия к исходной ситуации (биорегуляция), вторая - приспособиться к изменившимся условиям (адаптация) [3]. Они не могут быть совместными для всех видов организмов системы, что порождает нелинейность её реакции. К настоящему времени накоплено много данных о том, что реактивные изменения самых разнообразных признаков, возникающих в ответ на одно и то же воздействие, у различных особей популяции или даже у одного и того же организма, находящегося в различном физиологическом состоянии, оказываются не только разными, но иногда и противоположными по знаку [4,5]. Обычное одновременное влияние ряда факторов порождает ответную обобщённую реакцию их на все воздействия, вычленив в которой значимость каждого, даже основного,

достаточно сложно, а для большинства загрязнителей - это до сих пор остаётся просто неизвестным. При построении моделей функционирования следует учитывать также необратимость многих биологических процессов, что часто игнорируется.

Уже по названию критериев существующие системы оценок качества воды ставят своей целью просто оценить степень её загрязнённости какими-либо вредными примесями по отношению к количествам предельно-допустимым. В них нет ничего, указывающего на опасность такого загрязнения, для кого или чего и как долго оно может оставаться таковым без возникновения необратимых изменений, может ли экосистема при этом справиться самостоятельно с такими нарушениями её состава или требуется дополнительная компенсация последствий, будет ли экосистема необратимо деформирована или погибнет. Каждый предел, обозначенный выше имеет собственную величину и значение. Назначение каждого как "предельно допустимого предела" обозначит свой результат загрязнения, но не даст оценку "качества воды". Качество вод можно сравнивать не по степени испорченности (какое же качество у испорченного продукта?), а по тому для каких целей он пригоден, что в состоянии обеспечить, можно ли его исправить. Такого продолжения шкалы оценок качества не потребовалось потому, что в своей хозяйственной деятельности у человека пока не так часто встречались созидательные задачи. Следовало изъять из природных ресурсов что-то "полезное". Куда-то деть "отходы" - в задачу не входило.

В [3] на основе анализа различных существующих способов оценок экологического состояния экосистем, Ю.Г.Юровский предлагает использовать ограниченный набор показателей-критериев, взятых после опробывания в натуральных условиях и расчёта их величин с достаточной статистической значимостью из исследования эволюции экологического состояния гидробионтов и среды их обитания, свойств прибрежных вод и донных осадков. Такие показатели-критерии, конечно же, более полезны, объективны и точны, чем применяющиеся до сих пор. Однако всё не так просто. Сам же Ю.Г.Юровский замечает, что многие нагрузки экосистема в течение некоторого,

даже продолжительного времени, сдерживает, что может быть принято за допустимое значение соответствующих новых безразмерных показателей-критериев. Но со временем оказывается, что они всё же могут оказаться непомерными для неё. Выбор ограниченного набора показателей-критериев оценок загрязнения осложнён ещё и тем, что при определении условий сохранения основных свойств экосистемы нужно оценивать с той же точностью и степенью достоверности устойчивость наиболее слабого звена среди гидробионтов и его степень ответственности за стабильность внешних условий от каждого составляющего биоту таксона. При известном диапазоне изменения физико-химических условий требуется предусмотреть возможности естественной компенсации и деформации экосистемы, в том числе и за счёт антропогенной нагрузки конкретного рода.

Таким образом, оценки допустимого воздействия должны быть приняты после всестороннего исследования не только в пределах частного пространственно-временного приложения воздействия, но и как полный отклик на всю геоэкосистему, ввиду её взаимосвязанности как целого с отдельными своими частями.

Авторами [7] установлен ряд фундаментальных закономерностей протекания процессов в разных объектах как в открытых динамических системах, к которым относятся и экосистемы любого ранга. Для них характерны следующие черты:

* Ответ на внешние воздействия зависит от свойств системы и её изменчивости во времени. Он может быть слабым или, наоборот, очень сильным. Последнее характерно для систем, находящихся в неустойчивом состоянии и сильно откликающихся на слабое триггерное воздействие, играющее роль спускового крючка.

* Реакция объектов на воздействие может быть в виде однонаправленных, ритмических, импульсных и фоновых шумовых изменений.

* Разные подобные объекты в одно и то же время реагируют на одинаковые внешние воздействия по-разному. Однако, это не исключает и проявления общей глобальной периодичности.

* Объект среды в разные интервалы времени реагирует на одинаковые

воздействия по-разному. Причины перестроек заключаются не только в изменениях характера воздействий, но и в свойствах объектов. Важно отметить, что смены относительно упорядоченных и хаотических состояний также происходят то ритмично, то беспорядочно, а иногда имеют продолжительный плавный тренд.

* Эффект воздействия на отдельно взятый объект характеризуется большей амплитудой, контрастностью и упорядоченностью, чем эффект воздействия на совокупность объектов.

* Для многих процессов трудно установить соответствия с внешними факторами или с их ритмами. Ритмы - это одна из составляющих упорядоченного состояния природных сфер и их частей. Величины временных ритмов изменяются в широких пределах. Суперпозиция ритмов обуславливает сложную форму временных рядов.

Широкое разнообразие характера и времени прохождения реакций на природные объекты делает малообоснованным поиск универсального критерия оценки воздействия на состояние конкретной экосистемы, требует в каждом случае проведения не только предварительных теоретических расчётов, но и выполнения многодисциплинарных комплексных натурных исследований экосистемы до и после воздействия контролируемого фактора влияния. Опыт такого рода исследований пока ограничен, но только на основе их становления и последующего обобщения возможно получение обоснованных до приемлемой степени достоверности прогнозов состояния и эволюции исследуемой экосистемы в ответ на конкретный вид и время воздействия.

Можно приветствовать такого рода предложения как приведенные в работе авторов [8]. В ней конкретно предлагается уже в ближайшее время начать в одном из районов Южного берега Крыма и отладить экологический комплекс рекреационного типа, как самый близкий к нормально функционирующей биосфере, неразрушающий окружающую среду хозяйственный механизм в качестве модели ячейки перехода на путь устойчивого развития, чтобы на его опыте построить затем и остальные хозяйственные, экономические и урбанизированные системы по его образу и подобию. Хотя это и, возможно, небесспорные предложения, но

близкие к реальности по практическому, управляемому преодолению неконтролируемо развивающегося экологического кризиса. К сожалению, их реальность зависит от значительного капиталовложения, что пока на Украине затруднительно.

Для того, чтобы определиться с конкретными, научно решаемыми задачами, в каждом случае хозяйственного вмешательства или коррекцией хода естественных изменений в экосистемах, в том числе и морских, требуется комплексное изучение всех составляющих экосистемы - биоты, биотопа и объединяющих их потоков энергии и веществ для определения:

* состава,

* особенностей хода характеристик естественного функционирования,

* всех реакций на предполагаемое воздействие,

* необходимой компенсации нежелательных последствий, в каждой части экосистемы.

Ввиду сложности структуры взаимодействия, многообразия реакций на вмешательство естественных экосистем, использование для оценки их состояния отдельных показателей или критериев неполноценно и может использоваться лишь для ограниченного числа задач.

Исследование свойств биотопа и природных процессов в нём приоритетны прежде всего в неразрушенных, нормально функционирующих системах, а существующие хозяйственные экосистемы следует ограничить на пути дальнейшего расширения изъятий природных ресурсов. Пока стремление к такому ограничению не принято международными правилами природопользования, необходимо незамедлительно начинать практическое внедрение натурного моделирования хозяйственно-восстановительных экологических задач на отдельных территориях.

Глобальные размеры антропогенных изменений в природе требуют соответствующих, согласованных в пределах планеты, ограничений вмешательства в естественные процессы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вернадский В.И. Биосфера и Ноосфера. // М. Доклады АН СССР, 33,-1945, - с.1-12
2. В.Л.Лебедев. Граничные поверхности в океане. Учебное пособие,- Москва, - Издательство Московского университета. - С ил. 193 с. - 1986.
3. В.В.Горшков, В.Г.Горшков, В.И.Данилов-Данильян, К.С.Лосев, А.М.Макарьева. Биотическая регуляция окружающей среды // Экология,-№2,-1999 год,- С.105-113.
4. Б.Л.Ушаков. Физиологическая структура популяции, возникающая в процессе термального отбора. // Генетика.- 1982.- т.XVIII, №5.- С.232-240.
5. И.Н.Дрегольская. Зависимость реакций на повышение температуры среды от исходного уровня теплоустойчивости особей одного генотипа. // Известия АН СССР. Серия биологическая.- 1987.- №2.- С.251-258.
6. Ю.Г.Юровский. Теоретические предпосылки в оценке экологического состояния прибрежной зоны морей. //Глобальная система наблюдений Чёрного моря. Фундаментальные и прикладные аспекты. Сборник научных трудов. Под редакцией В.Н.Еремеева Севастополь, НАНУ МГИ и Институт прикладных проблем экологии, геофизики и геохимии,- 2000,- стр.92-97.
7. Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. Том 2. Циклическая динамика в природе и обществе. М.: Научный мир, 1998, - 432 с.
8. В.В.Беляев, Л.А.Ковешников, В.К.Мачкевский, Ю.Т.Щетинин. Некоторые современные проблемы сохранения биосферы, эколого-экономическая система природопользования "Акваполис" - путь к сохранению природы и человека. //Системы контроля окружающей среды. Сборник научных трудов. /НАН Украины МГИ. - Севастополь, 1999, с.292-302.