

## УСТОЙЧИВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРИБРЕЖНЫМИ ВОДАМИ

Родольфо Кевенко

*Ведется работа по созданию профиля исторических данных и уровней прибрежного загрязнения Карибского бассейна*

Пять лет – это крошечный отрезок времени в хронике столетий, за который наука обогатилась данными, полученными на основе анализа образцов из колонок океанических донных отложений. Для океанологов, собравшихся в Монако весной 2011 года, последние пять лет, можно сказать, стали находкой клада, скрывавшего ценнейшие данные, необходимые для изучения и понимания механизмов прибрежного загрязнения Карибского бассейна.

Эти ученые представляли страны, использующие прибрежные ресурсы Карибского моря: Венесуэлу, Гаити, Гватемалу, Гондурас, Колумбию, Коста-Рику, Кубу, Доминиканскую Республику, Мексику, Никарагуа, Панаму и Ямайку. Вместе с экспертами МАГАТЭ, Испании и Лаборатории морской среды МАГАТЭ в Монако они провели специальную сессию по Карибскому бассейну во время Международного симпозиума по изотопам в гидрологии, морских экосистемах и исследованиях изменения климата.

Эта сессия преследовала цель оценить результаты реализации регионального проекта по использованию ядерных методов для измерения путей прибрежного загрязнения участвующих стран Карибского бассейна. Этот проект, осуществление которого было начато в 2007 году в рамках проекта технического сотрудничества МАГАТЭ (RLA/7012), предусматривал отбор образцов из колонок донных отложений во всех 12 странах, а также проведение анализа этих образцов для определения тенденций и истории загрязнения тяжелыми металлами, а также содержания органических веществ в период, охватывающий последние 100 лет, чтобы помочь ответственным лицам принимать соответствующие решения в области управления природопользованием. С целью повышения аналитического потенциала научных учреждений участвующих стран в рамках этого проекта было предоставлено оборудование и обеспечено обучение.

К настоящему времени получены данные приблизительно с 6000 точек по результатам анализа образцов из колонок донных отложений, представленных участвующими странами. Эта информация, в том числе данные анализа тенденций ртутного загрязнения в отложениях, образует массив уникальных и полных результатов измерений, проведенных в данном регионе.

В целом регион имеет сходные черты и характеризуется общими тенденциями изменения загрязнения. Например:

- . прибрежные зоны в Карибском бассейне используются главным образом для туризма, рыболовства, промышленных целей и торговли, в качестве морских портов и резервации (укрытия) для сохранения морского биоразнообразия;
- . прибрежное загрязнение постоянно растет в результате главным образом сброса коммунально-бытовых сточных вод, промышленных отходов, остатков нефтепродуктов и других ископаемых видов топлива, судоходства и деятельности портов, возникновения ураганов и других природных явлений, поступления сельскохозяйственных стоков, а также развития процессов эрозии почвы и обезлесения;
- . наиболее распространенные виды прибрежного загрязнения обусловлены наличием высоких концентраций тяжелых металлов (свинца, ртути), неорганических элементов (кобальта, хрома, цинка, никеля) и органических загрязнителей (пестицидов и многоядерных ароматических углеводородов).

## **Колумбия**

Картахенский залив – это одна из главных морских акваторий Колумбии. Это место сосредоточения туристических объектов, рыболовного промысла и промышленных предприятий. Здесь также расположен один из крупнейших портов Карибского бассейна и размещается производственная база сотен малых и средних заводов и фабрик.

Источниками загрязнения в Картахенском заливе могут быть сбросы коммунально-бытовых сточных вод; промышленные отходы; продукты выщелачивания со свалок; и донные отложения канала Дике.

Канал Дике, построенный более чем 300 лет назад и соединяющий реку Магдалена с Картахенским заливом с выходом на острова Росарио и Барбакоа, считается главным источником образования донных отложений в заливе. Он оказал катастрофическое воздействие на экосистемы залива и привел к разрушению коралловых рифов, а также к уничтожению всей морской травы. Данные датирования указывают на увеличение скорости осадконакопления в последние годы, вероятнее всего, из-за изменений в землепользовании и вследствие климатических явлений, оказывающих воздействие на водораздел канала.

Загрязнение ртутью также явно присутствует в Картахенском заливе, о чем свидетельствуют представленные результаты анализа, причем высокие концентрации были обнаружены в более глубоких слоях отложений.

Инвестируются работы по обеспечению судоходности канала, но не устойчивости экосистемы. Углубление канала может приводить к мобилизации ртути, присутствующей в отложениях, что обуславливает необходимость и важность борьбы с загрязнением тяжелыми металлами в Картахенском заливе.

## **Куба**

Гаванский залив – это главный водный путь Кубы и ворота в столицу страны. Побережье густонаселено, и на нем находится большое число промышленных предприятий, сбрасывающих свои стоки в воду. Нефтеперерабатывающий завод и канализационная система, построенные в период индустриализации и урбанизации, загрязняют залив нефтепродуктами и органическими веществами.

В период с 1890 по 1980 год скорость осадконакопления увеличивалась с пиками, совпадающими по времени с неблагоприятными погодными явлениями в данном регионе. С 1990 года отмечается снижение скорости накопления отложений, что по времени совпадает с уменьшением социально-экономической деятельности и рациональными мерами по сокращению загрязнения.

В целом измерения продолжают показывать, что уровни загрязнения превышают значения, существовавшие в XIX веке, однако меры по рациональному управлению, осуществленные в заливе после 1990 года, помогли восстановить естественное движение отложений в морской экосистеме.

Полученные данные позволили выяснить эволюционный и текущий статус загрязнения и подтвердить эффективность программ реабилитации, направленных на восстановление экологического состояния экосистемы.

## **Доминиканская Республика**

В реку Айна поступает огромная масса сельскохозяйственных загрязнителей, промышленных и муниципальных отходов из промышленных районов бассейна и из города Санто-Доминго. Страна провела первые исследования, чтобы оценить степень загрязнения в середине 1990-х годов. Начиная с 1995 года осуществлялась программа реабилитации с целью уменьшения последствий загрязнения. Имеются сообщения о некотором улучшении ситуации.

Анализ донных отложений в реке Айна указывает на пики в периоды экстремальных погодных явлений, например, когда этот регион поразили сильные ураганы в 1940, 1945, 1979 годах и еще раз в 1998 году.

Несмотря на то, что зарегистрированные уровни органических и неорганических загрязнителей являются низкими, в данном регионе отмечается тенденция к повышению содержания свинца, мышьяка и других органических загрязнителей.

Загрязнение пестицидами (ДДТ) изменялось в корреляции с их использованием в сельском хозяйстве – оно снижалось начиная с 1980-х годов по мере постепенного отхода от применения этих пестицидов.

### **Гватемала**

Бухта Аматике представляет собой полузакрытую акваторию у восточного побережья Гватемалы, в которой находится сложная экосистема, состоящая из прибрежных лагун, болот, топей, речных систем и каналов, которые соединяют защищенное водное пространство и примыкающий континентальный шельф. Рыболовство, туризм, судоходство и работы по сохранению морской среды – это основные виды деятельности в бухте. Прибрежный и морской туризм составляет лишь 2% валового внутреннего продукта Гватемалы; на протяжении последних лет число приезжающих туристов постоянно растет.

Считается, что эта деятельность приводит к загрязнению за счет стока вод от твердых отходов; промышленных сбросов; агрохимических стоков и коммунально-бытовых сточных вод. Однако было установлено, что главная экологическая проблема в бухте Аматике – это почвенная эрозия и обезлесение.

Согласно экологическому профилю Гватемалы на 2006 год, за последние 10 лет страна потеряла 11% своей лесной территории, что привело к росту скорости осадконакопления в районе бухты.

Непрерывный рост скорости осадконакопления повышает уязвимость хрупких рифовых систем в части Атлантического океана, примыкающего к Гватемале, и может оказывать непосредственное воздействие на рыболовство в данном регионе.

Выявлено также повышение уровней следового загрязнения тяжелыми металлами, однако это объясняется скорее увеличением осадконакопления, а не расширением масштабов промышленной деятельности.

### **Гаити**

Бухта Порт-о-Пренс является естественной гаванью столицы Гаити, носящей одноименное название. В ней расположена большая часть промышленных объектов страны, таких как погрузочные доки, хранилища топлива, предприятия по переработке пищевых продуктов, цементные и металлообрабатывающие заводы, которые являются основными источниками загрязнения прибрежных районов бухты. Кроме того, продолжающееся обезлесение и высокая степень почвенной эрозии на водоразделах Гаити обусловили существенное увеличение скорости осадконакопления в течение последних ста лет, оказывая воздействие на «здоровье» экосистемы, в частности кораллового рифа.

Несмотря на то, что промышленная деятельность в бухте Порт-о-Пренс подлежит ограничению, образующиеся твердые и жидкие отходы, сбрасываемые в бухту, объем которых оценивается в 1500 т/сутки, ведут к устойчивому увеличению содержания в воде тяжелых металлов, особенно свинца и ртути. Это создает потенциальную опасность для здоровья людей в связи с потреблением морских продуктов.

Ожидается, что информация и данные, собранные к настоящему времени об эволюции и о состоянии загрязнения в бухте, послужат в качестве основы для оценки осуществляемой политики и разрабатываемых программ управления прибрежными районами.

### **Гондурас**

Бухта прибрежного города Пуэрто-Кортес в Гондурасе – это место сосредоточения хранилищ топлива и минерального сырья, заводов по производству удобрений и текстильного производства. Крупнейший порт Центральной Америки, предназначенный для принятия грузовых судов и круизных лайнеров класса «люкс», также располагается в бухте. Связанная с этим деятельность и сопровождающий ее быстрый прирост населения являются главной причиной загрязнения в районе бухты.

В то же самое время высокая скорость эрозии в этом регионе, длительное затопление прибрежной зоны и неконтролируемое захоронение городских отходов приводят к увеличению осадконакопления в прибрежных зонах. Сезон ураганов усугубляет ситуацию, приводя к повышенному загрязнению и поступлению тяжелых металлов в морскую среду. За последние 50 лет скорость осадконакопления в Пуэрто-Кортесе утроилась, и ожидается, что в течение следующих 20 лет нынешнее значение скорости удвоится, если не будут приняты соответствующие меры.

В условиях нынешнего осадконакопления ожидается, что частота проведения и стоимость работ по углублению гавани в Гондурасе могут возрасти в ближайшем будущем. Экстренные меры, по-видимому, также придется принимать на границе верхних бассейнов рек Улуа и Чамелекон с целью борьбы с эрозией почвы.

### **Ямайка**

Кингстонская гавань обеспечивает условия для рыболовства, портовой деятельности и работы аэропорта на Ямайке. Это – район, где расположены тысячи промышленных и коммерческих предприятий, а также место проживания почти одного миллиона людей.

Качество воды при этом здесь резко снизилось, а состояние прилегающей местности ухудшилось, что обуславливает сокращение ее экологического использования и падение туристической привлекательности. Загрязнение среды и привнесение за счет судоходства чужеродных биологических видов создают дополнительную угрозу для богатого биоразнообразия данного района.

Экологические исследования, проведенные в Кингстонской гавани, позволили выявить две важные проблемные области: острая эвтрофикация (увеличенное присутствие химических питательных веществ в воде) и непрерывное ухудшение качества воды в результате поступления необработанных промышленных сточных вод, захоронения агрохимикатов и сброса сточных вод и роста скорости осадконакопления в заливе Хантс из-за портсморской насыпной автодороги, соединяющей портсморский мост и Кингстон.

Начиная с 1980-х годов отмечается также повышение уровня содержания многоядерных ароматических углеводородов.

Вместе с тем в некоторых отложениях были обнаружены высокие уровни металлов. Эксперты рекомендуют, чтобы правительство приняло это во внимание при осуществлении деятельности по управлению прибрежными районами, а также, чтобы оно рассмотрело вопрос о проведении исследования по поступлению металлов в морскую биоту.

### **Мексика**

Река Коацакоалькос – это третья по величине река в Мексике. Промышленный коридор вдоль ее берегов насчитывает приблизительно 65 нефтехимических заводов, включая нефтеперерабатывающий завод Ласаро-Карденас, который является старейшим предприятием в стране. Сброс сточных вод от

производственных процессов и рост населенных пунктов в значительной мере изменили экологический профиль этого важного речного бассейна.

Датирование по свинцу-210 показало, что увеличение скорости осадконакопления и появление связанных с этим загрязнителей обусловлены началом быстрого роста городов и расширением промышленного производства в период 1970-1990 годов. Увеличение средней скорости накопления отложений, скорее всего, является результатом почвенной эрозии, вызываемой изменениями в землепользовании в связи с развитием промышленности и городов в данном регионе.

В речном эстуарии также отмечается повышенное загрязнение нефтепродуктами. Концентрации органических загрязнителей в основных отложениях указывают на сжигание ископаемых видов топлива в качестве вероятной причины. Начиная с 1980 года концентрации тяжелых металлов в регионе достигли уровней, могущих создавать угрозу для морской биоты. Эксперты рекомендуют осуществлять программу периодических проверок, включая меры по контролю количества городских и промышленных стоков, поступающих в реку Коатсакоалькос и ее притоки.

### **Никарагуа**

Лагуна Блуфилдс в автономной области Атлантико-Сур Никарагуа представляет собой экологический «приют» для разнообразных видов морской флоры и фауны и экосистем. Она является естественной средой обитания рыб, ракообразных и морских организмов, представляющих большую коммерческую ценность. Быстрый прирост населения в населенных пунктах, располагающихся вокруг лагуны, и увеличение масштабов деятельности в области рыболовства, лесоводства и сельского хозяйства, однако, создают угрозу для равновесия этой хрупкой экосистемы.

Лагуна служит также главным притоком реки Рио-Эскондидо, которая ежегодно переносит приблизительно 11,6 миллиардов кубических метров отложений и речных вод. Кроме того, в результате опустошительного воздействия урагана Джоан в 1988 году почти полностью был разрушен бассейн реки и произошло существенное увеличение осадконакопления.

Анализ результатов датирования по свинцу-210 и других экологических индикаторов помогли Никарагуа оценить изменения осадочного процесса и определить возможные причины. Они также указывают на тенденции к повышению уровня неорганического загрязнения в течение последних 100 лет.

Никарагуа будет использовать опыт, полученный при проведении этих анализов, для выполнения аналогичных исследований в других прибрежных экосистемах Никарагуа со схожими условиями и даже распространит эти исследования на внутренние водоемы.

### **Панама**

Основная хозяйственная деятельность в бухте Альмиранте в провинции Бокас-дель-Торо, Панама, – это производство бананов на экспорт. Бананы выращиваются в этом регионе на протяжении более 100 лет; известно, что эта сельскохозяйственная деятельность характеризуется высокой зависимостью от ядохимикатов и удобрений и связана с интенсивным движением грузовых судов в местных морских портах.

Этот главный вид производственной деятельности, таким образом, является источником повышенного загрязнения бухты органическими химическими продуктами и углеводородами. Другие источники загрязнения – это населенные пункты, располагающиеся вдоль бухты Альмиранте. Отсутствие соответствующих очистных установок означает, что сточные воды, твердые отходы и канализационные воды сбрасываются неочищенными непосредственно в залив или соседние реки. За последнее десятилетие рост числа пассажиров, посещающих в качестве туристов остров Колон на водном такси, еще более усугубило ситуацию.

Эти факторы, наряду с топографией бухты, которая препятствует активному обмену воды с открытым морем, а также уничтожение мангровых лесов, обусловили повышенный уровень экологической деградации морской среды в бухте Альмиранте.

Все полученные по странам результаты свидетельствуют о том, что данные по тенденциям развития загрязнения тяжелыми металлами и органическими веществами в течение последних 100 лет послужат полезным инструментом для ответственных лиц, принимающих решения, касающиеся разработки стратегий устойчивого управления прибрежными районами.

### **Следующие шаги**

В 2012 году планируется полностью завершить проект по устойчивому управлению Карибским морем.

Пока предусматривается проведение последующего обучения по использованию метода свинца-210 для датирования отложений и созыв обзорного совещания всех партнеров. Важно сделать так, чтобы итоговые доклады стали доступными в полном объеме и лаконичной форме для как можно более широкой аудитории. Полученные результаты будут представлены на межправительственном совещании в рамках Программы Организации Объединенных Наций по окружающей среде в Карибском бассейне для распространения на высоком уровне.

Кроме того, следует разработать стратегии оказания дальнейшей поддержки странам Карибского бассейна в развитии и устойчивом поддержании их индивидуального потенциала в области мониторинга окружающей среды и управления ею, с тем чтобы придать должное значение этим ценным научным результатам.

Родольфо Кевенко, Отдел общественной информации. Адрес электронной почты: R.Quevenco.iaea.org.

В подготовке этой статьи участвовали сотрудники Департамента технического сотрудничества и Департамента ядерных наук и применений.

### **Учреждения-партнеры**

В региональном проекте по устойчивому управлению прибрежными районами Карибского бассейна участвовали следующие национальные учреждения:

- . Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras (INVEMAR), Колумбия (Институт морских и прибрежных исследований)
- . Universidad de Costa Rica (UCR), Коста-Рика (Костариканский университет)
- . Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados, Коста-Рика (Костариканский институт каналов и канализационных систем)
- . Jardeva, Коста-Рика
- . Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, Куба (Министерство науки, технологий и окружающей среды)
- . Universidad Autónoma de Santo Domingo, Доминиканская Республика (Автономный университет Санто-Доминго)

- . Ministerio de Energía y Minas (MEM), Гватемала (Министерство энергетики и горнорудной промышленности)
- . Empresa Portuaria Quetzal, Гватемала (Портовое предприятие «Кетцаль»)
- . Ministère de l'environnement, Гаити (Министерство охраны окружающей среды)
- . Secretaria de Recursos Naturales y Ambiente (SERNA), Гондурас (Министерство природных ресурсов и окружающей среды)
- . Национальное агентство по окружающей среде и планированию, Ямайка
- . Universidad Nacional Autónoma de México, Мексика (Национальный автономный университет Мексики)
- . Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Никарагуа (Национальный автономный университет Никарагуа)
- . Autoridad de Recursos Acuáticos de Panamá, Панама (Управление водных ресурсов Панамы)
- . Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT), Испания (Центр исследований по энергетике, окружающей среде и технологиям)
- . Universidad del Oriente, Венесуэла (Восточный университет)