

# Обеспечение доступности портов: Бразилия экономит “миллионы” на дноуглубительных работах благодаря использованию ядерных методов

Родольфо Кевенко

Бразилия, протяженность береговой линии которой составляет свыше 8500 километров, 90 процентов от общего объема своего экспорта и импорта реализует через свои порты.

Многие крупные порты и гавани страны были построены более 100 лет тому назад. Поддержание морских путей в рабочем состоянии и обеспечение того, чтобы порты могли принимать все более крупные и большегрузные суда, требует постоянного проведения дноуглубительных работ, которые часто обходятся довольно дорого.

Как заявил Джеферсон Вианна Бандейра, старший научный сотрудник департамента окружающей среды Национальной комиссии по ядерной энергии Бразилии, за многие годы использование ядерных методов для изучения накопившихся отложений и их перемещения через крупные порты и гавани (см. вставку) позволило Бразилии сэкономить миллионы долларов на проведение дноуглубительных работ.

При содействии МАГАТЭ Бандейра и группа ученых используют радиоиндикаторы для картирования переноса отложений, которые с 60-х годов оказывают негативное влияние на крупные порты Бразилии.



**Методы использования радиоиндикаторов могут содействовать экономии средств при осуществлении дноуглубительных работ, благодаря которым глубина гаваней позволяет принимать более крупные и большегрузные суда.**

(Фото: A. Hardacre/Flickr.com/CC BY 2.0)

Первоначально основное внимание было сосредоточено на переносе извлеченных в районе порта Сантус отложений после их отвала. Порт Сантус недалеко от Сан-Паулу является одним из крупнейших и наиболее загруженных портов Латинской Америки, который в настоящее время

обслуживает различные штаты Бразилии, обрабатывая 28 процентов внешнеторгового оборота страны.

Участок отвала несколько раз переносили, с тем чтобы свести к минимуму приток отложений обратно в бухту. Использование радиоиндикаторов позволяет портовым инженерам подыскивать оптимальные места как можно ближе к порту.

“Согласно исследованиям, которые проводились в 70-х годах в бухте Сепетиба, штат Рио-де-Жанейро, для строительства гавани Илья да Мадейра, мы по всей видимости “экономим” свыше 100 000 погонных километров дноуглубительных работ”, заявил Бандейра. “В результате этого портовые власти Бразилии получили миллионы долларов экономии”, – добавил он.

## От порта до моря: построение модели переноса отложений и воды с использованием радиоиндикаторов

Годы исследовательской работы с использованием радиоиндикаторов в порту Сантус и других портах Бразилии также позволили возглавляемому Бандейрой научному коллективу получить обширные знания, касающиеся динамики переноса и схем движения отложений в меняющихся условиях. В процессе работы они могли использовать математические модели и своды точных данных о переносе и схемах движения отложений, которые постоянно используются для проведения инженерных работ в прибрежных районах.

“Мы действуем, как хирурги и врачи,” – говорит Бандейра, рассказывая о работе, которую выполняют он и его коллеги”. “Как хирург, делающий операцию на сердце, может исследовать главные кровеносные сосуды или рентгенолог может отслеживать метаболизм органических веществ в организме человека, используя медицинские изотопные индикаторы, так и мы используем радиоиндикаторы, чтобы получить картину гидродинамики и основных путей переноса отложений в прибрежных районах”.

Эти обширные знания многократно применялись с пользой для дела. Например, в ходе изучения отложений в прибрежном районе, который станет портом Суапи, благодаря использованию радиоиндикаторов удалось установить, что скорость движения донных отложений является низкой как летом, так и зимой. Эта информация



**Изучение динамики переноса отложений может способствовать определению оптимального места нахождения участков отвала для извлеченных отложений, с тем чтобы не допустить ненужного загрязнения находящихся поблизости пляжей.** (Фото: Р. Кевенко/IAEA)

имела принципиальное значение для определения идеального местоположения порта и свидетельствовала о том, что дноуглубительные работы в значительном объеме производить не придется. Данные исследования проводились одновременно с океанографическими замерами в прибрежной зоне (волны, ветра, течения и приливы). С тех пор Суапи превратился в крупнейший портовый комплекс на северо-востоке Бразилии.

## Борьба с прибрежной эрозией

Прибрежная зона и морское дно представляют собой динамичные районы, отложения в которых проходят периоды эрозии, переноса, осаждения и консолидации. К числу главных причин эрозии пляжей относятся шторма, однако деятельность человека, например, дноуглубительные работы в устье водотока и строительство волноломов и дамб, также нарушает естественный перенос отложений.

“Ядерные методы являются наиболее полезными и эффективными методами оценки эрозии и переноса ила и отложений в прибрежных районах”, – заявил Патрик Бриссе, специалист МАГАТЭ по промышленным технологиям. “Многие страны использовали и используют такие методы для проведения инженерных работ в прибрежных районах, а многие другие только начинают задействовать эту технологию для реализации своих планов развития”.

“Многие бразильские ученые прошли подготовку по линии программы технического сотрудничества МАГАТЭ”, – пояснил Бриссе. В то же время многие эксперты МАГАТЭ посетили Бразилию для исследования переноса отложений и обучения различных технических сотрудников. В настоящее время бразильские эксперты также оказывают помощь и поддержку другим государствам-членам, включая Венесуэлу, Уругвай и Нигер, в осуществлении проектов с использованием радиоиндикаторов при изучении отложений.

## НАУКА

# Преимущества использования радиоиндикаторов для изучения переноса отложений

Большая часть населения мира проживает на побережье или в прибрежных районах, поэтому изучение динамики переноса отложений в этих районах имеет жизненно важное значение для многих стран.

Применение радиоиндикаторов представляет собой эффективный метод исследования динамики отложений, поскольку они позволяют получить в режиме реального времени точную оценку того, где, как и почему отложения перемещаются. Обычно процедура предполагает введение небольших количеств радиоизотопа (например, золото-198 или иридий-192) в измеряемые пробы отложений, размещение их в ключевых точках пробоотбора, а затем отслеживание их переноса с использованием сцинтилляционных детекторов на судах.

Индикаторные методы также часто используются для подтверждения результатов применения других методов оценки отложений, например, батиметрической съемки или математических или физических моделей. В настоящее время все более широко используется анализ результатов экспериментов с радиоиндикаторами с помощью вычислительной гидрогазодинамики, раздела динамики жидкостей и газов, в котором для анализа жидкостных потоков используются цифровой анализ и алгоритмы. Предполагается, что это позволит построить более надежные модели и получить более точную выверку результатов.