

## Окружающая среда



# Смягчение последствий вредоносного цветения водорослей с помощью ядерных методов

### РЕЗЮМЕ

- Вредоносное цветение водорослей (ВЦВ) – одна из возможных причин заражения рыбы, моллюсков, ракообразных и других морских организмов, потенциально угрожающего окружающей среде, здоровью человека и благосостоянию рыбаков.
- Оно проявляется в форме внешне непримечательных, но наполненных токсинами клочков морских водорослей, скапливающихся у берегов и разрушающих морские экосистемы. ВЦВ появляется внезапно, и такие вспышки происходят все чаще.
- Быстро и точно распознать начало ВЦВ позволяет ядерный метод на основе рецепторсвязывающего анализа (РСА).
- МАГАТЭ ведет ряд проектов и помогает государствам-членам идентифицировать ВЦВ с использованием метода РСА.

### ВВЕДЕНИЕ

В обиходе вредоносное цветение водорослей называют “красным приливом”. Причиной тому – зловеще красный цвет, который иногда приобретает наполненная водорослями водная масса, приближающаяся к берегу. Однако обычно заметить цветение невооруженным глазом довольно трудно. Красный прилив – одна из причин массовой гибели рыбы: он подрывает кустарный и промышленный рыбный промысел, значительно ухудшает финансовое положение прибрежных общин и лишает рыбаков средств к существованию. Наконец, из-за него резко возрастает риск того, что в пищевой цепочке человека окажутся зараженные морепродукты.

Ущерб, который ВЦВ причиняет здоровью человека, экономике и морской среде, ставит это явление в ряд серьезнейших природных проблем, возникающих в прибрежных районах



**МАГАТЭ помогает государствам-членам с помощью ядерных методов отслеживать биотоксины и защищать морскую среду.** (Фото: Хоан Альбернас/Куба)

нашей планеты. Вспышки ядовитого цветения морских водорослей становятся все более распространенными и возникают все чаще, поэтому МАГАТЭ старается активнее помогать странам в изучении этого явления и использовании надежных ядерных методов раннего обнаружения и мониторинга, позволяющих ограничить ущерб от ВЦВ во всех прибрежных районах. Умение применять эти методы в чрезвычайных ситуациях уменьшает риски для морских экосистем, здоровья человека и экономической стабильности.

### ЧТО ТАКОЕ ВРЕДНОСНОЕ ЦВЕТЕНИЕ ВОДОРΟΣЛЕЙ

Любые водоросли – от микроскопического фитопланктона до крупных видимых морских водорослей – цветут при сочетании идеальных для роста освещения, температуры и питания. Не всякое такое цветение вредоносно: обычно цветение благотворно для морской флоры и фауны, потому что именно оно обеспечивает питанием огромное количество морских обитателей. Но бывают случаи, когда колонии



**Ученый собирает водоросли для контроля их вредоносного цветения.** (Фото: МАГАТЭ)

водорослей бесконтрольно разрастаются и вырабатывают токсины, отравляющие рыбу, моллюсков, ракообразных и другие морские организмы: это серьезная угроза и благосостоянию рыбаков, и здоровью людей. Активному цветению способствует повышенное содержание в воде питательных веществ – результат прибрежного апвеллинга (подъема глубинных вод на поверхность) или сброса сельскохозяйственных стоков. Одной из наиболее распространенных угроз здоровью при употреблении в пищу зараженных моллюсков и ракообразных является паралитическое отравление моллюсками (ПОМ), приводящее к смерти в результате паралича системы органов дыхания.

## РАННЕЕ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ О ВРЕДНОСНОМ ЦВЕТЕНИИ ВОДОРΟΣЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ ЯДЕРНЫХ МЕТОДОВ

Раннее выявление биотоксинов жизненно важно для защиты здоровья человека. Ядерные методы могут использоваться для быстрого выявления биотоксинов в морепродуктах или в окружающей среде и для более точной локализации вспышек токсичности. Это позволяет защитить пищевую цепь и может помочь ограничить время, в течение которого должны быть закрыты промысловые районы.

На протяжении десятилетий тестирование на ВЦВ-биотоксины традиционно проводится методом биопробы на мышах. Ученые государственных лабораторий вводят лабораторным мышам вытяжки токсинов из проб исследуемых морских водорослей или моллюсков и измеряют время, за которое мыши погибают. Считается, что метод

биологического исследования на мышах имеет низкую чувствительность и не позволяет точно определять уровни токсичности.

Ядерный метод, в котором используется рецепторсвязывающий анализ (РСА), является более чувствительным и точным методом измерения. При выполнении РСА в пробу морепродуктов вводится меченный радиоизотопами токсин, после чего эта смесь наносится на мембранную ткань. Если морепродукты заражены, то яды начинают бороться друг с другом, чтобы “связаться” с нервными клетками ткани, при этом радиоактивный токсин “убивается” на клеточных рецепторах ядом, уже имеющимся у моллюсков и ракообразных. Измеряя остаточные количества радиоактивности в пробе ткани, ученые могут точно определить концентрации токсинов. РСА используется по всему миру в качестве дополнения или замены метода биопробы на мышах. В течение многих лет Лаборатории окружающей среды МАГАТЭ занимали передовые позиции в распространении использования РСА для раннего обнаружения и мониторинга ВЦВ. В качестве примера можно отметить ряд успешно реализованных проектов в Намибии, Сальвадоре, на Филиппинах и в Чили.

## ПОСЛЕДСТВИЯ ВРЕДНОСНОГО ЦВЕТЕНИЯ ВОДОРΟΣЛЕЙ

### *Воздействие на здоровье человека*

Потребление морских организмов, которые питались токсичными водорослями, может привести к серьезным проблемам со здоровьем. К числу худших последствий относятся различные виды отравления моллюсками. Они могут возникнуть после употребления в пищу любых моллюсков и ракообразных, например мидий, устриц и гребешков, в организме которых накопились токсины. Симптомы могут быть самыми разными: от тошноты до потери памяти, поражения мозга и паралича. В худшем случае поглощение токсина может привести к смерти.

### *Воздействие на морские экосистемы*

Водоросли являются важным источником питания для океанической флоры и фауны и находятся в основании пищевой цепи. ВЦВ нарушает морскую

пищевую цепь, вызывая интоксикацию и гибель многих морских млекопитающих, птиц и черепах.

### Воздействие на экономику

Если в результате вредоносного цветения водорослей приходится закрывать зоны аквакультуры и зоны отдыха, то это вызывает серьезные экономические потери. К ним относятся резкое сокращение масштабов рыболовства и смежных отраслей, туристической деятельности и сопутствующих услуг. Это в свою очередь приводит к повышению уровня безработицы, увеличению ставок страхования и росту цен на морские продукты. Помимо безопасности морепродуктов, ВЦВ также влияет на их доступность. Например, промысловые правила, касающиеся борьбы с сигуатерным отравлением, чаще всего предусматривают запрет на отдельные виды морепродуктов определенных размеров.

### ПОМОЩЬ МАГАТЭ

МАГАТЭ помогает странам использовать ядерные технологии для выявления ВЦВ и смягчения его вредоносных последствий. На сегодняшний день более 40 стран получили от МАГАТЭ техническую помощь в решении проблем, связанных с ВЦВ, и МАГАТЭ поддерживает также несколько региональных и национальных проектов технического сотрудничества в этой области.

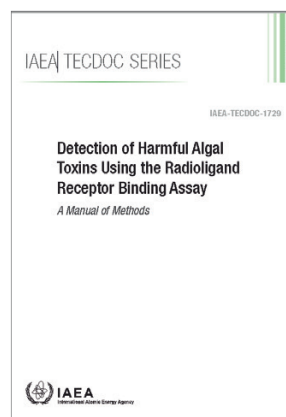
Оперативное обнаружение и оценка ВЦВ также помогают национальным органам корректировать свою промышленную политику в целях защиты

морской флоры и фауны и предотвращать проникновение опасных нейротоксинов в цепочку питания человека.

Для борьбы с вызванными ВЦВ чрезвычайными ситуациями и содействия устойчивому управлению рыболовством и производством морской продукции МАГАТЭ по линии своей программы технического сотрудничества помогло странам создать постоянную систему мониторинга, которая обеспечивает раннее предупреждение о токсинах в пище из микроводорослей и морепродуктов. МАГАТЭ также проводит обучение персонала использованию специализированного оборудования для мониторинга ВЦВ.

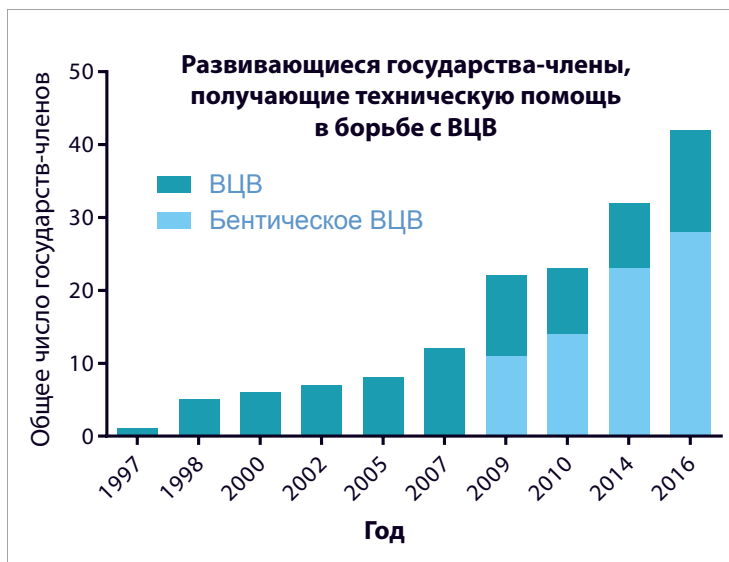
Цель МАГАТЭ – создать структуру поддержки, позволяющую странам разрабатывать и осуществлять стратегии и программы по контролю ВЦВ. Еще одной целью является повышение региональных потенциалов в области использования РСА посредством обучения и передачи технологии.

### ГЛОБАЛЬНЫЕ ПАРТНЕРСТВА

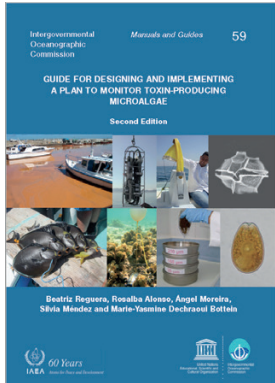


Чтобы помочь странам справиться с угрозой ВЦВ, МАГАТЭ сотрудничает с такими партнерами, как Национальное управление океанических и атмосферных исследований (НОАА) США. В рамках практических договоренностей МАГАТЭ и НОАА поддерживают страны в разработке и осуществлении совместных

стратегий и программ по ВЦВ, которые включают в себя создание потенциала для мониторинга ВЦВ, проверки на содержание токсинов и передачу технологий, необходимых для исследования ВЦВ. Одним из прямых результатов этой работы стала подготовка технического документа МАГАТЭ "Detection of Harmful Algal Toxins Using the Radioligand Receptor Binding Assay: A Manual of Methods" ("Обнаружение токсинов вредоносных водорослей при помощи радиолигандного рецепторсвязывающего анализа: методическое пособие") (IAEA-TECDOC-1729). Это пособие, изданное в 2013 году, служит полезным руководством для развивающихся стран, которые хотят использовать







метод РСА для мониторинга и реагирования на вспышки ВЦВ.

Еще одним примером сотрудничества стало трехстороннее соглашение о создании в странах потенциала по мониторингу ВЦВ с Программой Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП) и Межправительственной

океанографической комиссией (МОК) Организации Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО), подписанное 25 февраля 2011 года. Результатом этого сотрудничества стали региональные инициативы в Африке, Латинской Америке и Азиатско-Тихоокеанском регионе, направленные на создание потенциала для мониторинга вспышек ВЦВ. Еще одним прямым результатом этого сотрудничества стала подготовка совместной публикации МОК ЮНЕСКО и МАГАТЭ "Guide for designing and implementing a plan to monitor toxin-producing microalgae" ("Руководство по разработке и осуществлению плана мониторинга токсин-продуцирующих микроводорослей") (IOC Manuals and Guides No. 59).

МАГАТЭ работает также с различным морскими учреждениями для борьбы с угрозой ВЦВ. Например, Лаборатория морских токсинов Университета Сальвадора получила специальное оборудование для обнаружения ВЦВ, а также прошла обучение его использованию в рамках программы технического сотрудничества МАГАТЭ. Филиппинский институт ядерных исследований, являющийся в настоящее время единственным центром сотрудничества МАГАТЭ в области ВЦВ, тесно сотрудничает с Лабораториями окружающей среды МАГАТЭ в Монако с целью определения воздействия и поведения биотоксинов в морской пищевой цепочке.



**Раннее выявление ВЦВ жизненно важно для защиты здоровья человека. Ядерные методы, такие как радиолигандный анализ связывания (РАС), могут использоваться для прецизионного и точного определения биотоксинов в морепродуктах и морской среде.**

(Фото: М.-И. Дешрауи-Боттейн/МАГАТЭ)

В 2014 году МАГАТЭ подписало соглашение с Институтом им. Луи Маларде во Французской Полинезии об исследовании воздействия ВЦВ и загрязнителей на морские экосистемы и безопасность морепродуктов.

Такие партнерства – это примеры взаимовыгодного сотрудничества между МАГАТЭ и государствами-членами в целях обеспечения национальной продовольственной безопасности, общественного здравоохранения и развития экономики. Они вносят вклад в устойчивое управление производством рыбных продуктов и прибрежной экономикой, в повышение продовольственной безопасности и обеспечивают ценные ресурсы для научно-исследовательских учреждений и правительств.

## РЕКОМЕНДАЦИИ



**Государствам-членам предлагается сотрудничать с МАГАТЭ в целях совершенствования:**

- оценки проблемы ВЦВ с помощью ядерных методов;
- создания потенциала в области использования ядерных методов для эффективного мониторинга ВЦВ и биотоксинов, а также в сфере разработки стратегий ограничения воздействия ВЦВ.

Обозрение МАГАТЭ издается Бюро общественной информации и коммуникации (ОПИС)

Редактор: Аабха Диксит • Дизайн: Риту Кенн

С более подробной информацией о МАГАТЭ и его работе можно ознакомиться на сайте [www.iaea.org](http://www.iaea.org) или на наших

страницах     или в ведущем издании Агентства "Бюллетень МАГАТЭ" по адресу: [www.iaea.org/bulletin](http://www.iaea.org/bulletin)

МАГАТЭ, Венский международный центр, а/я 100, 1400 Вена, Австрия

Эл. почта: [info@iaea.org](mailto:info@iaea.org). Телефон: (+43 1) 2600-0 • Факс: (+43 1) 2600-7