



Distr.: General
8 October 2019

Russian
Original: English



**Программа Организации
Объединенных Наций по
окружающей среде**

Конференция Сторон Минаматской конвенции о ртути
Третье совещание
Женева, 25-29 ноября 2019 года
Пункт 5 h) предварительной повестки дня*

**Вопросы для рассмотрения или принятия мер Конференцией Сторон: оценка
эффективности**

**Доклад специальной технической группы экспертов по
оценке эффективности: предлагаемая система оценки
эффективности Минаматской конвенции о ртути**

Записка секретариата

Добавление

В приложении к настоящей записке содержится дополнение I к докладу специальной технической группы экспертов по оценке эффективности, содержащемуся в документе UNEP/MC/COP.3/14. Следует также отметить, что с дополнительной информацией, дополняющей доклад специальной технической группы экспертов, можно ознакомиться в документе UNEP/MC/COP.3/INF/15.

* UNEP/MC/COP.3/1.

Приложение

Доклад специальной технической группы экспертов по оценке эффективности: предлагаемая система оценки эффективности Минаматской конвенции о ртути

Дополнение I

Техническая информация в отношении мониторинга

I. Введение

1. В настоящем дополнении кратко излагается информация о работе в отношении механизмов глобального мониторинга, проделанной специальной технической группой экспертов по оценке эффективности в ходе двух совещаний, состоявшихся в марте 2018 года и апреле 2019 года, а также с помощью электронных средств связи. Раздел II начинается с определения категорий имеющихся сопоставимых данных мониторинга, которые являются наиболее эффективными для получения информации о глобальных тенденциях, данных мониторинга уровней содержания ртути в окружающей среде, биотических средах и организмах людей, относящихся к уязвимым группам населения, которые могут быть использованы для оценки воздействия Минаматской конвенции о ртути в том, что касается уровней содержания ртути и тенденций, а также потенциала и ограничений, связанных с выявленными данными. В разделе III приводится дальнейший анализ того, в какой степени рассматриваемая информация отвечает потребностям оценки эффективности, определяются основные пробелы, излагаются варианты повышения сопоставимости и полноты информации и эти варианты сравниваются с учетом их экономической эффективности, практической применимости, осуществимости, устойчивости, глобального охвата и регионального потенциала для выявления возможностей дальнейшего совершенствования мониторинга. В разделе IV определяются имеющиеся возможности моделирования для оценки изменений глобальных уровней содержания ртути в различных средах и между ними, а в разделе V рассматриваются варианты установления исходного значения для данных мониторинга и определяются источники данных, которые могут быть использованы для этой цели. Исходя из этих соображений, в разделе VI предлагаются механизмы получения данных мониторинга для оценки эффективности.

2. В документе UNEP/MC/COP.3/INF/15 содержится большой объем другой соответствующей технической информации о мониторинге, дополняющей предложение, содержащееся в настоящем дополнении, включая обзор имеющейся информации о мониторинге.

II. Идентификация информации и данных мониторинга

A. Каким образом мероприятия в области мониторинга могут способствовать разработке системы оценки эффективности

3. При рассмотрении информации и данных мониторинга специальная группа рассмотрела матрицы, упомянутые в решении МК-2/10 об оценке эффективности: воздух, вода, биота и человек. Группа пришла к выводу, что данные об уровнях содержания ртути и ртутных соединений в воздухе, организме человека и биотических средах имеются или могут быть получены и будут сопоставимы на глобальной основе. Некоторые эксперты придерживались мнения, что данные в отношении воды также в определенной степени имеются на глобальном уровне. Наличие и сопоставимость данных мониторинга по каждой матрице обсуждается в подразделах ниже.

4. Уровни содержания ртути в атмосфере напрямую связаны с выбросами из антропогенных источников, определенных в Конвенции. Деятельность по мониторингу атмосферы способствует оценке эффективности Конвенции путем определения того, повышаются или снижаются уровни содержания ртути в атмосфере в результате изменений в выбросах ртути, с тем чтобы с помощью моделей можно было определять взаимосвязи между источником и объектом воздействия. Данные мониторинга атмосферы также способствуют расширению прогнозных возможностей региональных и глобальных моделей воздействия ртути на окружающую среду, на которые могут также оказывать влияние другие вопросы, связанные с химией атмосферы.

5. Что касается вклада в оценку эффективности биомониторинга организма человека, то его преимущество заключается в предоставлении информации о воздействии ртути из всех видов источников, интеграции результатов различных видов мер по снижению риска и предоставлении информации о географическом распределении, что позволяет выявлять районы и группы населения, которые нуждаются в срочной поддержке с точки зрения мер по снижению риска.

6. Преимущество мониторинга биоты, с другой стороны, заключается в отслеживании изменений уровней содержания ртути в окружающей среде на региональном и глобальном уровнях, которые указывают на экологические последствия присутствия ртути и ее попадание в организм человека с пищей.

В. Окружающий воздух

7. Уровни содержания ртути в окружающем воздухе измерялись в некоторых местах в течение очень длительного периода времени, и полученные данные способствовали обсуждению глобального характера проблемы ртути. Имеющиеся в настоящее время данные собираются различными владельцами национальных и глобальных сетей с использованием различных методов отбора проб. Было признано, что никакие из имеющихся в настоящее время данных не имеют глобального охвата, но что существуют потенциально приемлемые методы получения таких глобальных данных (как указано в докладе *Global Mercury Assessment 2018* («Глобальная оценка ртути, 2018 год»))¹. Обзор существующих сетей содержится в информационном документе UNEP/MC/COP.3/INF/15.

8. Существуют различные способы измерения содержания ртути в атмосфере; те из них, которые считаются потенциально пригодными для получения сопоставимых в глобальном масштабе данных, были определены и проанализированы. Путем таких методов измеряются:

- a) общее содержание газообразной ртути (ОГР) или содержание газообразной элементарной ртути (ГЭР) в воздухе на референтных и подвергшихся воздействию участках;
- b) мокрое осаждение.

9. Содержание ОГР/ГЭР может измеряться с помощью активного непрерывного мониторинга и методов активного и пассивного отбора проб воздуха вручную. Активный непрерывный мониторинг используется на нескольких участках существующих региональных и глобальных сетей мониторинга для определения непрерывных концентраций ОГР/ГЭР, в то время как активный и пассивный отбор проб вручную используется в местах, где отсутствует инфраструктура мониторинга, и позволяет получать данные о средней концентрации ОГР в среднемесячном выражении (или с более низкой частотой).

10. Поступление ртути в виде атмосферного осаждения рассматривается как сочетание мокрого и сухого осаждения ртути на поверхность. Мокрое осаждение измеряется путем сбора образцов дождевой воды, а сухое осаждение либо выводится математически, либо измеряется через древесный мусор. Несколько существующих долгосрочно действующих сетей собирают пробы мокрого осаждения, но из-за отсутствия сопоставимых стандартных процедур сухое осаждение не всегда измеряется. Количество общей ртути, измеренное в пробах атмосферного осаждения, используется в качестве основы для расчета общего объема поступления в виде атмосферного осаждения, связанного с выпадением осадков (дождя или снега).

11. Проверенные модели содержания ртути в атмосфере необходимы для анализа взаимосвязей между источником и объектом воздействия и оценки относительной значимости каждого источника антропогенных выбросов в глобальном массовом балансе ртути в условиях изменения режимов выбросов ртути, метеорологических условий и воздействия на климат. Широкий глобальный охват данных мониторинга содержания ртути в окружающем воздухе и образцах осадений также имеет основополагающее значение для проверки этих атмосферных моделей. Более подробная информация представлена в документе UNEP/MC/COP.3/INF/15.

С. Воздействие на организм человека

12. Все люди в той или иной степени подвержены воздействию ртути. Во многих общинах мира потребление рыбы, моллюсков, морских млекопитающих и других продуктов питания является, вероятно, наиболее значительным источником воздействия метилртути. Воздействие элементарной и неорганической ртути происходит главным образом на рабочем месте (включая

¹ United Nations Environment Programme, 2018. *Global Mercury Assessment 2018*. <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/27579>.

кустарную и мелкомасштабную золотодобычу) или в результате контакта с продукцией, содержащей ртуть. По-прежнему вызывает серьезную озабоченность положение уязвимых групп населения, включая различные коренные народы, подвергающиеся значительному воздействию ртути в связи с рационом питания или профессиональной деятельностью.

13. Биомониторинг организма человека для оценки воздействия ртути на население в целом (т.е. фоновый уровень, а не «горячая точка») позволяет получить информацию о глобальных тенденциях. В том, что касается населения в целом, рекомендуется проводить оценку дородового воздействия, поскольку плод в наибольшей степени подвержен воздействию метилртути².

14. Существует два основных биомаркера³:

a) общее содержание ртути в волосах на голове матери (прядь волос с головы длиной 3 см для измерения воздействия в течение третьего триместра);

b) общее содержание ртути в пуповинной крови.

15. Предпочтительной биологической матрицей являются волосы на голове, поскольку они легкодоступны при применении неинвазивного метода и к их транспортировке или хранению не предъявляются особые требования.

16. Пуповинная кровь может быть альтернативной волосам матрицей. Включение пуповинной крови в обследование дает ряд дополнительных преимуществ, таких как более точное измерение дородового воздействия ртути и воздействия ртути на мать, исключая при этом влияние внешних факторов (например, внешнего загрязнения волос ртутью, постоянной обработки волос, которая уменьшает содержание ртути в волосах), и создание альтернативной волосам биологической матрицы в местах, где отбор образцов волос затруднен из-за культурных, этических и религиозных особенностей.

17. Существуют надежные, хотя и переменные, коэффициенты, позволяющие сравнивать результаты измерений содержания ртути в волосах, крови и пуповинной крови.

18. Для определения уровня воздействия достаточно оценки общего содержания ртути, если только не требуется оценка внешнего воздействия на волосы на голове.

19. Помимо воздействия на население в целом, Стороны могут проводить биомониторинг в других уязвимых группах населения, в том числе подвергающихся воздействию в силу рода деятельности, а также в «горячих точках». Эти данные могут позволить получить дополнительную информацию, которая будет полезна для оценки эффективности (например, при повторении с течением времени в одних и тех же группах населения).

20. В докладе Global Mercury Assessment 2018 («Глобальная оценка ртути, 2018 год») определены имеющиеся в настоящее время данные о воздействии ртути, полученные в рамках региональных и национальных программ биомониторинга организма человека, долгосрочных когортных исследований родов и охватывающей различные слои информации по конкретным группам населения, включая группы, подверженные повышенному воздействию. В ходе оценки было выявлено следующее:

a) некоторая информация, полученная в рамках региональных и национальных программ биомониторинга организма человека, может быть сопоставимой (в зависимости от возможности дезагрегировать данные по полу и возрасту в рамках программы). Такие программы проводятся лишь в очень небольшом числе стран, главным образом в Северном полушарии. Они являются дорогостоящими и поэтому нецелесообразны, если единственной целью является мониторинг глобального воздействия ртути;

b) сопоставимые, высококачественные данные получены в ходе долгосрочных когортных исследований родов, включая исследования групп, потребляющих большое количество морепродуктов, пресноводной рыбы и/или морских млекопитающих. Они имеются лишь в небольшом числе мест и не являются глобально репрезентативными;

² В процессе представления замечаний были высказаны различные мнения, причем некоторые Стороны заявили о необходимости обеспечения гибкости мониторинга в целях максимального повышения возможности широкого географического охвата и охвата населения в целом, как мужчин, так и женщин, включая плодов.

³ В связи с вышеприведенной сноской некоторые Стороны предложили включить волосы помимо материнских волос и кровь помимо пуповинной крови.

с) в рамках финансируемого Глобальным экологическим фондом проекта под названием «Разработка плана глобального мониторинга воздействия ртути на человека и ее концентрации в окружающей среде» (см. UNEP/MC/COP.3/INF/19) были получены сопоставимые данные в небольшом числе дополнительных стран с использованием протокола Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) для оценки дородового воздействия ртути⁴.

21. Биомониторинг общего содержания ртути в моче актуален для групп населения, подвергающихся повышенному воздействию элементарной и неорганической ртути, но не подходит для оценки воздействия метилртути. Он может быть полезен для оценки воздействия мер регулирования, принимаемых Сторонами в отношении воздействия ртути на местное население в районах, где ведется горная добыча.

22. Биомониторинг организма человека имеет ряд преимуществ в плане предоставления информации для оценки эффективности Минаматской конвенции, включая следующие:

- а) непосредственное рассмотрение основополагающего вопроса о том, достаточно ли делается для охраны здоровья человека (статья 1 Конвенции);
- б) включение информации о воздействии ртути из различных источников;
- с) включение результатов выполнения комплекса мероприятий по снижению риска.

23. При использовании данных биомониторинга организма человека следует отметить, что уровень содержания ртути в организме человека зависит от многих искажающих факторов, таких как привычки в отношении потребления рыбы (виды и количество), возраст, пол, потребление алкоголя, состояние здоровья и экономическое положение.

D. Биотические среды

24. Образцы биоты могут дать информацию для получения различных результатов. В связи с мониторингом биоты определяются три типа результатов: воздействие на человека, здоровье окружающей среды и временные тенденции. Данных о содержании ртути в биоте на региональном и глобальном уровнях достаточно для оценки воздействия на окружающую среду и пространственно-временных тенденций во многих, но не во всех экосистемах и биотах, представляющих географический интерес. Люди могут подвергаться воздействию метилртути при употреблении в пищу рыбы, птиц и морских млекопитающих (рыба является основным источником, птицы – незначительным или основным источником в зависимости от рациона питания, а морские млекопитающие – основным источником в некоторых рационах).

25. Следующие образцы из четырех основных групп биомаркеров (таксонов) считаются наиболее актуальными и наиболее часто используются для мониторинга метилртути:

- а) рыба: мышечное филе, биопсия мышц, обрезки плавников, кровь;
- б) морские черепахи: щитки, кровь, мышцы;
- с) птицы: кровь, перья, яйца, мышцы, яичная скорлупа и мембраны, печень и почки;
- д) млекопитающие: кожа, мех или волосы, мышцы, печень и почки.

26. Рекомендуется использовать мышечную ткань для оценки проб, взятых у рыбы и морских млекопитающих. Что касается птиц, для получения краткосрочных данных (т.е. в течение нескольких дней после воздействия) следует использовать кровь; мышцы или яйца следует использовать для получения среднесрочных данных (в течение нескольких недель или месяцев после воздействия), а перья можно использовать для получения долгосрочных данных (в течение нескольких месяцев или лет после воздействия). Считается достаточным оценить общее содержание ртути во всех тканях (исходя из среднего уровня содержания метилртути более 80 процентов) с использованием либо сырого, либо сухого веса. Образцы должны иметь географическую привязку, при этом уровень детализации варьируется в зависимости от цели отбора образцов. Имеются стандартные операционные процедуры (например, в рамках национальных/региональных программ мониторинга); однако, возможно, потребуется согласовать другие более универсальные протоколы для отбора проб, не охваченных такими процедурами. Межтканевые преобразования, как правило, являются практически

⁴ WHO, 2018. "Assessment of prenatal exposure to mercury: human biomonitoring survey. The first survey protocol." <http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/chemical-safety/publications/2018/assessment-of-prenatal-exposure-to-mercury-human-biomonitoring-survey-2018>.

осуществимым способом получения стандартизированных и, следовательно, сопоставимых данных о концентрации ртути в тканях.

27. В докладе Global Mercury Assessment 2018 («Глобальная оценка ртути, 2018 год») использовались данные о биоте из базы данных Глобального биотического синтеза ртути (ГБСР), которая включает подробную информацию о каждом отобранном организме, месте отбора проб и его основных экологических данных⁵. Данные были собраны из 1095 различных источников, представляющих 119 стран, 2781 уникальное местоположение и 458 840 образцов ртути из 375 677 отдельных организмов. Примеры, приведенные в базе данных ГБСР, включают наборы данных для некоторых географических районов с обширной временной и пространственной информацией, включая районы пресноводных озер на севере Соединенных Штатов Америки, на большей части Канады и Скандинавии. Эти районы представляют собой более 500 000 образцов концентраций ртути в рыбе, отобранных за последние 50 лет сбора данных, некоторые из которых стандартизированы для целей сравнения. Более подробная информация представлена в документе UNEP/MC/COP.3/INF/15.

28. Для потенциального объяснения того, как временные тенденции концентраций ртути в рыбе изменяются под воздействием различных факторов, включая изменение окружающей среды/климата и изменение осадений, следует разработать набор минимальных информационных целевых показателей. Для каждого места это должно включать морфологию водосбора озера (или реки, эстуария, моря и т.д.), схемы осадений загрязняющих веществ и местную историю загрязнения. Минимальные данные по каждому виду биоты (в данном случае на примере рыбы) должны включать длину, вес, пол и половую зрелость. Образцы (т.е. мышцы рыбы) для определения общих концентраций ртути могут также анализироваться на наличие стабильных изотопов (по крайней мере азота и, возможно, также углерода) для лучшего понимания процессов, происходящих в пищевой сети. Многие из этих параметров отсутствуют в имеющихся в настоящее время базах данных. Например, межгодовая и внутригодовая изменчивость часто намного превышает долгосрочные тенденции, что затрудняет увязку изменений временных тенденций с крупными экологическими факторами (включая осадение). При оценке эффективности Конвенции в предстоящие годы следует учитывать пространственные колебания в рамках временной тенденции. Для того чтобы иметь возможность документировать потенциальные изменения временных тенденций, внутригодовая изменчивость должна быть снижена за счет совершенствования корректировки данных, включая увеличение объема данных и информации об озерах и сбор данных по одному и тому же озеру с течением времени.

Е. Вода и почва

29. Данные об уровнях содержания ртути и ртутных соединений в воде собираются в связи с проблемами качества воды в ряде стран. Эти данные могут быть полезны для отслеживания ртути, образующейся в результате местных видов деятельности, приводящих к высвобождению ртути, и для моделирования движения ртути в водной среде, однако данные мониторинга рек и прибрежных районов не позволят получить представление об общих глобальных тенденциях. Вместе с тем уровни содержания ртути в океанической воде могут быть сопоставимы на глобальной основе и способствовать пониманию глобального цикла ртути. Эти данные собираются существующими сетями и специальными исследовательскими программами, но в настоящее время не в рамках специализированных долгосрочных программ мониторинга.

30. Пробы почвы могут быть очень полезны для оценки загрязнения конкретного участка, но, с учетом различий в типах почвы и т.д., глобальная сопоставимость может оказаться невозможной. Данные об уровнях содержания ртути в отложениях очень важны для определения соответствующих уровней содержания ртути в биотической среде, однако в настоящее время отбор проб отложений не считается широко распространенным или легко сопоставимым на глобальном уровне.

III. Сопоставимость, пробелы и варианты ликвидации пробелов

А. Окружающий воздух

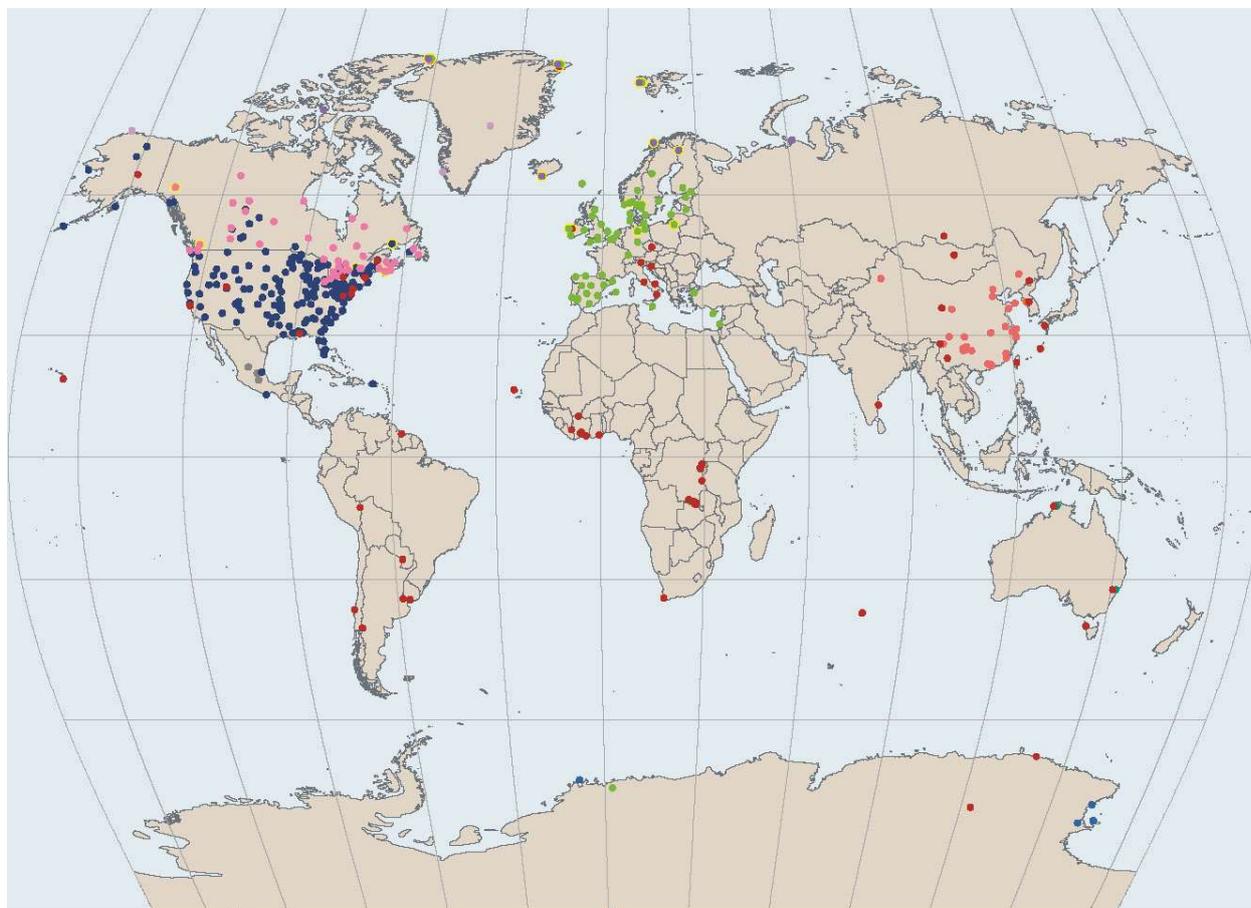
31. На нижеприведенной диаграмме показана текущая деятельность по мониторингу ОГР/ГЭР. Из этой диаграммы видно, что пробелы в информации об ОГР/ГЭР могут быть

⁵ Более подробную информацию см. на сайте: http://www.briloon.org/uploads/BRI_Documents/Mercury_Center/Publications/For%20Web%20GBMS%20Booklet%202018%20.pdf.

восполнены за счет расширения существующих сетей, осуществляющих мониторинг ртути в атмосфере. Такое расширение будет охватывать районы Южной Америки, Африки, Карибского бассейна, частей Азии, Российской Федерации и Океании.

Диаграмма

Существующие сети мониторинга для измерения концентрации ртути в воздухе



International networks

- AMAP
- MDN (Canada and United States)
- EMEP
- Long-term air monitoring (>10-year time-series)
- GMOS

National networks

- Australia
- Canada
- China
- Japan
- Republic of Korea
- Mexico
- Antarctic
- Other

Сокращения: АМАП – Программа мониторинга и оценки состояния Арктики, ЕМЕП – Европейская программа мониторинга и оценки, ГМОС – Глобальная система наблюдений за ртутью, МДН – Сеть по осадению ртути.

32. Для ликвидации пробелов предлагаются следующие подходы:

- a) совмещение текущего мониторинга ОГР/ГЭР с новыми технологиями (включая пассивный и активный отбор проб ртути);
- b) расширение существующих сетей мониторинга, где это возможно, для восполнения пробелов в данных;
- c) применение, по возможности, используемых в настоящее время стандартных процедур сбора и обработки данных;
- d) сравнение технологий измерения и обработки данных в различных сетях;
- e) ликвидация пробелов в географических данных с помощью методов активного или пассивного отбора проб вручную;
- f) по возможности, совмещение активных или пассивных измерений параметров воздуха вручную с активными измерениями и измерениями мокрого/сухого осадения;

g) проведение отбора проб не реже одного раза в квартал (либо усредненного с данными, полученными по результатам активного отбора проб, либо интегрированного в течение трех месяцев с пассивным отбором проб) для оценки сезонных колебаний;

h) при выборе новых участков отбора проб приоритизация восполнения пробелов в информации и данных, выявленных в докладе Global Mercury Assessment 2018 («Глобальная оценка ртути, 2018 год») и другой литературе.

33. Рекомендуется, чтобы при разработке будущих стратегий, направленных на восполнение географических пробелов в данных мониторинга содержания ртути в атмосфере, в каждом крупном географическом районе, например в Африке, Латинской Америке и Российской Федерации, в местах, которые могут позволить получить информацию о концентрации ртути на региональном/местном фоне, работало порядка 30 пунктов мониторинга с активным или пассивным отбором проб воздуха вручную. Предлагаемое количество пунктов носит лишь ориентировочный характер; увеличение количества пунктов, где используется активный или пассивный отбор проб воздуха вручную, несомненно, позволит улучшить географическое распределение и репрезентативность региональных/местных режимов выбросов, метеорологии и схем переноса/осаждения. Анализ затрат на мониторинг воздуха, включая предлагаемый отбор проб, содержится в документе UNEP/MC/COP.3/INF/15, часть I, раздел 4.

В. Воздействие на организм человека

34. Для восполнения пробелов в данных и получения глобальной картины, необходимой для оценки эффективности, рекомендуется провести исследования с использованием протокола ВОЗ для оценки дородового воздействия метилртути⁶. Использование протокола ВОЗ позволит собирать сопоставимые данные (например, образцы волос 250 человек в каждом месте проведения исследования, при этом рекомендуется минимальное разнообразие). Исследования будут проводиться по инициативе стран; необходимо будет получить разрешение в отношении этического аспекта (т.е. наблюдательного совета какого-либо учреждения), и исследования будут проводиться в рамках национальной системы здравоохранения, поэтому получение одобрения страны будет само собой разумеющимся. Каждая страна будет являться владельцем своих данных, и представление результатов будет носить добровольный характер.

35. В пункте 1 d) статьи 17 Конвенции содержится призыв к Сторонам содействовать обмену эпидемиологической информацией, касающейся последствий для здоровья, связанных с воздействием ртути и ртутных соединений, в тесном сотрудничестве со Всемирной организацией здравоохранения и другими соответствующими организациями, по мере целесообразности. В соответствии с этой статьей Конвенции следует осуществлять компиляцию и обмен данными об уровнях содержания ртути, полученными в результате биомониторинга организма человека.

36. Для содействия сбору репрезентативных в глобальном масштабе данных биомониторинга организма человека и информации о тенденциях, которые будут иметь наибольшее значение для оценки эффективности, следует информировать группу по мониторингу, созданную в рамках механизмов глобального мониторинга для оценки эффективности, о планируемых и проводимых исследованиях.

37. Вопросы качества данных охватываются протоколом ВОЗ. Результаты измерений должны быть аналитически сопоставимы между лабораториями/исследованиями. Для обеспечения сопоставимости каждое национальное исследование должно будет проводиться в соответствии с согласованными ВОЗ стандартными операционными процедурами в отношении методов отбора проб и анализа, и в его рамках должны быть разработаны процедуры обеспечения качества и контроля качества, охватывающие этап до начала анализа. Наличие соответствующих эталонных материалов (образцов с определенным уровнем содержания ртути) будет способствовать внутреннему контролю качества⁷. Внешний контроль качества должен осуществляться посредством международных межлабораторных сравнительных исследований. Координация исследований поможет обеспечить принятие надлежащих мер по контролю качества.

⁶ Некоторые Стороны отметили, что следует также признать существующие протоколы, используемые в других программах биомониторинга организма человека.

⁷ Перечень существующих справочных материалов содержится в документе UNEP/MC/COP.3/INF/15, часть II.

38. Протокол ВОЗ также охватывает вопросы управления данными, их анализа и оценки, в том числе вопрос о том, следует ли это делать на национальном и/или международном уровне. В протоколе содержится рекомендация странам-участницам проводить статистический анализ на национальном уровне и представлять анонимные данные в центральную базу данных для статистического анализа. Цель статистического анализа на международном уровне заключается в оценке связей между значениями биомаркеров и такими предикторами, как возраст, пол и привычки потребления рыбы (собираемыми с помощью опросника) в объединенном наборе данных. В протоколе ВОЗ также рассматриваются вопросы передачи данных, а в ходе оценок здоровья человека в рамках Программы мониторинга и оценки состояния Арктики (АМАП) эти вопросы рассматриваются конкретно в отношении коренных народов в регионе Арктики. Вопросы коммуникации включают представление результатов внутри страны, лицам, участвующим в исследовании, и лицам, ответственным за разработку политики. Следует отметить, что некоторые страны, возможно, уже имеют национальные руководящие принципы, касающиеся представления результатов.

39. Финансируемый Глобальным экологическим фондом проект «Разработка плана глобального мониторинга воздействия ртути на человека и ее концентрации в окружающей среде» (UNEP/MC/COP.3/INF/19) показал, что получение данных с использованием протокола ВОЗ в развивающихся странах является экономически эффективным, практичным и осуществимым. В рамках проекта был создан местный потенциал для проведения соответствующих исследований, которые таким образом могут повторяться с течением времени и в различных местах для восполнения пробелов.

С. Биотические среды

40. Было признано, что имеется большой объем опубликованных данных об уровнях содержания ртути в биоте, а также неопубликованных данных, собранных для коммерческих и государственных целей. Однако неясно, в какой степени опубликованные и другие данные отражают исходную информацию о концентрациях ртути, или указывают ли имеющиеся данные на области, в которых ожидается высокая концентрация ртути. Как указывалось выше, большие массивы данных о концентрации ртути в биоте из северной части Соединенных Штатов Америки, Канады и Скандинавии показали, что уровни содержания ртути в пресноводной рыбе из озер с местными источниками ртути реагировали на принятые меры регулирования и управления. Необходима дальнейшая работа по оценке существующих данных для сбора всех имеющихся в настоящее время репрезентативных на глобальном уровне данных о содержании ртути в биоте, с тем чтобы определить, какие данные являются актуальными, сопоставимыми и согласованными. Этот процесс был начат с набора данных ГБСР, который позволит более четко определить географические и таксономические пробелы в данных.

41. АМАП является одним из лучших примеров того, как следует осуществлять долгосрочную полевую программу биомониторинга ртути в интересах здоровья как человека, так и окружающей среды⁸. Программа мониторинга и оценки загрязнения продуктов питания Глобальной системы мониторинга окружающей среды, известная как «ГСМОС/Продовольствие», имеет одну из лучших глобальных систем сбора данных о содержании ртути в рыбе благодаря своей сети сотрудничающих центров и признанных национальных учреждений.

Д. Анализ затрат

42. Таблица, содержащая сводную информацию о стоимости, практической применимости, осуществимости, устойчивости, сопоставимости и охвате используемых в настоящее время методов мониторинга воздуха, организма человека, биотических сред и водных ресурсов, включена в документ UNEP/MC/COP.3/INF/15.

⁸ АМАП, 2011. *AMAP Assessment 2011: Mercury in the Arctic*.

<https://www.amap.no/documents/doc/amap-assessment-2011-mercury-in-the-arctic/90>; и АМАП, 2015. *AMAP Assessment 2015: Human Health in the Arctic*. <https://www.amap.no/documents/doc/amap-assessment-2015-human-health-in-the-arctic/1346>.

IV. Имеющиеся возможности в области моделирования для оценки изменений глобальных уровней содержания ртути в различных средах и между ними

43. В нижеприведенной таблице представлена сводная информация о возможностях моделей для оценки изменений глобальных уровней содержания ртути в различных средах и между ними. Модели для различных сред (воздуха, воды, почвы и биоты) различаются по своей способности моделировать движение ртути в этих средах и по состоянию их развития. Модели атмосферы были подвергнуты тщательной оценке и могут применяться для оценки пространственных градиентов концентрации и осаждения ртути в атмосфере, а также временных изменений при условии наличия высококачественных данных о выбросах с привязкой к географическим координатам. Напротив, модели для других сред, таких как почва, по-прежнему в основном используются в исследовательских целях. Дополнительные разъяснения, включая ссылки на конкретные имеющиеся модели и пример географического представления расчетов на основе существующих моделей, содержатся в документе UNEP/MC/COP.3/INF/15.

44. Комплексная система моделирования может проиллюстрировать пути, по которым первичные высвобождения ртути в атмосферу, почву и воду достигают рыбы и диких животных в виде метилртути, а также воздействие ртути на некоторые группы населения, потребляющие рыбу. Комплексная система моделирования в настоящее время разрабатывается и имеется в наличии в виде исследовательского продукта. Комплексные модели ранее не применялись и не сопоставлялись в рамках глобальной деятельности по оценке. Несколько исследовательских групп опубликовали в рецензируемой литературе сводные модели «атмосфера-океан» и «атмосфера-наземная среда», и после дополнительной оценки моделей к 2023 году должны иметься обновленные данные, с тем чтобы можно было приступить к политически значимому анализу. Отдельные группы также располагают моделями биоаккумуляции метилртути в пищевой сети, которые могут использоваться для описания моделей аккумуляции в масштабах экосистемы (озера, водно-болотные угодья, эстуарии, загрязненные участки) и для глобальных морских пищевых сетей. В комплексной системе моделирования сложнее всего установить связь с воздействием на человека и последствиями для здоровья, что обусловлено разнообразием пищевых предпочтений, закономерностями потребления продуктов питания и индивидуальной изменчивостью токсикокинетики, влияющей на усвоение и выведение метилртути. Все эти компоненты комплексной системы моделирования быстро развиваются в научном сообществе.

Таблица

Резюме имеющихся возможностей моделирования для отдельных сред

<i>Среда/наличие</i>	<i>Необходимые показатели для ввода в модель</i>	<i>Получаемый результат</i>	<i>Сохраняющиеся пробелы</i>
Социально-экономическое моделирование: частичное наличие Глобальные модели выбросов (прогнозирование до 2050 года)	Вводные данные: данные о социально-экономической деятельности (производство, народонаселение, валовой внутренний продукт), материальные потоки и параметры политики Оценка: взаимное сравнение и показатели прошлых периодов, антропогенный материальный поток	Глобальный спрос, сценарии выбросов и высвобождений	Уточнение коэффициентов выбросов ртути (региональных, местных и т.д.), сбор данных о содержании ртути в сырьевых товарах, изучение вопроса о согласованности между секторами и мер политики, не связанных с ртутью (например, в области энергетики)
Воздух: широко доступны	Вводные данные: глобальные выбросы Оценка: измерения атмосферы, данные о мокром и сухом осаждении	Концентрация в атмосфере, осаждение, временные изменения, распределение по регионам происхождения	Составление согласованных кадастров выбросов

<i>Среда/наличие</i>	<i>Необходимые показатели для ввода в модель</i>	<i>Получаемый результат</i>	<i>Сохраняющиеся пробелы</i>
<p>Вода: исследовательский продукт, частичное наличие <i>Мировой океан:</i> глобальные океанические модели (МОЦ МТИ, НЕМО)</p> <p><i>Эстуарии (для конкретного участка), пресная вода и реки (для конкретного участка)</i></p>	<p>Вводные данные: глобальные поступления Hg из атмосферы с пространственным разрешением (влажный + сухой) – концентрации Hg и MeHg в реках (в глобальном масштабе)</p> <p>Оценка: измерение общей концентрации и концентрации метилртути и Hg в морской воде Сбор этих данных осуществляется через сети («ГЕОТРЕЙСЕС», «КЛИВАР»)</p>	<p>Содержание MeHg в морской воде Мирового океана</p> <p>Общие концентрации Hg в морской воде в глобальном масштабе в поверхностных и глубоководных слоях океана</p> <p>Временные изменения</p>	<p>Данные о содержании Hg в различных видах в морской воде несколько скудные, но ситуация улучшается</p> <p>Данные о Hg и MeHg в реках мира в целом отсутствуют</p>
<p>Почвы и земля: исследовательский продукт, частичное наличие <i>Почвы мира:</i> глобальная модель содержания ртути в почве</p> <p>Участки КМЗ/загрязненные участки (еще не интегрированы в глобальные модели, но были бы полезны)</p>	<p>Вводные данные: атмосферное осаждение (ввод в модель) Выбросы и высвобождения в землю и воду (очень предварительное и приблизительное пространственное разрешение)</p> <p>Мало данных о стоке с загрязненных участков</p> <p>Глобальные данные о растительном покрове и выпадении из атмосферы</p> <p>Оценка: данные о Hg в почве (надежные данные по Северной Америке, некоторым регионам Европы)</p>	<p>Концентрации Hg в почве во всем мире</p> <p>Содержание Hg в реках мира</p> <p>«Горячие точки», наиболее чувствительные к поступлению Hg и способные повлиять на биоту и население</p>	<p>Еще не проведено моделирование MeHg для наземных сред за исключением оценки конкретных участков</p> <p>Необходим глобальный анализ «горячих точек» с проведением наземной выверки данных; сбор данных о местах КМЗ и высвобождениях и/или загрязненных участках</p>
<p>Биота: исследовательский продукт, частичное наличие Модель биоаккумуляции в пищевой сети для морских экосистем (существуют глобальные модели для планктона, ведется их разработка для рыбы)</p> <p>Модель пищевой сети для пресноводных экосистем (для конкретного участка)</p>	<p>Вводные данные: содержание MeHg в морской воде (модель); производство биомассы в рыбной промышленности из первичной продуктивности во всем мире, трофическое взаимодействие (имеется в наличии благодаря сотрудничеству с проектами НОАА/ГДЛ и «Нэреус» УББ)</p> <p>Оценка: база данных по содержанию ртути в биоте</p> <p>Трофический уровень 3 для временного тренда, уровень 4 для пространственного градиентного анализа</p>	<p>Концентрации MeHg в рыбе, потребляемой населением; морское происхождение MeHg</p> <p>Распределение источников Hg в рыбе (морских млекопитающих?) по регионам</p> <p>Изменения, связанные с выбросами и климатом</p>	<p>Глобальная модель для рыбы находится в стадии разработки; возможна связь с морскими млекопитающими/птицами</p> <p>Сбор данных трофического уровня 4 в Азии и Африке</p>
<p>Человек: воздействие на потребителей морской рыбы (в глобальном масштабе)</p> <p><i>Токсикокинетическая модель, связывающая поступление MeHg в организм с концентрацией в крови и волосах и результатами</i></p>	<p>Вводные данные: концентрации биомассы и MeHg в рыбе, потребляемой различными группами населения на оседающих участках во всем мире (модель). Данные о потреблении продуктов питания для различных групп населения</p>	<p>Цель: распределение долей источников поступления Hg в группы населения</p>	<p>Не определены механизмы, влияющие на взаимосвязь между внешним воздействием MeHg и концентрацией в крови и результатами для различных групп населения</p>

<i>Среда/наличие</i>	<i>Необходимые показатели для ввода в модель</i>	<i>Получаемый результат</i>	<i>Сохраняющиеся пробелы</i>
<p>Потребители пресноводной рыбы и риса (данные по конкретным участкам, если применимо) могут быть подвержены наибольшему риску</p> <p>Воздействие в силу рода деятельности на объектах КМЗ (для конкретного участка)</p>	Национальные данные биомониторинга (оценка моделей)		(исследования продолжаются)

Сокращения: КМЗ – кустарная и мелкомасштабная золотодобыча; ГГДЛ – Геофизическая газодинамическая лаборатория, НОАА; Hg – ртуть, MeHg – метилртуть; МОЦ МТИ – модель общей циркуляции Массачусетского технологического института; НЕМО – ядро европейского моделирования океана; НОАА – Национальное управление океанических и атмосферных исследований США; УББ – Университет Британской Колумбии.

V. Установление исходных значений для данных мониторинга

45. В рамках подхода «до и после», в котором сравниваются уровни содержания ртути до и после осуществления Конвенции, можно использовать данные мониторинга, близкие к началу и концу периода оценки. Для первой оценки эффективности в качестве исходного значения могут использоваться данные мониторинга, полученные до вступления Конвенции в силу. Что касается воздуха, имеются данные мониторинга за прошлые периоды по некоторым районам Северного полушария. Что касается биомониторинга организма человека, могут использоваться данные, полученные в рамках ограниченного числа региональных и национальных программ биомониторинга и долгосрочных исследований. Что касается биотических сред, то имеются исторические данные об уровнях содержания ртути в пресноводной рыбе в ограниченном числе географических районов, и в настоящее время ведется работа по анализу имеющихся данных об океанических видах рыб.

46. В рамках подхода «наличие-отсутствие» для оценки изменений уровней содержания ртути, обусловленных мерами, принятыми для осуществления Конвенции, уровни содержания ртути при инерционном сценарии необходимо оценивать с использованием описанной выше комплексной системы моделирования.

VI. Предлагаемые мероприятия по мониторингу в поддержку оценки эффективности

47. Обзор, представленный в разделах выше, показывает, что, несмотря на то, что в отношении ртути имеется один из самых больших коллективных наборов данных среди признанных загрязнителей окружающей среды, пробелы в данных сохраняются. Стороны могли бы восполнить эти пробелы и обеспечить репрезентативный в глобальном масштабе охват данных путем поддержки научной деятельности и использования уже разработанных материалов.

48. Если предположить, что существующая деятельность по мониторингу ртути будет и далее осуществляться согласованным образом и дополняться действиями по восполнению пробелов в данных по определенным регионам, то данные об уровнях содержания ртути и ртутных соединений в воздухе, организме человека и биотических средах могут считаться либо имеющимися, либо доступными и будут сопоставимыми на глобальной основе.

49. Ниже приводится предложение в отношении деятельности по мониторингу ртути, которую Стороны должны осуществлять на основе существующей деятельности и знаний в области мониторинга в целях получения данных для использования при подготовке периодического глобального доклада о мониторинге ртути.

A. Окружающий воздух

50. Что касается мониторинга воздуха, предлагается, чтобы существующие сети продолжали свою деятельность по мониторингу с использованием активного непрерывного

мониторинга и методов активного и пассивного отбора проб воздуха вручную для сбора следующей информации:

- a) общее содержание газообразной ртути (ОГР) или содержание газообразной элементарной ртути (ГЭР) в воздухе на референтных и подвергшихся воздействию участках;
- b) мокрое осаждение.

51. Эта информация будет использоваться для оценки пространственной и временной структуры концентраций ртути в окружающем воздухе и потоков осадений в наземных и водных экосистемах. Следует отметить, что стандартные операционные процедуры предполагают мониторинг потоков осаждения ртути с помощью пробоотборников, которые являются «только мокрыми» или «объемными».

52. Для восполнения пробелов в данных по отдельным регионам следует ежемесячно (или с меньшей частотой) отбирать пробы для определения средних фоновых концентраций ОГР в регионах/на местах, в частности, в Африке, Латинской Америке и Российской Федерации.

В. Воздействие на организм человека

53. Для биомониторинга организма человека рекомендуется использовать следующие биомаркеры дородового воздействия на население в целом⁹:

- a) общее содержание ртути в волосах на голове матери (прядь волос с головы длиной 3 см для измерения воздействия в течение третьего триместра);
- b) общее содержание ртути в пуповинной крови для определения недавнего воздействия метилртути.

54. Предпочтительно использовать волосы с головы матери в качестве биологической матрицы для оценки дородового воздействия. Пуповинная кровь может быть альтернативной волосам матрицей. Образцы, взятые у человека и собираемые примерно через каждые пять лет, пригодны для биомониторинговых исследований организма человека с учетом цели выявления статистически значимых различий и времени, необходимого для проведения таких исследований (включая адаптацию основного протокола к местным условиям, получение одобрения местных органов по этике, обучение персонала и т.д.). Образцы, взятые у человека, должны сопровождаться информацией о ряде признаков (например, возраст, пол) и социальной информацией и информацией о привычках (например, характер потребления рыбы, экономический уровень).

55. Возможно, было бы полезно координировать отбор проб с мероприятиями по обследованию в рамках Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях в целях содействия синергии, включая использование одного одобрения органа по этике.

56. В докладе Global Mercury Assessment 2018 («Глобальная оценка ртути, 2018 год») определены имеющиеся в настоящее время данные о воздействии ртути, полученные в рамках национальных программ биомониторинга организма человека, долгосрочные когортные исследования родов и охватывающая различные слои информация по конкретным группам населения, включая группы, подверженные повышенному воздействию. Сторонам и другим субъектам следует продолжать эту деятельность в целях предоставления информации за длительный период для последующей оценки эффективности.

С. Биотические среды

57. Что касается мониторинга биоты, то важным аспектом объединения усилий по мониторингу для документирования эффективности Конвенции будет сведение к минимуму воздействия физиологических различий между конкретными видами путем определения надлежащих видов и типов тканей, подлежащих мониторингу. Приоритетное внимание следует уделять изучению видов, в которых накапливаются значительные объемы ртути, которые представляют потенциальную опасность для здоровья человека, широко распространены в конкретных географических районах и встречаются во многих исследованиях в прошлом. Кроме того, необходимо нормализовать или учитывать концентрации ртути в биоте по размеру,

⁹ В процессе представления замечаний были высказаны различные мнения. Некоторые Стороны заявили о необходимости обеспечения гибкости мониторинга в целях максимального повышения возможности широкого географического охвата и охвата населения в целом, как мужчин, так и женщин, включая зародышей. Они предлагают в отношении волос не ограничиваться волосами матери, а в отношении крови не ограничиваться пуповинной кровью.

возрасту и полу, и такие данные должны включаться в процесс сбора данных. Выбор видов рыб для отбора проб должен основываться на трофическом уровне, при этом трофический уровень 4 (хищники, питающиеся другими хищниками) является наиболее подходящим для принятия решений, связанных с оценкой состояния здоровья человека и окружающей среды. Данные о промысловых видах рыбы полезны для оценки состояния здоровья населения в целом. Другие виды могут иметь важное значение для оценки состояния здоровья коренных народов.

58. Для учета основных различий в путях воздействия предлагается разделить мониторинг биоты на два основных элемента: континентальный и океанический. В документе UNEP/MC/COP.3/INF/15 приводится большой объем соответствующей технической информации об этих элементах. Континентальный элемент мониторинга содержания ртути в биоте направлен на выявление чувствительных участков экосистем, способных к метилированию ртути и ее внедрению в пищевую сеть. Океанический элемент охватывает районы океана; результатом служит объединение представляющих интерес для потребления человеком матриц океанических бассейнов, которые имеют глобальный диапазон для определения пространственных градиентов (тенденций) уровней содержания ртути в биотических средах.
