

## **Интервью с сопредседателем Международной сети по ликвидации СОЗ и руководителем Программы по химической безопасности неправительственной организации «Эко-Согласие» Ольгой Сперанской – «Стойкие органические загрязнители и изменение климата»**

*Изменение климата оказывает воздействие на экосистемы, хозяйственную деятельность и здоровье человека на всех континентах нашей планеты. По оценкам специалистов в ближайшие десятилетия это влияние может только усилиться. В последние годы становится известно и о других последствиях климатических изменений.*

Сегодня мы расскажем о связи изменения климата и попадания в окружающую среду стойких органических загрязнителей (СОЗ), являющихся первичными или побочными продуктами промышленности. Рассказать об этом мы попросили Ольгу Сперанскую, сопредседателя Международной сети по ликвидации СОЗ и руководителя Программы по химической безопасности неправительственной организации «Эко-Согласие».

О.А.Сперанская окончила физический факультет МГУ им.Ломоносова по специальности физика моря и вод суши и защитила кандидатскую диссертацию в Институте водных проблем РАН. В 2011 г. Ольга Сперанская была удостоена премии ЮНЕП «Защитник Земли», которая вручается за успехи в предотвращении деградации окружающей среды. О.Сперанская удостоена этой награды как сопредседатель общественной организации Международная сеть по ликвидации СОЗ.



О.Сперанская

**1) Уважаемая Ольга Александровна, большое спасибо, что согласились ответить на наши вопросы. В начале напомните, пожалуйста, что такое стойкие органические загрязнители?**

Стойкие органические загрязнители (СОЗ) – это класс высоко опасных химических веществ, представляющих собой серьезную глобальную угрозу здоровью человека и окружающей среде. К СОЗ относятся некоторые пестициды, промышленные химикаты и непреднамеренно образующиеся побочные продукты, которые формируются во время процессов сжигания или химических процессов. К стойким органическим загрязнителям относятся, например, ДДТ, полихлорированные бифенилы (ПХБ), диоксины.

СОЗ широко представлены в окружающей среде во всех регионах мира. Они способны перемещаться на большие расстояния, далеко от первоначального источника загрязнения, и длительное время сохраняются в окружающей среде. СОЗ особы опасны тем, что, благодаря своей природе, накапливаются в жировых тканях. Организмы большинства рыб, птиц, млекопитающих загрязнены СОЗ. Но и это далеко не все. Каждый человек содержит в своем организме стойкие органические загрязнители.

Находясь в окружающей среде, СОЗ загрязняют продукты питания, особенно рыбу, мясо, масло, сыр. Через пищу СОЗ попадают в организм человека, где накапливаются в жировых тканях. Даже в малых концентрациях, которые повсеместно обнаруживаются в обычных продуктах питания, СОЗ могут причинить вред человеку и другим живым организмам. Существуют медицинские доказательства связи тяжелых заболеваний человека и потери трудоспособности в связи с воздействием одного или нескольких СОЗ. К таким заболеваниям относятся рак, неврологические расстройства, сердечно-сосудистые заболевания, болезни щитовидной железы, нарушения репродуктивной системы, врожденные дефекты и проблемы развития. Многие заболевания, возникающие в результате воздействия СОЗ, следуют за человеком всю его жизнь.

У человека и других млекопитающих СОЗ проникают в плод и загрязняют его еще в утробе матери. Только что родившийся ребенок появляется на свет с коктейлем опасных химических веществ в организме. Так как грудное молоко тоже содержит стойкие органические загрязнители, новорожденные продолжают подвергаться воздействию СОЗ во время кормления.

Как оказалось, Арктика обладает наибольшей способностью накапливать СОЗ по сравнению с другими регионами. Попав в Арктику, СОЗ накапливаются в биологических системах и представляют собой серьезную угрозу, загрязняя воздух, воду, животных и местное население. Ситуация ухудшается еще и тем, что диета коренных жителей традиционно содержит большое количество жира, необходимого организму в экстремальных условиях Крайнего Севера. Так как СОЗ накапливаются именно в жировых тканях животных, человек, стоящий на верхней ступени пищевой цепи, оказывается наиболее подверженным воздействию СОЗ.

**2. Расскажите, пожалуйста, существует ли связь между изменением климата и стойкими органическими загрязнителями? Почему Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП) и Программа арктического мониторинга и оценки (АМАП) решили выпустить доклад по этой теме?**

В 2011 г. ЮНЕП признала, что реформирование обращения с химическими веществами необходимо проводить в контексте усиливающегося влияния изменения климата на выбросы химических веществ, их перенос, разложение, уровни экспозиции и токсичность. В докладе экспертной группы Программы ООН по окружающей среде (ЮНЕП) и Программы арктического мониторинга и оценки "Изменение климата и СОЗ: Прогноз последствий" авторы приходят к выводу, что повышение температуры усиливает первичные выбросы

СОЗ. Показано также, что повышение уровня экспозиции по СОЗ вызывается вторичным испарением и выделением СОЗ при таянии ледников и вечной мерзлоты, при затоплении загрязненных участков земли, мест размещения отходов и наземных свалок, равно как и вследствие усиливающегося перехода СОЗ из воды в атмосферу. Уже имеются подтверждения усиленного выделения СОЗ и тяжелых металлов при таянии ледников и вечной мерзлоты. Хотя возможна и интенсификация разложения СОЗ в связи с повышением температуры, но если усиливается их разложение микроорганизмами, то это может привести и к усиленному образованию токсичных продуктов разложения.

Воздействие СОЗ прямо влияет на отдельных людей и на все население, что сопровождается нарушениями эндокринных процессов в репродуктивной системе, ослабляет иммунитет и вызывает изменения наследственности на клеточном уровне. Установлено, что температура увеличивает токсичность СОЗ, а влияние изменения климата на содержание солей, кислотность, эвтрофикацию и содержание кислорода в морской воде может приводить (само по себе или в комбинации с другими факторами) к усилению токсичных эффектов СОЗ.

Авторы доклада рассматривают Арктику как регион-индикатор для переноса СОЗ на большие расстояния. Данные мониторинга, которые предоставят информацию о судьбе СОЗ в Арктике, могут оказаться крайне важными в выявлении этих веществ, включая новые стойкие органические загрязнители.

### **3. Наш следующий вопрос – каковы основные выводы доклада?**

Основной вывод доклада можно сформулировать так: установленная тесная связь проблем, связанных с изменением климата и воздействием СОЗ, подтверждает необходимость их одновременного решения и, принимая во внимание существующие пробелы в знаниях, следует учитывать принцип предосторожности при принятии политических решений для обеспечения защиты здоровья населения и окружающей среды.

Из доклада следует, что изменение климата увеличит выбросы СОЗ в окружающую среду, так как повышение температуры способствует увеличению испарения и эмиссии СОЗ в воздух. Температура и осадки будут воздействовать на перенос СОЗ на большие расстояния, а также на высвобождение СОЗ в результате таяния снега, льда, вечной мерзлоты и ледников. Экстремальные погодные явления и наводнения будут влиять на степень воздействия СОЗ, возникнут изменения в скорости распада, токсичности некоторых СОЗ и чувствительности к ним дикой природы.

В докладе отмечается, что изменение климата и СОЗ сами по себе являются экологическими стрессорами. В комбинации друг с другом они наносят еще больший вред окружающей среде и здоровью людей. Делается вывод, что синергизм изменения климата и СОЗ будет влиять на способность к адаптации, иммунную функцию, поведение, репродуктивную способность живых организмов. В докладе подчеркивается, что изменение климата и СОЗ носят глобальный характер, и необходимы срочные действия по решению возникших проблем. Со стороны лиц, принимающих решения, требуются скоординированные шаги по борьбе с воздействием СОЗ и изменения климата на здоровье человека и экосистемы.

Авторы Доклада приводят данные, подтверждающие, что изменение температуры меняет скорость выделения СОЗ из материалов, продуктов, хранилищ старых запасов и отходов и изменяет также характер применения СОЗ, как, например, в случае повышения спроса на ДДТ для борьбы с переносчиками заболеваний. Глобальное потепление приводит к таянию вечной мерзлоты, что, в свою очередь, способствует высвобождению накопившихся стойких органических загрязнителей и росту их концентрации в окружающей среде. Природные хранилища (поверхностные воды, почвы, снег и лед) СОЗ, попавших туда от первоначальных источников, превратятся во вторичные источники загрязнения этими веществами. Ожидается высвобождение СОЗ из локальных источников, таких, например, как бывшие военные базы, что увеличит попадание СОЗ в пресные водоемы и моря.

Воздействие СОЗ негативно сказывается на здоровье человека, вызывая различные заболевания. В то время, так как изменение климата приводит к росту воздействия СОЗ, соответственно увеличивается и риск для здоровья человека и животных, и они становятся более уязвимыми к изменению климата, ослабляется их возможность реагировать на изменения температуры окружающей среды. Высокие уровни содержания СОЗ обнаружены в организмах морских млекопитающих Арктики, а также в речной рыбе и водоплавающей птице, которые считаются традиционными продуктами питания и соответственно источниками СОЗ для коренных народов.

В докладе отмечается, что усилия по сокращению эмиссии парниковых газов будут способствовать сокращению выбросов непреднамеренно производимых СОЗ, таких как диоксины и фураны.

Авторы Доклада подчеркивают, что в понимании влияния изменения климата на перенос СОЗ существуют серьезные пробелы. Например, нет четких данных о том, какова будет реакция микроорганизмов в почвах на изменение температуры и влажности почв, и как это повлияет на биоразложение СОЗ. Тем не менее ожидается повышение уровня стойких токсичных веществ в традиционных продуктах питания в связи с глобальным потеплением, а следовательно, возрастет воздействие этих веществ на здоровье коренного населения, потребляющего в пищу традиционные продукты местного производства.

### **4. Какие рекомендации предлагаются в докладе для решения проблем, связанных с изменением климата и воздействием СОЗ на здоровье?**

Таких рекомендаций в докладе несколько. К ним, в частности, относятся следующие.

- Правительства должны поддерживать исследования связи между воздействием СОЗ и изменением климата, включая такие аспекты, как выбросы загрязнителей в окружающую среду, перенос, разложение и воздействие СОЗ на национальном, региональном и глобальном уровне в условиях меняющегося климата.
- Следует развивать системы прогнозирования эмиссии и воздействия СОЗ и других химических веществ, обладающих характеристиками СОЗ, и изменения климата.
- Необходима разработка научных обоснований для принятия решений, включая лучшее понимание взаимосвязи между уровнями СОЗ в окружающей среде и изменением климата.
- Проблема учащения и усиления экстремальных погодных явлений, ведущая к росту высвобождения СОЗ из таких источников, как почвы, свалки отходов и др., должны решаться всеми заинтересованными сторонами, включая промышленность. Необходимо улучшить управление свалками и хранилищами отходов, а также проводить очистку загрязненных территорий в местах, подверженных наибольшему риску наводнений и штормов.
- Правительства должны поддерживать развивающиеся страны и страны с переходной экономикой в их работе по сокращению эмиссии СОЗ и парниковых газов. К возможным мерам относятся – сокращение незаконного сброса отходов или неконтролируемый экспорт отходов в страны, не имеющие развитых технологий переработки, меры по существенному сокращению или запрещению сжигания отходов, запрет на создание новых свалок отходов в местах, подверженных наводнением, и т.д.
- Правительства должны применять меры, направленные на сокращение совместного эффекта воздействия изменения климата и СОЗ на наиболее уязвимые группы населения. При этом важно учитывать воздействие климата и СОЗ на такие группы, как коренные народы, зависящие от традиционных и местных продуктов питания (например, население Арктики, потребляющее в пищу морских млекопитающих и рыбу), жители регионов, подверженных малярии, и население с низким достатком и проживающее в регионах, наиболее страдающих от воздействия изменения климата и загрязнения.
- Правительства должны повышать потенциал и широко информировать представителей промышленности и гражданского общества по вопросу совместных эффектов воздействия СОЗ и изменения климата на окружающую среду и здоровье людей.
- Учитывая, что проблемы СОЗ и изменения климата носят глобальный характер, необходимы скоординированные действия со стороны правительств для принятия срочных мер по предотвращению воздействия изменения климата и СОЗ на здоровье людей и экосистемы.
- Принимая во внимание существующие неопределенности и пробелы в знаниях, принцип предосторожности должен быть положен в основу разработки и принятия решений для защиты здоровья людей и окружающей среды от совместного негативного воздействия изменения климата и СОЗ.

## **6. Существуют ли международные договоры по ограничению применения СОЗ?**

Конечно, существуют. Проблемы СОЗ, как и проблемы, связанные с изменением климата, носят глобальный характер. Поэтому для их решения необходимы международные соглашения, которые позволят снизить риск воздействия на окружающую среду и человека. В 2011 г. мировая общественность отмечала 10-летие с момента подписания Стокгольмской конвенции о СОЗ – глобального юридически обязательного соглашения, непосредственно запрещающего или накладывающего определенные ограничения на производство СОЗ, их использование, выбросы и небезопасную ликвидацию отходов, содержащих эти вещества.

СОЗ из списка Стокгольмской конвенции можно разделить на три группы, а именно:

- пестициды, используемые в сельском хозяйстве;
- промышленные химикаты;
- непреднамеренно образующие вещества в результате неполного сжигания или химических реакций.

Хочу подчеркнуть, что СОЗы можно классифицировать как вещества, представляющие собой токсическое наследие прошлых лет, например, ПХБ и большинство пестицидов, включенных в Стокгольмскую конвенцию. Кроме того, к СОЗ могут относиться и вновь производимые вещества, которые используются в настоящее время. Хотя список Стокгольмской конвенции уже насчитывает 22 СОЗ, однако ожидается, что он будет расширен, так как появляется все больше доказательств соответствия новых химических веществ характеристикам СОЗ.

В 2011 г. Россия стала Стороной Стокгольмской конвенции. Соответствующий Федеральный Закон о ратификации был подписан Президентом Дмитрием Медведевым в июне прошлого года. Теперь России предстоит ежегодно отправлять полноценные отчеты в секретариат Конвенции о ходе выполнения ее требований. В настоящее время заканчивается подготовка проекта Национального плана выполнения Стокгольмской конвенции. Этот проект станет основой для разработки плана первоочередных мероприятий и среднесрочного и долгосрочного плана по выполнению обязательств России по Стокгольмской конвенции.

Кроме Стокгольмской конвенции вопросы СОЗ регулируются и другими договорами, в частности, Протоколом по стойким органическим загрязнителям к конвенции 1979 года о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния, Роттердамской конвенции о процедуре предварительного обоснованного согласия в отношении отдельных опасных химических веществ и пестицидов в международной торговле, Протоколом о регистрах выброса и переноса загрязнителей к Орхусской конвенции о доступе к информации,

участии общественности в процессе принятия решений и доступе к правосудию по вопросам, касающимся окружающей среды. Вопросы СОЗ включены также в Стратегический подход к международному регулированию химических веществ, представляющий собой глобальную стратегию и план действий в области обеспечения химической безопасности.

В Докладе ЮНЕП отмечается необходимость координации международных инициатив и программ по СОЗ и изменению климата для обеспечения большей эффективности и обмена информацией при их выполнении. Авторы доклада говорят о важности изучения суммарного влияния изменения климата и воздействия СОЗ. Для этого, например, было бы полезно улучшить обмен информацией между Комитетом по рассмотрению новых СОЗ Стокгольмской конвенции и Межправительственной группой экспертов по изменению климата. Сотрудничество этих технических комитетов будет способствовать обмену данными, а также поможет проводить оценку суммарного влияния изменения климата и СОЗ.

### **5. Какое практическое значение имеет данный доклад для ситуации в России, в первую очередь, в российской Арктике?**

Рекомендации, которые предлагаются в Докладе ЮНЕП, носят совершенно конкретный характер и, в случае выполнения, безусловно будут способствовать снижению негативного суммарного влияния изменения климата и воздействия СОЗ. Обе проблемы представлены в Докладе как глобальные, требующие решения на национальном и международном уровне. Подчеркивается необходимость координированных действий со стороны правительств для принятия срочных контрмер одновременному воздействию изменения климата и СОЗ на здоровье людей и экосистемы.

Перечисленные в Докладе рекомендации тесно связаны с положениями Стокгольмской конвенции о СОЗ. В Преамбуле конвенции особо отмечается уязвимость Арктических экосистем и сообществ коренных народов к воздействию СОЗ, подчеркивается, что загрязнение традиционных пищевых продуктов является вопросом охраны здоровья населения. В докладе ЮНЕП также говорится о том, что жители Арктики подвержены высоким уровням воздействиям СОЗ, переносимым в окружающей среде. Они могут оказаться под еще большим влиянием этих токсичных веществ в результате высвобождения их при таянии льдов и испарении. Таким образом проблемы Арктики специально подчеркиваются и в докладе ЮНЕП и в Стокгольмской конвенции.

Известно, что экологическое загрязнение – серьезнейшая проблема Арктики. В 1995-2005 гг. было установлено, что на арктических островах брошены бочки с нефтепродуктами, металлоконструкции, старое оборудование. Полная инвентаризация запасов устаревших пестицидов никогда не проводилась в Арктике, однако, по официальной информации, в регионе широко применялось ДДТ и гексахлорциклогексан для защиты оленей от слепней. Пестициды, содержащие СОЗ, использовались против тараканов, а ПХБ содержащая краска применялась для внутренних работ.

Очевидно, что работа в российской Арктике должна учитывать требования Стокгольмской конвенции, а также рекомендации Доклада ЮНЕП. К наиболее важным для Арктики рекомендациям относятся те, в которых говорится об улучшении понимания совместного эффекта воздействия СОЗ и климата; о необходимости принятия мер, направленных на сокращение совместного эффекта воздействия на наиболее уязвимые группы населения; о повышении эффективности управления свалками и хранилищами отходов, об очистке загрязненных территорий; о проведении образовательных программ и повышении потенциала по вопросам воздействия СОЗ и изменения климата на здоровье людей и окружающую среду.

Выполнение этих и других рекомендаций Доклада в Арктике может начаться с создания региональной междисциплинарной группы, которая займется подготовкой соответствующего плана действий. Этот план в дальнейшем должен быть представлен общественности, местным органам власти и представителям промышленности в регионе для обсуждения и разработки конкретных мероприятий и сроков их выполнения. ■

### **За комментарием по проблеме СОЗ мы обратились к начальнику химико-аналитического центра НПО «Тайфун» Росгидромета (г. Обнинск, Калужская область) - А.В.Коноплеву.**

Алексей Владимирович Коноплев – закончил Химический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова в 1977 г., доктор биологических наук по специальности радиационная биология, кандидат химических наук по специальности химическая кинетика и катализ, начальник химико-аналитического центра НПО «Тайфун» Росгидромета (г. Обнинск). Занимается мониторингом и поведением в окружающей среде широкого спектра загрязняющих веществ, включая СОЗ, ртуть и другие тяжелые металлы, радионуклиды, имеет в этой области более 120 научных публикаций.



А. В. Коноплев

### **Комментарий А. В. Коноплева**

Научно-исследовательские институты Росгидромета проводят систематические исследования как в области изменения климата, так и в области мониторинга стойких органических загрязнителей (СОЗ) в окружающей среде. В соответствии со статьей 16 Стокгольмской Конвенции Конференция Сторон проводит регулярную оценку эффективности Конвенции. Для подготовки оценки и обеспечения ее данными Программа по окружающей среде ООН (UNEP) реализует Программу Глобального Мониторинга СОЗ. Система Глобального Мониторинга СОЗ основывается на Региональных и Национальных Программах и системах мониторинга СОЗ. На 3-й Конференции Сторон Стокгольмской Конвенции был принят План Глобального



Мониторинга СО<sub>3</sub>. Его целью является обеспечение гармонизированной организационной инфраструктуры для сбора сопоставимых данных мониторинга СО<sub>3</sub> для определения временного хода их уровней в окружающей среде и обеспечения информацией по их региональному и глобальному переносу. Это означает, что глобальный мониторинг СО<sub>3</sub> должен быть сосредоточен на фоновых районах, не подверженных влиянию локальных источников СО<sub>3</sub>.

Мониторинг загрязнения окружающей среды в России традиционно проводится на сети Росгидромета. Данные представляются в Ежегодных обзорах загрязнения окружающей природной среды (воздух, поверхностные и морские воды, почвы) в Российской Федерации (до 10 ежегодных обзоров). Не были оставлены без внимания и СО<sub>3</sub>. Еще в апреле 2001 г., т.е. до принятия Стокгольмской Конвенции о СО<sub>3</sub>, распоряжением Руководителя Росгидромета «Об организации мониторинга СО<sub>3</sub>» головным учреждением Росгидромета в области разработки методологии национальной системы мониторинга СО<sub>3</sub> было определено научно-производственное объединение «Тайфун» (г. Обнинск). До настоящего времени из числа СО<sub>3</sub>, подпадающих под действие Стокгольмской Конвенции, в программы мониторинга сетевыми подразделениями Росгидромета были включены только такие хлорорганические пестициды, как дихлор-дифенил-трихлорэтан (ДДТ), гексахлорциклогексан (ГХЦГ) и гексахлорбензол (ГХБ). Остальные наиболее токсичные СО<sub>3</sub> такие как полихлорированные бифенилы (ПХБ), полихлорированные дифензо-п-диоксины и фураны (ПХДД/Ф) сетевыми подразделениями Росгидромета не контролируются, поскольку их определение требует проведения сложного хромато-масс-спектрометрического анализа, который под силу только специализированным центрам, таким как химико-аналитический центр (ХАЦ) НПО «Тайфун» Росгидромета. ХАЦ НПО «Тайфун» проводит мониторинг практически всех СО<sub>3</sub> в окружающей среде в рамках исследовательских программ Росгидромета и международных проектов.

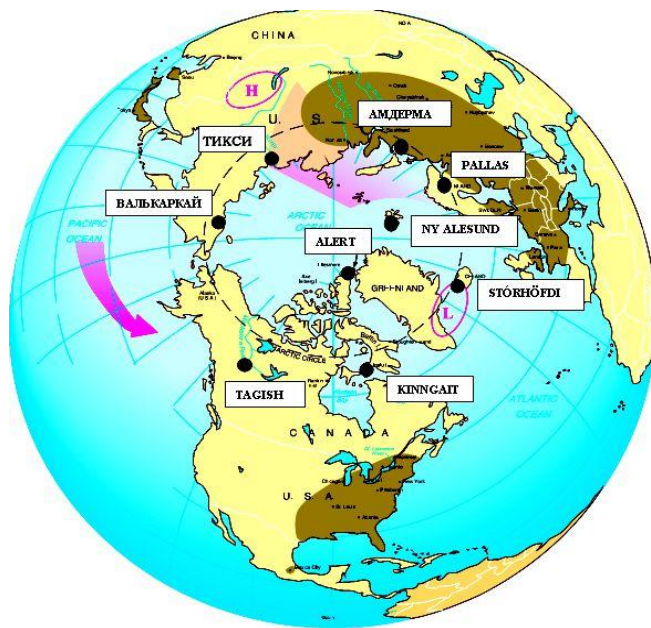
В последние десятилетия особенно обострилась проблема загрязнения Арктики, где были обнаружены высокие уровни СО<sub>3</sub> в организме коренных народов Севера. Присутствие и поведение СО<sub>3</sub> в Арктике определяется как климатическими особенностями Арктического региона, так и свойствами самих СО<sub>3</sub>. Не производя и не используя СО<sub>3</sub>, коренные народы Севера оказываются зачастую под воздействием загрязнений, происходящих из индустриально-развитых регионов Земли (Северной Америки, Западной Европы, Юго-Восточной Азии). Особенности атмосферной циркуляции, речные и морские течения, низкие температуры воздуха способствуют переносу и накоплению полуплетучих СО<sub>3</sub> в Арктике. Благодаря своей низкой растворимости в воде и высокой растворимости в жирах, СО<sub>3</sub> накапливаются в богатых жирами арктических пищевых цепях. В свою очередь, животные высших трофических уровней являются основой традиционного питания для коренных народов Арктики. В результате некоторые общины коренного населения Арктики относятся к одним из наиболее подверженных воздействию СО<sub>3</sub> групп населения Земли.

Атмосферный воздух – наиболее важная среда, по которой происходит глобальный перенос СО<sub>3</sub>. Поэтому приоритетное значение имеет мониторинг содержания СО<sub>3</sub> в атмосферном воздухе и их выпадений на подстилающую поверхность. В Российской Федерации такой мониторинг в разные годы проводился в трех точках Арктики – на станции Дунай в районе Тикси (1993-1994 гг.) в дельте р. Лена, п. Амдерма (1999-2001) на побережье Карского моря на Арктической границе между Европой и Азией и на п/с Валькаркай (2002-2003 и 2008-2010 гг.) в 50 км от г. Певек на побережье Восточно-Сибирского моря Чукотского полуострова.

Расположение станций мониторинга СО<sub>3</sub> в Российской Арктике приведено на рисунке. Там же показаны другие глобальные станции мониторинга СО<sub>3</sub> – Алерт (Канада), Барроу (США), Нью Алезунд (Норвегия), Паллас (Финляндия). Работы по мониторингу СО<sub>3</sub> в атмосферном воздухе проводились в рамках международной программы мониторинга и оценки Арктики (АМАП). В 2010 г. на гидрометобсерватории Тикси начата программа по мониторингу СО<sub>3</sub>.

В результате этих работ было показано, что концентрации ПХБ и ДДТ, являются повышенными в районе Северной Чукотки (Валькаркай) по сравнению с другими Российскими станциями (Амдерма и Дунай) и зарубежными глобальными станциями мониторинга СО<sub>3</sub>. В отличие от большинства глобальных станций мониторинга СО<sub>3</sub> в дальневосточной Российской Арктике наблюдается повышение уровней ПХБ в воздухе за последние 6-8 лет, что может быть связано, в том числе, с изменением климата и возрастанием вторичного испарения ПХБ с подстилающей поверхности.

В рамках Целевой Научно-технической Программы Росгидромета в 2008-2011 гг. совместными усилиями НПО «Тайфун», ГГИ и ГХИ была выполнена оценка изменения выноса загрязняющих веществ, включая СО<sub>3</sub>, в Северный Ледовитый Океан (СЛО) по речным системам в связи с изменением климата. Было показано, что рост речного стока за счет изменения климата может привести к увеличению ожидаемого выноса СО<sub>3</sub> в СЛО. В то же время рост испарения и разложения СО<sub>3</sub> за счет повышения прогнозируемой среднегодовой температуры могут привести к снижению их речного выноса. По величине эти два фактора



Глобальные станции мониторинга СО<sub>3</sub> в атмосфере Арктики

одного порядка, поэтому в целом можно ожидать, что вынос CO<sub>3</sub> в Арктику с речным стоком существенно не изменится, но может существенно возрасти их вынос за счет дальнего атмосферного переноса и вторичного испарения с подстилающей поверхности.

**Подробнее:**

- О ратификации Россией Стокгольмской конвенции (сайт Президента РФ) <http://kremlin.ru/news/11757>
  - Программа ООН по окружающей среде (ЮНЕП) <http://www.un.org/ru/ga/unep/>
  - Доклад ЮНЕП о связи изменения климата и CO<sub>3</sub> (на английском языке)  
<http://chm.pops.int/Implementation/GlobalMonitoringPlan/ClimateChangeandPOPsPredictingtheImpacts/tabid/1580/Default.aspx>
  - Секретариат Стокгольмской конвенции о CO<sub>3</sub>: <http://www.pops.int>
  - Неправительственная организация «Эко - Согласие» <http://www.ecoaccord.org/>
  - Международная сеть по ликвидации CO<sub>3</sub> (IPEN) <http://www.ipen.org>
- Иллюстрированный буклет о CO<sub>3</sub>, подготовленный Фондом дикой природы России и «Эко-Согласием»  
<http://www.wwf.ru/resources/publ/book/5>
- Научно-производственное объединение «Тайфун» Росгидромета <http://www.typhoon.obninsk.ru/> ■