**Слайд 1** Среди загрязняющих окружающую среду, наиболее негативно влияющих на экосистемы и человека веществ ртуть и ее соединения представляют наиболее опасные и токсичные вещества. Она обладает высокой токсичностью, подвижностью, способностью накапливаться в пищевых цепях водных и наземных экосистем и признана одним из наиболее опасных глобальных загрязнителей окружающей среды.

В связи с этим очевидна необходимость лабораторий, контролирующие состояние природной среды и клинических лаборатории в экспрессном и надежном анализе реальной нагрузки ртути на окружающую среду и человека.

**Слайд 2** Основными источниками ртутного загрязнения служат промышленные предприятия, в технологических циклах которых используется ртуть, сельское хозяйство, энергетические предприятия и транспорт, сжигающие горючие ископаемые, горно-добывающая и перерабатывающая промышленность, особенно ртуть- и золотодобывающие отрасли.Северные регионы подвержены влиянию дальнего переноса ртути с Евразийского континента. Эмиссия ртути в атмосферу от источников в Западной Европе достигает арктических широт и осаждается в экологических системах. Пути поступления ртути в арктические системы включают ее транспорт в тропосфере в виде газовой фазы и твердых аэрозолей. Однако, большая часть (около 98 %) ртути в атмосфере находится в форме Hg0. В газовой фазе ртуть окисляется до активной ионной формы (озоном и радикалами брома и фоторедукцией) и удаляется из атмосферы, что результируется в крупных сезонных потоках на снежный покров. Попадая в водные экосистемы из природных и техногенных источников, ртуть может переходить из водной фазы и суспензии и в донные отложения. Отмечается рост современных концентраций ртути в составе озерных донных отложений в 1.5–3.0 раза по сравнению с доиндустриальным периодом для арктических территорий Европы. Микроорганизмы способны переводить ртуть из неорганических соединений в органические, наиболее токсичные соединения: метил- этил- и фенил- производные ртути. Опасность данных соединений обусловлена способностью растворяться в липидных клетках живых организмов. Наиболее опасное концентрирование происходит в следующей цепи: воздух, атмосферные осадки, вода, донные отложения, бентос, планктон, рыбы. Из вышесказанного следует многообразие форм ртути в составе природных компонентов, различающихся по миграционным характеристикам, токсичности, однако в нашей стране нормируется валовое содержание ртути в различных средах.

**Слайд 3.** Предельно допустимые концентрации (ПДК) ртути и ее соединений в различных средах установлены в нормативных документах.

**Слайд 4**. Все результаты исследований, о которых пойдет речь ниже получены в аккредитованной экоаналитической лаборатории Института биологии Коми НЦ УрО РАН в г. Сыктывкаре.

**Слайд 5.** Экоаналитическая лаборатория выполняет широкий спектр работ, связанных с химическим анализом объектов окружающей среды в Республике Коми, среди которых атмосферные осадки, природные воды, очищенные сточные воды, почвы, растительные материалы и ткани животных.

**Слайд 6.** Определение содержания ртути в лаборатории первоначально проводили методом «холодного пара» с использованием атомно-абсорбционного спектрометра Hitachi-180/60/70 с модернизированной приставкой для определения гидридобразующих соединений ГРГ-5М.

**Слайд 7.** С 5. В 2002 году в лаборатории появился универсальный комплекс, предназначенный для определения ртути в различных объектах окружающей среды.

**Слайд 8.** В 2010 комплекс был дополнен существенно переработанной приставкой для работы с твердыми пробами ПИРО-915+ взамен имевшейся РП-91С и обладавшей рядом функциональных ограничений, связанных с ее конструкцией.

**Слайд 9.** Методическое обеспечение позволяет оценивать содержание ртути в воздухе, пробах природной, питьевой и сточных вод методом «холодного пара», а также методом пиролиза в пробах почв и грунтов, а также пищевых продуктов, продовольственного сырья, кормов, комбикормов и сырья для их производства.

**Слайд 10, 11, 12**. Широкий набор стандартных образцов и референтных материалов позволяют обеспечить правильность и точность измерения ртути в различных объектах.

**Слайд 13**. В начале работы после построения градуировочной функции мы проводим оценку технического состояния измерительного комплекса (в данном случае – пиролитической приставки ПИРО-915+) по значению углового коэффициента градуировочной кривой. Если полученное значение укладывается в указанный диапазон – измерительный комплекс функционирует исправно, в противном случае – допускается продолжение работ, но необходимо начать поиск и заняться устранением причин изменения состояния оборудования. В приведенных на слайдах случаях выбросов причина – перегорающий предохранитель (на данном и последующих слайдах приведены данные, полученные за 2014 г).

**Слайд 14**. В процессе работы мы осуществляем контроль точности измерений содержания ртути и стабильности градуировочной зависимости.

**Слайд 15, 16**. Определение содержания ртути в водных объектах.

Подобно определению содержания ртути в твердых объектах, ежедневно в начале работы после построения градуировочной функции мы проводим оценку технического состояния измерительного комплекса (в данном случае – приставки РП-91) по значению углового коэффициента градуировочной кривой. Если полученное значение укладывается в указанный диапазон – измерительный комплекс функционирует исправно, в противном случае – допускается продолжение работ, но необходимо начать поиск и заняться устранением причин изменения состояния оборудования.

**Слайд 17**. Для оценки качества используемых для определения массовой концентрации ртути в водах мы проводим оценку содержания определяемого элемента в «холостой» пробе. Если значение содержания ртути в «холостой» пробе превышает 10 нг/дм3 – проверяем содержание ртути в каждом из реактивов, используемых при подготовке данной пробы, и готовим заново реактив с завышенным значением содержания ртути.

**Слайд 18.** В процессе работы мы осуществляем контроль точности измерений содержания ртути и стабильности градуировочной зависимости.

**Слайд 19**. Экоаналитическая лаборатория имеет опыт работы с двумя методиками определения массовой концентрации ртути в природных, поверхностных и очищенных сточных водах. Необходимо отметить, что технически методику 2007 года отличает от предыдущей способ минерализации бромид-броматной смесью в присутствии HCl, что привело к снижению нижнего предела обнаружения ртути до 0,01 мкг/дм3 (норматив для водных объектов рыбохозяйственного значения) за счет снижения высокого реактивного фона от перманганата и персульфата калия (методика 2000 г).

**Слайд 20.**Ртуть в атмосферном воздухе

**Слайд 21, 22, 23**. Одним из приоритетных объектов мониторинга содержания ртути являются почвы Республики Коми. Накопление ртути как для антропогенно-нарушенных так и фоновых почв приходится на верхние горизонты. Это обусловлено более высоким содержанием в них гумусовых соединений. Основным геохимическим барьером, аккумулирующим ртуть являются гумусовые вещества, доля которых в составе органогенных горизонтов максимальна. Дальнейшее распределение ртути по профилю почв обусловлено сорбцией соединений ртути на поверхности почвенных коллоидов, т.е. по сути, определяется гранулометрическим составом.

Среди исследованных почв наименьшее количество ртути обнаружено в аллювиальных дерновых почвах. В полугидроморфных и гидроморфных почвах геохимически подчиненных ландшафтов на супесчаных почвообразующих породах содержание ртути варьирует в диапазоне от 120 до 180 мкг/кг; на суглинистых почвообразующих породах - от 170 до 210 мкг/кг. В целом в подтипе болотно-подзолистых почв различия в содержании ртути незначительны.

**Слайд 24**. По результатам определения содержания ртути в почвах таежной зоны по 13 из 19 районам Республики Коми составлены база данных с использованием ГИС-технологий и на ее основе карто-схема пространственного распределения ртути (ArcView GIS 3.2а), фрагмент которой представлен на слайде.

**Слайд 25.** Микроэлементный состав стратифицированных горизонтов торфяных почв представляет интерес для изучения геохимического фона атмосферного аэрозоля в различные временные периоды. Среди наиболее типичных халькофильных элементов присутствующих в верхних торфяных горизонтах наиболее токсичный из них Hg в большинстве своем имеет антропогенное происхождение. Более 70 % валового накопления ртути приходится на сезонно-оттаивающий слой (СТС). Необходимо отметить, что согласно данным литературы более 80 % ртути поступило в атмосферу за последние 200-300 лет, что должно соответствовать верхнему торфяному слою мощностью 3-4 см. Из вышесказанного следует, что образовавшиеся на месте осаждения соединения ртути мигрируют вниз по профилю.

**Слайд 26**. Повышенные значения массовой доли ртути в компонентах ландшафта связаны, как правило, с ее месторождениями или загрязнениями. Загрязнение ртутью происходит преимущественно при поступлении элемента на поверхность почв. Исследования посттехногенных почв и грунтов проведены в бассейне рек Кожим-Балбанью и в пос. Сана-Вож, расположеных в Интинском районе Республики Коми. Источник ртутного загрязнения в районе – амальгамное извлечение золота из горных пород. Установлено, что по суммарному показателю загрязнения (если он был бы рассчитан исключительно по содержанию ртути) почвы промышленной зоны принадлежали бы к категории «чрезвычайно опасные» (Zc > 128), поймы реки Балбанью − к категории «опасная» (Zc = 34), склона и жилой зоны − «допустимая-умеренно опасная» (Zc = 10-19).

**Слайд 27**. Повышенное содержание ртути в посттехногенных почвах представляет опасность в связи с возможностью перехода ее в растения.

**Слайд 28**. Результаты исследования содержания ртути в растениях фоновых и нарушенных участков показали, что для них характерно максимальное накопление ртути в корнях, меньше – в листьях и еще меньше – в стеблях. Корни растений выполняют «барьерную функцию» на пути проникновения избыточных количеств металла в стебли и листья. Максимальная аккумуляция ртути отмечена в злаках (Щучка Дернистая - Dechampsia cespitosa), зонтичные и кипрейные аккумулируют ртуть несколько меньше. Содержание ртути в органах растений нарушенной территории превышает фоновые значения в 3 - 370 раз. Абсолютное содержание ртути в растениях фоновых территорий не превышает 100 мкг/кг, что, по литературным и нашим данным (С 16), может считаться фоном.

**Слайд 29**. Такими же гипераккумуляторами ртути как и растения являются водные организмы, в частности рыбы. Результаты определения содержания ртути в органах нехищных рыб не выявило превышений над ПДК, в отличие от ведущих хищнический образ жизни (С 18).

**Слайд 30**. Что касается диапазонов абсолютного содержания ртути в различных типах вод, оно представлено на слайде.

**Слайд 31, 32.** Надежным индикатором аэротехногенного воздействия в северных регионах является загрязненность снежного покрова. Снег выступает эффективным накопителем поллютантов, которые аккумулируются и сохраняются в нем в неизменном состоянии в течение зимы, а концентрация загрязняющих веществ в снеге оказывается обычно на 2−3 порядка выше, чем в атмосферном воздухе.Как было показано на предыдущем слайде содержание ртути в снежном покрове фоновых территорий ниже предела обнаружения методики. По превышению значения 0,01 мкг/дм3 может проводится «отбраковка» проб на ТМ, связанная с антропогенным поступлением элемента от населенных пунктов, пром. предприятий. В 2014 в рамках мониторинга состояния снежного покрова Воркутинской промышленной агломерации установлено, что содержание в снеге ртути, в некоторых пунктах отбора превышает фоновый в 100 и более раз и достигало 1 мкг/дм3. Присутствие ртути в снеге Воркутинских промышленных территорий по нашему мнению связано со сжиганием угля на ТЭС и эмиссией в форме сорбированой на тонкой фракции (менее 2 мкм) углеродистых частиц и аккумуляцией в снежной толще. При этом доля взвещенных форм достигало 80 % от ее суммарного содержания.

**Слайд 33.** Природный углеводородный газ является существенным источником поступления ртути в окружающую среду. В настоящее время в Российской Федерации не разработаны критерии разделения месторождений по уровню содержания в них ртути, отсутствует система контроля в добываемом и импортируемом углеводородном сырье и продуктах его переработки.

В значительной мере это было обусловлено отсутствием надежных методов анализа. Экологическая опасность ртути, содержащейся в природном газе, для воздушного бассейна создается при его сжигании в качестве топлива, особенно в закрытых помещениях (бытовой газ). При этом могут быть достигнуты концентрации превышающие ПДК ртути в атмосферном воздухе. Принято считать опасной концентрации ртути, требующей специальных приемов удаления из газов, примерно 1 мкг/м3. По имеющимся данным содержание ртути в углеводородных газах изменяется в пределах от 0,01 до 4500 мкг/м3. Для 30 % месторождений отмечается содержание ртути ниже 0,2 мкг/м3. Коррозионная опасность паров ртути, содержащейся в газах, не раз отмечалась в литературе. Причиной коррозионного действия ртути на оборудования является способность образовывать амальгамы со многими металлами.

**Слайд 34, 35.** Первые данные по ртутоносности углеводородных месторождений были получены на основе трудоемких и дорогостоящих химических и нейтронно-активационных методов анализа углеводородного сырья. Эти методы требуют продолжительного пробоотбора и лабораторных условий анализа.

**Слайд 36, 37.** В последние годы появилась оригинальная методика прямого дифференциального атомно-абсорбционного анализа ртути в потоке газа

Низкий предел обнаружения, не уступающий международным и отечественным стандартам в сочетании с высокой селективностью позволяет выполнять экспрессный анализ валового содержания ртути в природном газе, а также нефти и газоконденсате, углях, пластовых водах, горючих сланцах. Сложность определения ртути в природном углеводородном газе в первую очередь связана с наличием сильного неселективного поглощения аналитической линии ртути некоторыми примесями, входящими в состав природного газа. Второй проблемой являются заметные потери ртути при отборе проб газа и транспортировке их в металлических контейнерах высокого давления.

**Слайд 38, 39.** Загрязнение ртути природной среды Арктики представляет серьезную экологическую угрозу последних десятилетий. Исследования почв, озерных отложений и тканей организмов показали, что современные концентрации ртути в Арктике в среднем втрое выше, чем в доиндустриальную эпоху. Гуминовые кислоты почв представляю основной ртуть депонирующий агент, определяющий экологическое состояние не только почв, но и всех экосистем. На основании модельного эксперимента по комплексообразованию ионов ртути (в широком диапазоне концентраций) с гуминовыми кислотами тундровых почв с применением РА-915+ установлена низкая способность ГК к связыванию в области «природных концентраций» элемента. Реализация этого эксперимента выявила существенный «запас» границ относительной погрешности измерений, поскольку представленные на слайде зависимости не могли бы быть реализованы в нормированных границах погрешности метода!