

2. Информация об экологическом состоянии природной среды на границах санитарно-защитной зоны и в зоне защитных мероприятий объекта по уничтожению ХО в г. Камбарка в 2006–2009 году. Ижевск: РЦ СГЭКиМ по УР. 2006–2009 гг.

3. РД 52.24.643-2002. Методические указания «Метод комплексной оценки степени загрязнённости поверхностных вод по гидрохимическим показателям». – утверждён и введён в действие Росгидрометом 03.12.2002 г.

УДК 504.064.36:543

Комплексный мониторинг состояния природной среды в зоне защитных мероприятий объектов по хранению и уничтожению химического оружия в г. Почеп Брянской области

© 2010. Н.В. Акименков¹, к.г.н., директор, С.А. Бачегов¹, нач. лаб., Г.В. Брылева¹, к.с.-х.н., В.П. Иванов², д.б.н., профессор, И.Ю. Адамович², к.с.-х. н., ассистент, И.Н. Глазун², к.с.-х.н., доцент, С.И. Марченко², к.с.-х.н., доцент,
¹Региональный центр контроля и мониторинга по Брянской области,
²Брянская государственная инженерно-технологическая академия,
 e-mail: rc@ipcitu.ru

В статье представлен опыт реализации системы экологического мониторинга зоны влияния комплекса объектов хранения и уничтожения химического оружия в г. Почеп Брянской области. Подробно изложены основные направления изучения фонового состояния экологической системы.

The article shares the experience of systematic complex ecological monitoring of the affected zone of the complex of plants of chemical weapons storage and decommission in Potchep town in Bryansk region. The main directions of the analysis of ecological system background condition are set forth in detail.

Ключевые слова: комплексный экологический мониторинг, объект хранения и уничтожения химического оружия, биоиндикация

Key words: complex ecological monitoring, chemical weapons storage and decommission plant, bioindication

Система экологического мониторинга зоны влияния комплекса объектов хранения и уничтожения химического оружия, включая санитарно-защитную зону и зону защитных мероприятий, основана на сочетании методов биотестирования, биомониторинга и химико-аналитических исследований. Основные требования к методам проведения экологического мониторинга природных сред – обоснованность, достоверность и экономическая целесообразность.

Главной задачей экологического мониторинга является получение объективной, по возможности количественной информации об изменении биологических, геологических, гидрогеологических, почвенных, геохимических,

геофизических параметров природной среды в локальном масштабе [1]. Система экологического мониторинга окружающей природной среды должна действовать в течение всего периода функционирования объекта уничтожения химического оружия. Предусматривается проведение мониторинга после прекращения эксплуатации объекта. В ходе исследований анализируются специфические (зарин, зоман, вещество типа Vx, о-изобутилметилфосфонат, метилфосфовая кислота, моноэтаноламин, общий фосфор) и неспецифические показатели (тяжёлые металлы, фториды, хлориды и т. д.).

Объектами исследования являются следующие природные среды [1, 2]:

- атмосферный воздух;
- почва;
- донные отложения;
- вода природная поверхностная;
- вода природная подземная грунтовая;
- снежный покров.

Отбор проб при проведении экологического мониторинга осуществляется в 142 реперных точках, которые расположены в санитарно-защитной зоне и зоне защитных мероприятий комплекса объектов хранения и уничтожения химического оружия [3].

Важнейшей составной частью экологического мониторинга окружающей природной среды является биомониторинг – система наблюдений за биологическими объектами (наличие видов, их состояние и т. д.) с целью разработки систем раннего оповещения, диагностики и прогнозирования, получения информации об изменении состояния окружающей среды в зоне влияния комплекса объектов хранения и уничтожения химического оружия.

Основным фактором, определяющим темпы и объёмы токсикологических исследований в мире, является большое количество химических веществ, ежегодно поступающих в обращение. Сложившееся в мире отставание темпа токсикологических исследований от потребностей в них повлекло за собой поиск ускоренных методов исследований. В региональном центре этим занимается лаборатория биомониторинга и биотестирования.

Наличие токсикантов в воде и водных вытяжках само по себе не означает токсичность. Токсичность вещества должна быть биологически доступна, то есть токсичность – характеристика биологическая. Загрязняющие вещества оказывают специфическое и неспецифическое воздействия на гидробионтов. Поэтому методы, используемые для выявления различных воздействий на состояние водных экосистем, разнообразны. Это и аналитические методы, и биохимические, и токсикологические, а также и показатели биологической активности почвы и водных систем (морфологические, генетические, цитогенетические и т. д.). Биотестирование позволяет оценить совокупное влияние токсикантов.

Лаборатория биомониторинга и биотестирования обеспечивает выполнение экотоксикологического анализа природных, питьевых и сточных вод, донных отложений, почв и отходов по восьми утверждённым методикам на тест-объектах: дафния magna, цериодафния, водоросли сценодесмус и хлорелла, инфузории, рыбы гуппи, биоло-

минисцентные бактерии. В работе используются современные приборы и оборудование: концентратомер «Биотестер-2», флюориметр «Флюорат-02-Панорама» с расширенным диапазоном, спектрофотометр UNICO 1201, культиваторы для дафний и водорослей Р-1, Биотокс-10. Для исследования атмосферного воздуха, на компонентный состав которого в целом будут оказывать влияние промышленные выбросы объекта уничтожения химического оружия, дополнительно в область аккредитации включена методика по определению токсичности атмосферного воздуха с помощью биотеста «Эколюм».

При установлении токсичности пробы методом биотестирования проводится детальный количественный химический анализ с целью идентификации загрязняющих веществ. Данный вид исследований проводит экоаналитическая лаборатория.

Анализ почвы на содержание тяжёлых металлов проводится рентгенофлуоресцентным методом по методике М049-П/04 «Методика выполнения измерений массовой доли металлов и оксидов металлов в порошковых пробах почв методом рентгенофлуоресцентного анализа». Для подтверждения полученных результатов используется также метод инверсионной вольтамперометрии (анализатор типа «ТА-4»).

Сравнивая имеющиеся результаты, можно предположить, что в почвах легкого механического состава содержание мышьяка ниже предела обнаружения прибором «Спектроскан МАКС», что составляет 6 мг/кг и является превышением для почв легкого механического состава. Незначительное содержание мышьяка в верхних горизонтах песчаных-супесчаных почв объясняется их хорошей дренирующей способностью, следовательно, в верхних горизонтах мышьяк находится в водонерастворимых формах, что подтверждают данные биологических исследований – водные вытяжки из этих почв не оказывают токсического действия.

Почвы тяжёлого механического состава вследствие низкой пропускной способности больше удерживают в себе различных элементов, а также почвы, содержащие большое количество растительного опада (болотные, торфяные), консервируют в себе имеющиеся в растениях химические вещества и наиболее часто оказывают токсическое действие на тест-объекты.

Наибольшее содержание мышьяка определено методом инверсионной вольтамперометрии в торфяно-болотных почвах. Продол-

жение исследований почвы двумя методами, а также использование метода внесения добавок в исследуемые почвы позволит определить оптимальный диапазон применения экспресс-метода с использованием «Спектрскана МАКС» и анализатора типа «ТА-4».

Для изучения гидрологии района расположения 1204 Объекта исследования проводятся в наиболее важных водотоках в зоне защитных мероприятий комплекса объектов хранения и уничтожения химического оружия – р. Судость и в её основных притоках – р. Коста, руч. Рожок, р. Рамасуха. Результаты исследований важны в первую очередь потому, что на исследуемой территории активно проводятся мелиоративные мероприятия, которые уже привели к значительному падению уровня грунтовых вод.

К показателям, сохранившим стабильность в течение периода наблюдений, относятся растворённый кислород, рН и жёсткость, удельная электропроводность, содержание фосфат-ионов. В очень значительных пределах происходят колебания количества ионов аммония и общего железа. По этим показателям, а также по содержанию в воде фторидов какой-либо динамики установить не удалось. Отмечено значительное повышение содержания в воде сульфатов и хлоридов в 2008 г. и 2009 г. по сравнению с 2006 г. Превышения фиксируются по фосфат-иону, ХПК, БПК. Наибольшие превышения по фосфат-иону (в десятки раз) зафиксированы в ручье Безымянном. Основу водосбора ручья составляют стоки очистных сооружений. На значительном протяжении ручей не имеет четко выраженного русла, проходя по заболоченной территории, теряет излишки биогенных элементов за счёт активного участия высшей водной растительности и невысокой скорости течения. Соответственно в месте впадения в р. Судость не фиксируются столь значительные превышения установленных нормативов, как это наблюдается в его истоке. В целом экологическая обстановка стабильная и не представляет серьёзной угрозы существующим биологическим комплексам.

Стоит отметить, что для прогнозирования изменений в наиболее важных водотоках исследуемой территории необходимо более серьёзное внимание уделять анализу содержания биогенных элементов, а также проводить параллельно химическим анализам серьёзный мониторинг состояния сообществ гидробионтов.

За время функционирования системы мониторинга 1204 Объекта отобрано более 440

проб почвы, выполнено более 9,5 тысячи исследований [3]. Превышения установленных нормативов отмечены в единичных случаях, в основном по тяжёлым металлам: мышьяк, марганец, свинец.

Мониторинг атмосферного воздуха проводится по основным загрязняющим веществам: вещество типа Vх, зарин, зоман, о-изобутилметилфосфонат, общий фосфор, моноэтаноламин, серы диоксид, азота диоксид, азота оксид. Всего за период наблюдений (2006 – 2009 гг.) выполнено более 2,7 тысячи исследований проб атмосферного воздуха. В отобранных пробах фосфорорганические вещества обнаружены не были.

Исследования химического состава снежного покрова проводились с целью установления средних показателей контролируемых веществ, характеризующих общее состояние окружающей среды на территории проведения мониторинга в зимний период. За время сохранения устойчивого снежного покрова загрязняющие вещества, находящиеся в нём, консервируются. Помимо загрязнения твёрдых атмосферных осадков во время их образования и выпадения на местность, происходит вторичное загрязнение уже выпавшего снежного покрова. Среди специфических загрязняющих веществ особо важное место занимают маркеры ФОВ – фосфат-ион, фосфор общий, сульфат-ион.

В пробах снежного покрова зафиксированы следующие значения контролируемых веществ:

- фосфор общий – в январе и феврале в основной массе менее 0,02 мг/дм³, т. е. менее нижней границы определения МВИ, и единично до 0,04 мг/дм³. Во второй половине марта определение данного компонента проводилось на уровне чувствительности МВИ и лишь единично не определялось вовсе;
- фосфат-ион – в марте среднее значение составляет 0,07 мг/дм³ в диапазоне 0,05–1,2 мг/дм³;
- сульфат-ион среднее содержание в марте составляет 2,3 мг/дм³ в диапазоне 0,85–3,5 мг/дм³.

Пространственное распределение загрязняющих веществ, содержащихся в снежном покрове, помогает раскрыть зоны влияния конкретных промышленных предприятий, автомобильных и железных дорог, населённых пунктов и других объектов на состояние окружающей среды [2]. Таким образом, определение значений природного фона данных

элементов позволяет подтвердить отсутствие влияния комплекса объектов по хранению и уничтожению химического оружия на момент мониторинговых исследований.

Для получения исследований, характеризующих фоновое состояние экологической системы – до начала строительства объекта уничтожения химического оружия, комплексные работы проводятся совместно с учеными Брянской государственной инженерно-технологической академии по следующим направлениям:

- детальное изучение растительного покрова и животного населения территории с учётом естественных флуктуаций и изменений антропогенного характера, создание банка данных об этих компонентах биоценоза;
- биоиндикация территории зоны воздействия объекта уничтожения химического оружия на флористическом и фитоценологических уровнях с использованием методов экологических шкал, лишено-, брио- и альгоиндикации;
- создание банка данных по почве как биокосном компоненте биогеоценоза;
- картографическое обеспечение исследований и анализ ландшафтов;
- изучение влияния объекта уничтожения химического оружия на особенности онтогенеза индикаторных видов;
- изучение биоразнообразия, наличия редких и охраняемых видов млекопитающих, орнитофауны.

Исследования биоты на индивидуальном и популяционном уровнях является важнейшим этапом современных мониторинговых исследований. Для биоиндикации может использоваться информация как об отдельных организмах и даже их органах (листья, стробилы, шишки и проч.), так и об отдельных компонентах биогеоценозов (данные стационарных пробных площадей, почвенно-гидрологические, дендрохронологические, фитопатологические и другие исследования). Расширение спектра биоиндикаторных видов, применение новых, прогрессивных методов учёта, продолжение долгосрочных наблюдений на стационарных объектах является залогом получения достоверной научной информации о состоянии окружающей природной среды и отдельных компонентов биоты.

В 2009 г. начаты исследования, направленные на выявление действия экотоксикантов на грызунов как на представителей индикаторных видов, имеющих наибольшее распростране-

ние [4–6]. В местах их предполагаемого проживания заложены стационарные учётные площадки – учётные пункты для многолетних наблюдений [7–10]. Обследование проводилось в июле, августе и сентябре.

Рекомендованная к использованию методика для конкретных условий района расположения объекта уничтожения химического оружия в настоящее время не принесла в полной мере ожидаемых результатов. Из-за низкой плотности поселения грызунов оказалось довольно сложно отловить их достаточное количество, необходимое для получения нужного объёма биоматериала, что не позволяет в полной мере получить статистически достоверные результаты.

Новым методом биоиндикации, впервые применявшимся в 2009 г. на территории санитарно-защитной зоны и зоны защитных мероприятий ОУХО, являлось исследование состояния генеративной сферы высших древесных растений.

В начале апреля 2009 г. был произведён сбор шишек сосны обыкновенной и ели европейской. Шишки взвешены, у них измерены длины и диаметр. По 30 шишек от каждой популяции упакованы и заложены на высушивание. В настоящее время продолжается анализ биометрических показателей шишек, учёт семян с подразделением их на полнозернистые, недоразвитые, пустые с использованием апробированных и новых методик.

Для сбора мужских стробил на территории санитарно-защитной зоны и зоны защитных мероприятий ОУХО подобрано 16 учётных площадок с опушечными деревьями сосны с низкоопущенными кронами (47 модельных деревьев). В мае 2009 г. с модельных деревьев сосны непосредственно перед вылетом пыльцы проведён сбор мужских стробил в пакетики из кальки в средней части кроны с южной стороны. В течение июня–июля выполнялось проращивание пыльцы методом «висячей» капли на искусственной питательной среде.

Исследования показали, что в популяциях сосны обыкновенной на территории санитарно-защитной зоны и зоны защитных мероприятий ОУХО наблюдается тенденция увеличения общего количества проросших пыльцевых зёрен, количества проросших пыльцевых зёрен с одной неразветвлённой трубкой (норма) и уменьшение количества проросших пыльцевых зёрен с различными аномалиями развития пыльцевых трубок (с одной разветвлённой и двумя пыльцевыми трубками). Эти показа-

тели коррелируют с увеличением расстояния от источников промышленных выбросов – г. Почепа.

Полученные результаты свидетельствуют об относительной стабильности мужской репродукции сосны в районе исследований. Пыльцу сосны обыкновенной как массовый и весьма чувствительный тест-объект, способный реагировать на повышенные концентрации аэрополлютантов снижением жизнеспособности и фертильности с увеличением выхода аномалий, следует использовать для биологического мониторинга в санитарно-защитной зоне и зоне защитных мероприятий ОУХО и в дальнейшем.

Исследования показателей стабильности развития берёзы повислой в санитарно-защитной зоне и зоне защитных мероприятий ОУХО в 2009 г. проводили в 10 пунктах. Использовалась общепринятая методика [11] с изменениями и дополнениями [12].

Оказалось, что половина пунктов наблюдений (50%) характеризуется удовлетворительным, 40% – предкризисным и 10% – кризисным состоянием природных экосистем. Так, удовлетворительное состояние зафиксировано:

- вблизи юго-западного угла кв. 57 ФГУ «Военное лесничество», рядом с поляной у водоёма. Близко располагается автодорога Почеп – Рамасуха;
- у бывшей железнодорожной ветки со стороны города Почеп, при въезде на территорию арсенала химического оружия. Близкое расположение города Почеп, грунтовых автодорог местного значения и арсенала химического оружия;
- при въезде в н.п. Милечь со стороны н.п. Красный Рог. Близкое расположение населённого пункта и асфальтированной автодороги местного значения;
- вблизи СПИ14 Брянской государственной инженерно-технологической академии. Близкое расположение асфальтированной автодороги Рамасуха – Трубчевск;
- между н.п. Милечь и н.п. Тщань. Близкое расположение улучшенной автодороги местного значения;
- при въезде в н.п. Семячки со стороны п. Рамасуха. Близкое расположение населённого пункта, асфальтированной и грунтовых автодорог местного значения.

Предкризисное состояние природных экосистем зафиксировано:

- у коттеджа наблюдателей в н.п. Семцы, на границе с землями, вышедшими из-под

сельхозпользования, – результат химических обработок сельхозполей и близость населённого пункта;

– у птицефабрики Речицкая, на границе с лесным массивом, – результат близости предприятия, асфальтированной автодороги и полей рассеивания очистных сооружений птицефабрики;

– вблизи СПП20 Брянской государственной инженерно-технологической академии – неблагоприятный гидрологический режим территории и близость н.п. Рамасуха.

У хутора севернее н.п. Рогово, на границе с землями, вышедшими из-под сельхозпользования, показатель стабильности развития берёзы повислой характеризует кризисное состояние природных экосистем – результат химических обработок сельхозугодий, близости населённого пункта и неблагоприятного гидрологического режима территории.

Можно сделать вывод, что ещё до начала эксплуатации объекта УХО прилегающие территории и биота в целом подвержены разнообразным стрессовым воздействиям локального характера, поэтому необходим регулярный мониторинг состояния окружающей природной среды. В настоящий момент комплексный мониторинг состояния природных сред в зоне защитных мероприятий комплекса объектов по хранению и уничтожению химического оружия в городе Почеп Брянской области позволяет сделать выводы, что существенного влияния на окружающую природную среду рассматриваемые объекты не оказывают.

Стабильное финансирование долгосрочных исследовательских программ позволит своевременно обновлять материально-техническую базу, успешно планировать и выполнять научные эксперименты, что обеспечит своевременное получение социально значимых результатов при выполнении государственных экологических программ.

Литература

1. Техническое задание на оказание услуг для государственных нужд по теме: «Обеспечение проведения государственного экологического контроля и мониторинга окружающей среды при уничтожении химического оружия на 1204 объекте УХО в г. Почеп Брянской области». Саратов. 2009. 24 с.

2. Программа (порядок) государственного экологического контроля источников загрязнения объекта по хранению и уничтожению химического оружия г. Почеп Брянской области (1204 объект) и проведения экологи-

ческого мониторинга окружающей среды в санитарно-защитной зоне и зоне защитных мероприятий в 2009 г. Брянск. 2008. 86 с.

3. Отчёт по обеспечению проведения государственного экологического контроля за функционированием Объекта УХО в г. Почеп Брянской области и мониторинга окружающей среды в санитарно-защитной зоне и зоне защитных мероприятий в первом полугодии 2009 г. Брянск. 2009. 189 с.

4. Мясников Ю.А. Звери Тульской области. Тула: Приок. кн. изд-во, 1977. 144 с.

5. Пахомов А.Е. Формирование почвенной мезофауны под воздействием роющих млекопитающих в байрачных дубравах Присамарья // Vestnik zoologii. № 37(1). 2003. С. 41–48.

6. Ресурсы фауны промысловых зверей в СССР и их учёта / Под ред. Ю.А. Исакова, А.А. Насимович. М.: Изд-во АН СССР. 1963. 209 с.

7. Карасева Е.В., Телицына А.Ю., Жигальский О.А. Методы изучения грызунов в полевых условиях М.: Изд-во ЛКИ. 2008. 416 с.

8. Краткие методические рекомендации по основным правилам и приёмам отлова мелких грызунов

и отбору биологического материала в ЗЗМ объектов хранения и уничтожения химического оружия [электронный документ] / М.А. Григорович, Б.И. Кудрин, О.М. Плотникова // Региональный центр по обеспечению государственного экологического контроля и мониторинга объектов по хранению и уничтожению химического оружия по Курганской области. Курган. 2009. 10 с.

9. Методы учёта численности и географического распределения наземных позвоночных / Под ред. А.Н. Формозова. М.: Изд-во АН СССР. 1952. 341 с.

10. Организация и методы учёта птиц и вредных грызунов / Под ред. А.Н. Формозова и Ю.А. Исакова. М.: изд-во АН СССР. 1963. 253 с.

11. Здоровье среды: методика оценки. М.: Центр экологической политики России, 2000. 68 с.

12. Иванов В.П., Марченко С.И., Глазун И.Н., Нартов Д.И., Акименков Н.В. Использование интегрированного показателя стабильности развития берёзы повислой в мониторинговых исследованиях // Мониторинг природных экосистем в зонах защитных мероприятий объектов по уничтожению химического оружия: Матер. науч.-практ. конф. Пенза. 2007. С. 47–53.

УДК 577.4

Оценка устойчивости почв и прогноз их состояния в районе уничтожения химического оружия

© 2010. А.С. Олькова¹, к.т.н., ст. преподаватель, Е.В. Дабах², к.б.н., с.н.с.

¹ Вятский государственный гуманитарный университет,

²Лаборатория биомониторинга Института биологии Коми НЦ УрО РАН и ВятГГУ, e-mail: morgan-abend@mail.ru

Проведена оценка устойчивости почвенных разностей вблизи комплекса объектов хранения и уничтожения химического оружия к техногенному воздействию. Был использован метод ранжирования признаков, имеющих существенное значение для устойчивости почв. Получена схематическая карта устойчивости почв санитарно-защитной зоны объекта «Марадиковский», по материалам которой сделана попытка прогноза возможного загрязнения почв и подземных вод.

Sustainability of soil differences near chemical weapons storage and decommission plants to technogenic impact was evaluated. The method of ranging the features that are of importance for soil sustainability was used. Scheme mapping of soil sustainability in the sanitary zone of «Maradikovsky» plant was worked out. The materials got were used to forecast any possible contamination of soil and drain water.

Ключевые слова: устойчивость почв, прогноз загрязнения почв и сопредельных сред
Key words: soil sustainability, forecast of contamination of soil and the adjoining environments

При реализации системы мониторинга объектов хранения и уничтожения химического оружия прогноз состояния компонентов природно-техногенной среды остаётся наиболее сложной научной проблемой.

В настоящее время прогноз изменений свойств окружающей среды в процессе ликвидации боевых отравляющих веществ и других химически опасных соединений строится в основном на моделировании рассеивания