

УДК 502.175:574.3:623.4 (470.44)

ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ СИСТЕМЫ БИОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА ОБЪЕКТЕ ПО УНИЧТОЖЕНИЮ ХИМИЧЕСКОГО ОРУЖИЯ В САРАТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2007 Г.В. Шляхтин, Е.В. Завьялов, Т.В. Перевозникова

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, г. Саратов

Разработан проект и осуществлено внедрение в эксплуатацию системы мониторинга растительного и животного мира зоны защитных мероприятий объекта по уничтожению химического оружия (пос. Горный Саратовской области). Приводятся результаты оценки состояния природных комплексов вокруг объекта с использованием биологических показателей.

Первый в Российской Федерации объект по уничтожению химического оружия (ОУХО), расположенный в пос. Горный Саратовской области, функционирует около 5 лет. Он был построен в соответствии с Конвенцией, ратифицированной Россией [1]. К декабрю 2005 г. были уничтожены все запасы иприта и люизита, хранящиеся на территории терминала, что составило 2.9% от общего объема запасов российского ХО. В настоящее время работа ОУХО в пос. Горный продлена до 2012 г. с целью уничтожения реакционных масс, получаемых в результате детоксикации люизита на ОУХО в г. Камбарке (Постановление Правительства РФ от 24.10.2005 г. № 639 «О внесении изменений в Федеральную целевую программу "Уничтожение запасов химического оружия в РФ"»).

Строительство и функционирование потенциально опасных объектов, таких как ОУХО в Саратовской области, связаны с различными типами антропогенных перестроек экосистем [2]. Учитывая социальную значимость возникающих экологических проблем, а также пристальный контроль со стороны государственных и общественных российских и международных организаций, ключевым направлением процесса УХО является обеспечение экологической безопасности [3-5]. Опыт создания систем безопасного химического разоружения, накопленный в Саратовском регионе, особенно важен при уничтожении ХО в Удмуртии (города Камбарка и Кизнер), Кировской (пос. Марадыковский), Брянской (г. Почеп), Курганской (г. Щучье) и Пензенской (пос. Леонидовка) областях.

Основополагающим фактором безопасного уничтожения ХО является экологический мониторинг [6-9]. Многоуровневая система экологи-

ческого мониторинга на территории Саратовской области также включает концепцию биологического мониторинга (БМ) за состоянием популяций животных и растений в зоне техногенного влияния объекта. Именно с помощью БМ могут быть получены косвенные данные о присутствии в различных компонентах экосистем стабильных и трудно идентифицируемых соединений [10-14]. Важно подчеркнуть, что за период функционирования системы экологического мониторинга на ОУХО в Саратовской области в объектах окружающей природной среды специфические загрязняющие вещества, выявляемые с помощью экоаналитических методов, не обнаружены.

В настоящей работе представлены некоторые аспекты эксплуатации системы БМ в Саратовской области. Цель БМ на территориях, сопредельных с ОУХО, заключается в получении информации, необходимой для оценки динамического состояния живых компонентов экосистем в условиях антропогенного вмешательства. В качестве основного разработчика проекта БМ для ОУХО в пос. Горный выступал Саратовский государственный университет. Система БМ, апробированная в условиях ОУХО в пос. Горный, включает несколько направлений биомониторинговых исследований:

- анализ основных форм лимитирующих и элиминирующих факторов в условиях функционирования ОУХО;
- обоснование и выбор биоиндикаторных и биомаркерных показателей состояния экосистем, а также репрезентативных методов мониторинга биоты;
- оценка современного фонового состояния растительного и животного мира в зоне защитных мероприятий (ЗЗМ ОУХО), а также ин-

- вентаризация флоры и фауны;
- разработка и обоснование критериев качества окружающей среды по биологическим показателям;
- слежение за биологическими показателями безопасности ОУХО на различных уровнях организации живых компонентов - цитогенетическом, организменном, популяционном, экосистемном;
- мониторинговые наблюдения за состоянием растительного и животного мира на десяти стационарных модельных площадках, размещенных вокруг ОУХО, и на сопредельных территориях (поселки Горный, Октябрьский, Михайловский - 4 и Б. Сакма, а также в местах водопользования населения - реки Б. Иргиз и Сакма);
- анализ результатов комплексных биомониторинговых работ, проведенных с помощью нескольких методик на модельных площадках и сопредельных территориях;
- прогнозирование динамики биологических показателей в период функционирования ОУХО и в последующий после УХО период;
- мониторинг популяций редких, исчезающих и уязвимых видов района расположения ОУХО, определение их природоохранного статуса, путей охраны и восстановления на территориях, сопредельных с ОУХО;
- разработка стратегии сохранения и восстановления биоразнообразия на разных уровнях организации живых систем в зоне техногенного влияния ОУХО.

Некоторые итоги биомониторинговых работ были представлены в ряде специальных публикаций [15-21]. Однако анализ результатов, полученных с помощью нескольких методических подходов, позволяет сформировать цельное представление о динамике биологических показателей на территориях вокруг ОУХО в период с 2002 по 2005 г.

При изучении видового богатства ЗЗМ отмечено, что флора и фауна изучаемой территории относительно бедны. Полевые и экспедиционные исследования 2002-2005 гг. показали, что флора насчитывает 454 вида сосудистых растений, из которых 25 являются редкими. Фауна позвоночных включает около 206 видов позвоночных животных, из них более 50 являются редкими. Герпетофауна бедна и включает 7 видов, среди которых степная гадюка отнесена к редким и ох-

раняемым видам. Наиболее разнообразна фауна птиц: выявлено 137 видов, в том числе - 39 редких и исчезающих. Фауна млекопитающих включает 40 видов (8 редких и подлежащих охране). В ихтиофауне 22 вида, из которых 3 являются редкими. В 2002-2005 гг. были также изучены некоторые группы беспозвоночных ЗЗМ. Чешуекрылые района расположения ОУХО представлены 339 видами из 46 семейств, из них 106 - редкие и охраняемые бабочки. Бентосные беспозвоночные р. Сакмы составляют 72 вида из различных систематических групп. В фауне ручейников, которые являются индикаторами экологического благополучия водоемов, обнаружено 24 вида.

Оценка состояния нескольких модельных видов растений и животных проводилась путем анализа широкого спектра параметров, в том числе использовались морфогенетические (оценка уровня стабильности развития), цитогенетические (учет частоты хромосомных aberrаций и микроядер) и иммунологические (общая оценка иммунного статуса) характеристики гомеостаза [22-24].

Оценка гомеостаза популяций модельных видов, входящих в состав как наземных, так и водных экосистем, позволила сделать следующее заключение. Несмотря на некоторые различия в результатах, полученных на основе разных методических подходов, общая картина состояния биоценозов и их компонентов сходна. Ситуация на обширных пространствах агроценозов и участках степей различной стадии дигрессии вокруг объекта и пос. Горный в целом соответствует условной норме. Относительно тяжелая ситуация по пятому критическому баллу пятибалльной шкалы отклонений от нормы обнаружена в зоне наиболее сильного антропогенного воздействия в центральной части поселка. В непосредственной близости от границ промышленной площадки терминала степень отклонений от нормы снижается (об этом свидетельствуют морфогенетический и два цитогенетических теста) или остается на сопоставимом уровне (как в случае иммунологического теста).

Оценка состояния рыб и земноводных показала, что для участка русла р. Сакмы в пределах центральной части пос. Горный отклонения состояния организма по большинству параметров значительны и наблюдаются даже в Сакминском водохранилище. В непосредственной близости от ОУХО ситуация несколько нормализуется (2-3-й баллы), однако она несколько хуже показателей, отмеченных для контрольной точ-

ки (р. Б. Иргиз в окрестностях с. Н. Сакма). Главной причиной негативного состояния р. Сакмы в пределах населенного пункта являются бытовые стоки и низкая проточность водоема, что значительно ухудшает его способность к самоочищению. Анализ характеристик гомеостаза модельных видов не выявил прямого или опосредованного воздействия ОУХО на водные и наземные ценозы.

Таким образом, ситуация на большей части ЗЗМ ОУХО соответствует условной норме. Тревожная ситуация, которая наблюдается в р. Сакме в районе автомобильной развилки на с. Рукополь в 2,5 км от объекта, видимо, в значительной степени нормализуется за счет самоочищения реки на этом участке. В центральной части пос. Горный ситуация может быть оценена как критическая. Состояние наземных биоценозов в непосредственной близости от границ промышленной площадки характеризуется как напряженное. Причина этого состоит в том, что все обследованные здесь участки представляют собой зону интенсивного сельского хозяйства.

Негативное воздействие на биоту со стороны человека, которое в ЗЗМ ОУХО несомненно увеличилось в ходе строительства и начала его функционирования, проявляется в нескольких аспектах. Прежде всего целесообразно выделить фактор беспокойства, который неизбежно возрос вследствие привлечения к работам по УХО значительного количества людских ресурсов и современной техники. Результатом подобного вмешательства является некоторое сокращение разнообразия природных комплексов, главным образом в непосредственной близости от границ объекта. Этому же в значительной мере способствует распашка части эталонных целинных участков, примыкающих к границе промышленной зоны. На место выпадающих элементов флоры и фауны проникают новые виды, как правило, относящиеся к группе синантропных и широко распространенных. Данная тенденция наблюдается в условиях обильного зарастания сорняками возведенных очистных сооружений объекта на его северо-восточной границе, что, несомненно, является негативным явлением. Созревающие здесь в массе семена рудеральной растительности широко распространяются по сопредельным участкам и могут способствовать вытеснению видов аборигенной флоры.

Прокладка новых подъездных артерий сказалась на увеличении раздробленности и контурности сельскохозяйственных полей. В совокуп-

ности с влиянием автомобильного транспорта, интенсивно передвигающегося по вновь создаваемым магистралям, этот фактор сказывается на усилении эрозионных процессов и плоскостного смыва, снижении продуктивности фитоценозов и, в конечном счете, защитных свойств угодий. Таким образом, в отсутствие озеленительных мероприятий, направленных на минимизацию воздействия дробления ландшафтов на отдельные участки, неизбежно будет наблюдаться некоторое снижение биологического разнообразия агроценозов и пограничных территорий.

Однако переход объекта в режим штатного функционирования постепенно приводит к ситуации, когда степень антропогенного воздействия на экосистемы ЗЗМ несколько снижается. Исследования 2004 г. показали, что большинство подъездных путей к объекту, интенсивно используемых при его строительстве, законсервировано или демонтировано. Таким образом, фактор беспокойства на прилегающей к объекту территории значительно снижен. Кроме того, в зоне отчуждения вокруг терминала преобладают молодые залежи, которые сформировались после распашки ранее доминирующих здесь целинных участков. На таких участках в июне 2004 г. зарегистрировано размножение стрепета - вида, занесенного в Красную книгу РФ и региональную Красную книгу, который в непосредственной близости от терминала никогда в предыдущие сезоны не наблюдался. Также на сопредельных с ОУХО территориях был встречен журавль-красавка - охраняемый на государственном уровне вид. На искусственных водоемах, созданных на северной окраине объекта, отмечены две пары огарей и ходулочники - птицы из Красной книги Саратовской области. Представленные примеры свидетельствуют, что антропогенное влияние на природные ценозы является множественным и может иметь как отрицательные, так и положительные стороны.

В связи с тем, что эксплуатация ОУХО в Саратовской области продлена до 2012 г., необходима оптимизация системы БМ растительного и животного мира ЗЗМ ОУХО в пос. Горный. На этапе 2007-2008 гг. планируется продолжить биомониторинговые исследования с целью изучения многолетней динамики биологических показателей. Осуществление мероприятий в рамках системы БМ вокруг ОУХО является обязательным звеном обеспечения экологической безопасности процесса уничтожения ХО.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конвенция о запрещении разработки, производства, накопления и применения химического оружия и о его уничтожении. М.: ОЗХО, 1996.
2. Шкодич П.Е., Желтобрюхов В.Ф., Клаучек В.В. Эколого-гигиенические проблемы уничтожения химического оружия. Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2004.
3. Куценко В.В., Горлов В.Г., Протопопов Е.В. Обоснование общей концепции обеспечения экологической безопасности работ по уничтожению химического оружия // Рос. хим. журн. 1994. Т. 38, № 2.
4. Холстов В.И., Тарасевич Ю.В., Григорьев С.Г. Пути решения проблемы безопасности объектов по уничтожению химического оружия // Рос. хим. журн. 1995. Т. 39, № 4.
5. Синманский А.В. Обеспечение безопасности хранения и уничтожения ХО // Состояние окружающей среды в районе хранения химического оружия и месте размещения будущего объекта по его уничтожению. Пенза, 1999.
6. Кургузкин М.Г. Экологический мониторинг и контроль на объектах повышенной опасности // Экологический мониторинг. М.: Ижевск, 2002.
7. Зубцовский Н.Е. К вопросу об организации системы локального экологического мониторинга на территории Удмуртской республики // Экологический мониторинг. М.: Ижевск, 2002.
8. Израэль Ю.А., Филиппова Л.М., Семецкий Ф.Н. О некоторых теоретических аспектах экологического мониторинга состояния природной среды // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Л.: Гидрометеиздат, 1979. Т. 2.
9. Решетников С.М. Некоторые вопросы экологического мониторинга в связи с проблемами уничтожения вооружений // Экологический мониторинг. М.: Ижевск, 2002.
10. Голденков В.А., Дикий В.В., Лизунова Г.В. Феномен множественной химической чувствительности как следствие воздействия сверхмалых доз веществ // Рос. хим. журн. 2002. Т. 46, № 6.
11. Стрельцов А.Б. Региональная система биологического мониторинга. Калуга: Изд-во Калужск. ЦНТИ, 2003.
12. Криволицкий Д.А., Тихомиров Ф.А., Федоров Е.А. Биоиндикация и экологическое нормирование // Влияние промышленных предприятий на окружающую среду. М.: Наука, 1987.
13. Захаров В.Ю. Концепция биомониторинга как составной части комплексного экологического мониторинга // Экологический мониторинг. М.: Ижевск, 2002.
14. География и мониторинг биоразнообразия. М.: Изд-во науч. и уч.-метод. центра, 2002.
15. Шляхтин Г.В., Завьялов Е.В., Перевозникова Т.В. Теоретические подходы и практические рекомендации по созданию и внедрению системы биологического мониторинга на объектах по уничтожению химического оружия // Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения. Саратов: Изд-во СГУ, 2004. Вып. 7.
16. Шляхтин Г.В., Завьялов Е.В., Перевозникова Т.В. Экологические и исторические аспекты уничтожения химического оружия в Саратовской области // Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения. Саратов: Изд-во СГУ, 2005. Вып. 8.
17. Шляхтин Г.В., Завьялов Е.В., Перевозникова Т.В. Экологические проблемы уничтожения химического оружия в Саратовской области // Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения. Саратов: Изд-во СГУ, 2005. Вып. 8.
18. Толстых А.В., Шляхтин Г.В., Завьялов Е.В., и др. Разработка, внедрение и эксплуатация системы биологического мониторинга на объекте по уничтожению химического оружия в Саратовской области // Поволжский экол. журн. Спец. вып. 2005.
19. Шляхтин Г.В., Толстых А.В., Завьялов Е.В., и др. Оценка морфогенетического гомеостаза живых компонентов экосистем в системе биологического мониторинга (на примере объекта по уничтожению химического оружия в пос. Горный Саратовской области) // Поволжский экол. журн. Спец. вып. 2005.
20. Шляхтин Г.В., Завьялов Е.В., Перевозникова Т.В. Интегральная оценка состояния живых компонентов экосистем в биологическом мониторинге объектов по уничтожению химического оружия (на примере пос. Горный Саратовской области) // Вопросы биологии, экологии, химии и методики обучения. Саратов: Изд-во СГУ, 2006. Вып. 9.
21. Перевозникова Т.В., Шляхтин Г.В., Завьялов Е.В., и др. Теоретические и практические подходы к выделению модельных площадей как основополагающий этап в организации биомониторинговых наблюдений на объектах по уничтожению химического оружия // Вопросы биологии, экологии, химии и

- методики обучения. Саратов: Изд-во СГУ, 2006. Вып. 9.
22. *Захаров В.М., Кларк Д.М.* Биотест: Интегральная оценка здоровья экосистем и отдельных видов. М.: Центр экологич. политики России, 1993.
- 23 *Захаров В.М., Крысанов Е.Ю., Кларк Д.М.* *и др.* Последствия чернобыльской катастрофы: Здоровье среды. М.: Центр экологич. политики России, 1996.
24. *Захаров В.М., Баранов А.С., Борисов В.И., Валецкий А.В. и др.* Здоровье среды: методика оценки. М.: Центр экологич. политики России, 2000.

EXPLOITATION EXPERIENCE OF A BIOMONITORING SYSTEM AT THE CHEMICAL WEAPON DEACTIVATION PLANT IN SARATOV REGION

© 2007 G.V. Shlyakhtin, E.V. Zavialov, T.V. Perevoznikova
Saratov State University, Saratov

A flora and fauna monitoring system for the protected area around the chemical weapon deactivation plant (town Gornyi, Saratov region) has been designed and introduced into practice. The ecological status of natural complexes around the object was evaluated in terms of biomonitors.