

под руководством доцента Ржички был создан фильм под названием «Формирование стружки в объективе временной лупы», который в дальнейшем получил высокую оценку на конкурсе образовательных пособий тогда еще в ЧССР.

Заключение

Авторы статьи ставили перед собой задачу объяснить и, прежде всего, рассмотреть сложности, возникающие в процессе съемки, проведении анализа и оценки быстропротекающих процессов.

В результате были сделаны следующие основные выводы:

1. Перед съемкой ВКС необходимо определиться с задачами и требованиями, установленными клиентом.
2. Произвести выбор подходящей частоты записи, учитывая тип снимаемого процесса, настроить электронный затвор, выбрать интенсивность освещения.
3. После перенесения полученных данных в память ПК провести калибровку.
4. Выполнить анализ и оценку быстропротекающего процесса.

Учитывая сложившуюся ситуацию в области управления рисками, можно предположить, что значение ВКС в будущем значительно увеличится. Мировой специальной литературы, посвященной данной проблематике, очень мало. Авторы надеются, что данная статья может помочь в разъяснении некоторых вопросов, связанных с процессом съемки и оценки быстропротекающих процессов.

Список литературы

1. Pata, V. Vysokorychlostní kamerové systémy. 1. Vydání Brno: AKADEMICKÉ NAKLADATELSTVÍ CERM, 2006. 92 s. ISBN 80-7204-480-X.
2. Manas, D., Manas, M., Staněk, M., Pata, V. Opatřebení pryžových dílů., Strojírenská technologie, Ročník XII, prosinec 2007, č.4, s. 17–22, Vydavatel: UJPE, Fakulta výrobních technologií a managementu, Na Okraji 1001, Ústí nad Labem, 400 96., ISSN 1211-4162.

УДК 504.055

В. А. Алексеев, доктор технических наук, профессор
Ижевский государственный технический университет
Т. Л. Зубко

Главное управление МЧС России по Удмуртской Республике
Н. В. Козловская, кандидат биологических наук, доцент
Удмуртский государственный университет

А. И. Панов, доктор технических наук, профессор
Ижевский государственный технический университет
И. М. Янников, кандидат технических наук

Главное управление МЧС России по Удмуртской Республике

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ГЕЛИЙ-НЕОНОВОГО ЛАЗЕРА КАК КОМПОНЕНТА ЭКОБИОЗАЩИТНЫХ СИСТЕМ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ПОЧВЫ СОЕДИНЕНИЯМИ МЫШЬЯКА

Рассматриваются вопросы использования лазерного излучения как биопротектора при воздействии химического заражения местности на растения. Приведены результаты двух лабораторных экспериментов воздействия лазерного излучения на два вида растений с использованием раствора мышьяка в разных концентрациях.

В январе 1993 г. Российская Федерация подписала «Конвенцию о запрещении разработки производства, накопления и применения химического оружия и об его уничтожении». Из 24 бывших объектов по производству мировых запасов химического оружия семь находится в России, из них два в Удмуртской Республике.

В соответствии с требованием Конвенции о том, что каждая сторона в ходе уничтожения химического оружия будет отдавать наивысший приоритет обеспечению безопасности людей и защите окружающей среды, Российская Федерация сосредоточила на этом направлении усилия ведущих научных школ, ученых и инженеров-практиков, осуществивших за последние годы глубокую теоретическую и практическую проработку вопросов создания комплексных систем безопасности объектов уничтожения химического оружия (ОУХО), в том числе комплексного экологического мониторинга окружающей среды в районах нахождения объектов по уничтожению химического оружия.

Основное требование к проектируемым системам мониторинга состоит в обеспечении требуемой достоверности контроля (вероятности обнаружения) загрязняющих веществ в зонах техногенного влияния объектов, в выявлении объективной (выраженной в количественных показателях) оценки окружающей среды. Это отражает современную тенденцию развития понятия мониторинга от пассивной системы наблюдения за состоянием объекта (окружающей среды) к модельному исследованию, сочетающему систему наблюдений (измерений анализов) с прогностической моделью взаимодействия объект – окружающая среда [1].

Для мониторинга химически опасного объекта оперативность получения данных имеет первостепенное значение, что исключает проведение подробного анализа биообъектов на всей территории. При этом необходимо учитывать поправки на компенсационные и адаптационные механизмы биообъектов, а также допускать возможность тестовой проверки антропогенного воздействия на биообъект и отклика объекта на данное воздействие. Подавляющее большинство суперэктоксикантов относятся к классу нестабильных соединений и в природных условиях существуют непродолжительное время, а процессы трансформации отравляющих веществ в природной среде, механизмы воздействия малых и сверхмалых доз загрязнителя на окружающую среду в настоящее время мало изучены и зависят от множества факторов, характеризующих как сами поллютанты и продукты их деструкции, так и особенности природной среды – ландшафтные, климатические, литологические, эдафические, в которых находится химически опасный объект (ХОО) и большая часть зоны его влияния.

Для решения указанных выше проблем целесообразно создание в зоне влияния ХОО идентификационного полигона, с помощью которого возможно моделировать различные сценарии на объекте в реальных условиях с определением зависимостей доза – эффект и время – реакция. С помощью данного полигона возможно не только изучение трансформации экологических и эколого-социальных систем, но и разработка схем, систем и конкретных технологий ремедиации и рекультивации земель, подвергшихся трансформации по каждому конкретному поллютанту [2, 3, 5, 7].

Для Удмуртской Республики проблема распространения и влияния на окружающую среду мышьяка и его соединений является весьма актуальной в связи с размещением на ее территории объектов по уничтожению и хранению химического оружия, в том числе люизита, продуктом трансформации которого являются мышьякорганические соединения.

В качестве микроэлемента мышьяк в природе распространен повсеместно. Содержание мышьяка в почвах $4 \cdot 10^{-4} \%$, в золе растений $3 \cdot 10^5 \%$.

Мышьяк широко используется в промышленности: при производстве стекла и в процессе изготовления полупроводниковых пластин. Утечки мышьяксодержащих соединений могут привести к тяжелым последствиям. Мышьяк вызывает болезни кожи, рак легких, почек и печени, а также повреждения центральной нервной системы.

В некоторых областях в местах расположения бывших заводов по производству боевых отравляющих веществ почва сильно загрязнена природными соединениями мышьяка, многие староосвоенные районы загрязнены сточными водами и выбросами промышленных объектов, в которых также присутствуют мышьяксодержащие соединения.

На сегодняшний день в мире созданы методики удаления мышьяка из почвы с использованием генетически модифицированной сои (Индия), эйхорнии (Великобритания), некоторых видов папоротников (Флорида, Япония). Проблема их использования – в малой предсказуемости поведения данных биосистем в условиях, отличных от мест разработки, что может свести к нулю эффективность указанных методов.

Фиторемедиация (способ очистки окружающей среды при помощи растений) таит в себе огромный потенциал по очистке загрязненной мышьяком почвы. После того как растения абсорбируют токсичные вещества, они накапливают их в своей надземной части. Таким образом, большая часть мышьяка, ранее находившаяся в почве, может быть удалена путем скашивания таких растений.

Принципиальная схема ремедиации территорий выглядит следующим образом:

- посев семян фитомелиорантов в начале вегетации (весной);
- скашивание в конце вегетации (в начале осени);
- утилизация насыщенной мышьяком фитомассы с возможным выделением чистого мышьяка (компостирование, сбраживание).

Очищенная биомасса может быть использована в качестве органического удобрения [8].

Объединенной межведомственной рабочей группой Главного управления МЧС России по Удмуртской Республике и Ижевского государственного технического университета в рамках научно-исследовательской тематики ГУ МЧС РФ по УР с 2005 г. проводятся лабораторные и полевые эксперименты по совершенствованию существующих систем организации экологического мониторинга объектов по хранению и уничтожению химического оружия на всех стадиях: проектирования, строительства, эксплуатации и конверсии ОУХО.

Общей целью всех производимых экспериментов являются оценка и прогноз влияния химически опасных объектов на окружающую среду. Суть экспериментов заключается в обработке сценариев развития ЧС на объекте путем моделирования влияния выбросов на биоту.

В ходе исследований на идентификационном полигоне выявлены виды растений, устойчивые к мышьяковистому загрязнителю, т. е. накапливающие в тканях мышьяк без нарушения жизненно важных функций организма. Эти виды перспективны в качестве фитомелиорантов на этапе конверсии объекта по уничтожению химического оружия [4, 6, 10].

Использование идентификационного полигона позволит контролировать параметры влияния химически опасного объекта на всех этапах производственного цикла – в ходе строительства, эксплуатации и конверсии.

Фактически появляется механизм определения масштабов воздействия ОУХО на окружающую среду, позволяющий определить масштабы конверсионных меро-

приятий при выводе ОУХО из эксплуатации, что в свою очередь позволит значительно повысить экологическую безопасность в Российской Федерации [9].

Критерием выбора направленности эксперимента, целью которого являлась оценка воздействия гелий-неонового лазера на рост и развитие растений при мышьяковистом загрязнении, послужили уникальные свойства лазерного луча (монохроматичность, энергия и мощность, направленность и когерентность излучения, возможность получения сверхкоротких длительностей импульсов и перестройки частоты во всем диапазоне от ультрафиолетовой до инфракрасной областей спектра).

Мышьяксодержащие органические соединения в почве трансформируются до неорганических арсенатов (соли H_3AsO_4) и арсенитов (соли H_3AsO_3), поэтому для моделирования мышьяковистого загрязнения был использован водный раствор арсенита кальция $Ca_3(AsO_3)_2$ различных концентраций.

Эксперимент № 1. Главная цель проведенного эксперимента – изучение свойств лазерного излучения как биопротектора (длина волны 0,63 мкм, длительность облучения одного образца 30 с).

Для экспериментальных исследований были выбраны общепринятые методики проведения экологических экспериментов.

В ходе эксперимента велись наблюдения за реакцией *Allium cepa* L. на присутствие мышьяка в растворе в разных концентрациях.

Эксперимент проводился в пяти вариантах концентрации мышьяка: контроль (0 мг/л), 10 мг/л, 30 мг/л, 50 мг/л, 100 мг/л – в лабораторных фарфоровых стаканах емкостью 250 мл в трехкратной повторности.

Ярко выраженный эффект воздействия лазера наблюдался на образцах с высоким содержанием арсенита кальция. Подвергавшиеся облучению растения имели более длительный срок жизнедеятельности, чем их соседи, не имеющие такой привилегии. Эти образцы эффективнее восстанавливались и меньше подвергались некрозу тканей.

Таким образом, положительное влияние гелий-неонового лазера было подтверждено.

Эксперимент № 2. Для проведения исследований брались модельные ветви тополя (*Populus sp.*) как одного из наиболее устойчивого к антропогенному прессу древесных растений. Опыт проводился в соответствии с общепринятыми методиками проведения экологических экспериментов. Для моделирования мышьяковистого загрязнения использовался водный раствор арсенита кальция $Ca_3(AsO_3)_2$, кратно фоновым значениям (Ф) для Удмуртии, в четырехкратной повторности для каждой концентрации. Периодически проводилось облучение образцов гелий-неоновым лазером ЛГН – 207А № 1063 мощностью 1,8 мВт, длина волны 0,63 мкм, измеритель мощности ИМ 1-1 № 11-84; характеристики лазера не изменялись.

Через неделю после начала эксперимента у 10 % листьев появились ярко-желтые пятна и деформации контура в виде ожога, у 8 % начался некроз от центральной жилки. Понизился общий тонус растений, начали подсыхать верхушки.

На десятый день наблюдался ярко выраженный ромбовидный некроз тканей от центральной жилки на всех концентрациях (10...40 Ф). Процент ожоговых деформаций увеличился. На 30 Ф появились новые почки для листьев и корней одновременно и новые корневые образования, наблюдается нарушение апикального доминирования (начинают развиваться боковые почки). Усыхание ветвей шло с верхушки, увеличилась кривизна веток по сравнению с контролем.

Через 12 дней после закладки эксперимента 2/3 модельных ветвей были облучены гелий-неоновым лазером. Через 4 дня после облучения наблюдается снятие об-

щего стресса, восстановление хлорофилла на малых концентрациях от центральной жилки, на больших концентрациях – пятнами по листовой пластинке. Распускаются листовые почки. Наблюдается полиферация на стволе как компенсация воздействия. У некоторых образцов идет возобновление функций (оживание стволов с верхушки).

Особо хотелось бы отметить, что на третью неделю эксперимента после повторного облучения происходит обновление корневой системы и, как факт, пролиферация почек на частях модельных ветвей, находящихся в водном растворе (рис. 1, 2).

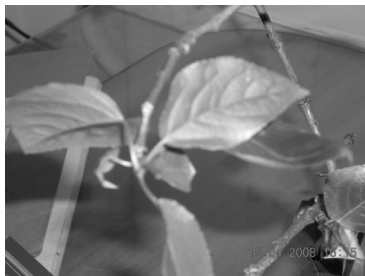


Рис. 1. Пролиферация верхушечных почек модельных ветвей

Также одним из важных аспектов исследования явилось то, что подобная система применима ко многим видам растений. В случае выбора древесных пород для рекультивации территорий можно с уверенностью заявить, что облученные саженцы справятся с этой задачей с наименьшими проблемами.



Рис. 2. Пролиферация боковых почек модельных ветвей

Вывод

Таким образом, экспериментально подтверждено положительное влияние лазерного облучения на жизнеспособность и развитие растений, подвергшихся воздействию мышьяксодержащих соединений, что, без сомнения, позволит использовать данный метод для повышения эффективности фиторемедиации загрязненных территорий в ходе эксплуатации и конверсии химически опасных объектов, в том числе объектов УХО.

Список литературы

1. Чупис, В. Н. ФГУ НИИ промышленной экологии. Экологический мониторинг объектов уничтожения химического оружия // Теоретическая и прикладная экология. – 2008. – № 2. – С. 35–41.

2. Габричидзе, Т. Г. Когда в регионе химически опасный объект / Т. Г. Габричидзе, И. М. Янников, Т. Л. Зубко // Гражданская защита. – 2007. – № 2. – С. 28–29.
3. Янников, И. М. Анализ методов организации флористического мониторинга вокруг химически опасных объектов // Вестник ИжГТУ. – 2007. – № 2. – С. 135–138.
4. Янников, И. М. Выявление спектра травянистых растений, перспективных в качестве фитомелиорантов при загрязнении почвы мышьяковистыми соединениями / И. М. Янников, Т. Г. Габричидзе, Т. Л. Зубко, Н. В. Козловская // Вестник ИжГТУ. – 2007. – № 2. – С. 138–140.
5. Янников, И. М. Анализ эффективности наиболее распространенных фитомелиорантов при мышьяковистом загрязнении почвы / И. М. Янников, Н. В. Козловская, Т. Л. Зубко // Экология человека: концепция факторов риска, экологической безопасности и управления рисками : сб. ст. 5-й Всерос. науч.-практ. конф. – Пенза, 2008. – С. 189–191.
6. Gabrichidze, T. G. Biomonitoring as diagnostics of quality of an environment / T. G. Gabrichidze, N. V. Kozlovckaya, G. V. Lomaev, T. L. Zubko, I. M. Yannikov // European NDT Days in Prague 2007 NDT for Safety. International Conference. PROCEEDINGS. November 07–09, 2007. – P. 81–86.
7. Габричидзе, Т. Г. Структура и принцип построения комплексной системы безопасности критически важного, потенциально опасного объекта (ХОО, ОУХО) / Т. Г. Габричидзе, И. М. Янников // Теоретическая и прикладная экология. – 2007. – № 2. – С. 55–69.
8. Янников, И. М. Новые подходы к организации мониторинга объектов по хранению и уничтожению химического оружия // Вестник МЧС Удмуртской Республики. – 2008. – № 2. – С. 24–27.
9. Янников, И. М. Экологический полигон как база оперативного мониторинга объектов по хранению и уничтожению химического оружия / И. М. Янников, Н. В. Козловская // Вестник Министерства по делам ГО и ЧС Удмуртской Республики. – 2007. – № 4. – С. 37–38.
10. Габричидзе, Т. Г. Трансформация почвенно-растительного покрова под влиянием мышьяксодержащих соединений и возможность мониторинга / Т. Г. Габричидзе, И. М. Янников, Т. Л. Зубко, Н. В. Козловская // Интеллектуальные системы в производстве. – 2006. – № 2(8). – С. 203–207.

УДК 634.0.907

Е. А. Борисова, аспирант

С. Б. Пономарёв, доктор медицинских наук, профессор
Ижевский государственный технический университет

РАЗРАБОТКА ИНТЕГРАЛЬНОГО КРИТЕРИЯ ОЦЕНКИ РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН

Рассматривается проблема идентификации уровня допустимой рекреационной нагрузки на территорию, за пределами которой происходит истощение рекреационного потенциала экосистем. Создана математическая модель рекреационного потенциала растительности с учетом влияющих на него факторов.

В условиях быстрого роста современных городов рекреация относится к процессам, которые являются необходимыми условиями нормальной человеческой жизнедеятельности. При этом непрерывно возрастающий процесс вовлечения все большего числа людей в циклы рекреационной деятельности обуславливает постоянное расширение территорий, необходимых для этого. Еще более быстрыми тем-