В.С.Шалаев, Т.Д.Знаменская
Московский университет леса

УДК 504.054.001.5;504.064

О КОМПЛЕКСНОМ ЭКОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ ЛЕСНЫХ И УРБОЭКОСИСТЕМ

Рассмотрены новые методы и средства, используемые при модульно-блочном принципе построения системы экологического мониторинга лесных и урбоэкосистем: комплексный метод оценки состояния среды и растительности в зонах интенсивного техногенного воздействия с применением наземных и дистанционных средств; измерительные системы на базе пленочных датчиков сорбционного типа для оценки загрязнения воздушной среды; системы и средства измерений на базе волоконно-оптических технологий; системы мониторинга загрязнений в атмосфере на базе использования электромагнитных волн и др.

In this paper the new methods and means used in the block method of ecological forest and urbar ecosystems designing are considered: a complex method of environment and vegetation estimation in intensive antropologic zones; systems of environmental pollution measuring; systems and measures while using fibre-optical technologies and electromagnetic waves, etc.

Обеспечение устойчивости лесных и урбоэкосистем при все усиливающемся антропогенном воздействии невозможно без постоянно действующего экологического мониторинга, для организации которого необходимы не только системность и комплексность методологии, но и выбор, обоснование и разработка новых методов и средств как наземного, так и дистанционного зондирования для оценки качественных и количественных параметров состояния лесных и урбоэкосистем. Сложность решаемых задач обусловлена необходимостью учитывать временные, пространственные и иные аспекты проблемы. Кроме того, количество разнообразных информативных параметров любой экосистемы исчисляется сотнями.

Для решения задач экологического мониторинга необходим сбор данных, их анализ, накопление и тематическая обработка для конкретных условий. Многообразие и сложность задач предопределяет модульно-блочный принцип построения рассматриваемой системы экологического мониторинга, который придает ей соответствующую гибкость и адаптивность. В структуру системы входит аппаратная часть, построенная по блочно-модульному принципу с соответствующим программным обеспечением нижнего и верхнего уровней, использующая различные принципы и методы измерения. Кроме того, система экологического мониторинга рассчитана не просто на измерение и обработку данных, а на проведение во многих случаях экспертных оценок и является геоинформационной системой (ГИС).

Московский университет леса выполняет научно-исследовательские работы в рамках данной проблемы. Отличительной особенностью этих исследований является межкафедральный, межфакультетский, более того межведомственный характер коллектива исполнителей. Сочетание разнообразных по своему характеру и содержанию возможностей кафедр и научных групп, сочетание биологической направленности и сугубо технических аспектов исследований позволяет успешно решать междисциплинарные задачи и преодолевать известную разобщенность вузовских ученых.

В настоящее время начата разработка комплексного метода оценки состояния среды и растительности в зонах интенсивного техногенного воздействия с применением наземных и дистанционных средств. Традиционные исследования коллектива кафедры экологии и защиты леса Московского университета леса по проблеме мониторинга состояния лесов и зеленого фонда города могут быть успешно дополнены при использовании высоких компьютерных и космических технологий. Объединение результатов биологических и технических исследований в этом случае позволяет осуществить систематизацию и подготовку исходных данных для автоматизированного исследования соотношения наземных и космических данных, идентификацию данных по состоянию насаждений по космическим снимкам, выявить необходимые связи, осуществить дальнейшее совершенствование средств и способов обнаружения изменений состояния лесных насаждений под влиянием техногенного воздействия с использованием интеграции дистанционных и наземных методов.

Другим направлением исследований является разработка блоков измерительной системы по оценке загрязнения воздушной среды. Основу ее составляет измерительный модуль, работающий в автоматическом режиме. Он содержит набор датчиковых средств измерения параметров окружающей атмосферы (датчики температуры, давления, влажности, датчики газовых компонентов и т.д.). Изучается возможность использования в такой системе датчиков сорбционного типа на тонких пленках оксидов. Перспективным направлением проводимых исследований является также получение тонких пленок с воспроизводимыми электрофизическими характеристиками и разработка методов обработки их информационных сигналов. В частности, исследуется чувствительность и избирательность формируемых газочувствительных пленок оксидов в зависимости от режима их роста, введения различных каталитических добавок, зернистости и стехиометрии, и возможность выделения информационного сигнала для статического и динамического режимов возбуждения и

обработки. Целью данных работ является повышение чувствительности газоанализаторов, расширение диапазона измерения, увеличение быстродействия, улучшение избирательности и метрологических и эксплуатационных характеристик.

Альтернативными, и в ряде случаев более эффективными, для мониторинга загрязнений в атмосфере являются системы, основанные на использовании электромагнитных волн. Их эффективность связана с бесконтактностью измерений, высокой чувствительностью и селективностью методов, основанной на индивидуальных спектральных свойствах веществ, позволяющих более четко определять компонентный состав исследуемых смесей и выделять из них загрязнители, интересующие экологов; с возможностью получения в точке расположения прибора распределения измеряемой компоненты в пространстве и времени. Это направление исследований ставит своей целью дальнейшее повышение чувствительности измерений как основы расширения области применения методов и существенного улучшения технических и технологических качеств создаваемых измерительных систем. Эти разработки базируются на запатентованном физическом принципе детектирования измерительных сигналов как оптического, так и радиодиапазонов, который позволяет повысить чувствительность измерительных систем и, следовательно, существенно уменьшить размеры приемных узлов систем, увеличить дальность действия и снизить себестоимость изготовления, а значит, и резко повысить конкурентоспособность подобных устройств.

Важным направлением работ является создание средств измерения параметров экосистемы на основе волоконно-оптических технологий, которые открывают принципиальную возможность создания нового класса датчиков и измерительных систем, обеспечивающих решение локальных и глобальных задач экологического мониторинга. Потенциальные преимущества волоконно-оптических датчиков (ВОД) обусловлены тем, что модулированный сигнал к месту измерения и от него можно передать, не прибегая к электрическим соединениям. С помощью ВОД можно измерять концентрацию водорода, температуру, давление, ускорение, потенциал магнитного поля, силу электрического тока, уровень вибрации и другие физические параметры среды.

Распределенные ВОД физических величин и измерительные сети разных топологий на их основе предназначены для проведения наземных и бортовых дистанционных прецизионных измерений. Они способны функционировать в условиях вибрации, электромагнитных полей, высокого уровня радиации, повышенной пожаро- и взрывоопасности, воздействия химически агрессивных сред и характеризуются высокой стабильностью характеристик. Чувствительные элементы ВОД и измерительных сетей являются полностью пассивными, не содержат каких-либо электрических цепей в зоне измерения и гальванически не связаны с контролируемым объектом.

В настоящее время продолжаются исследования характеристик ВОД и измерительных систем на их основе, проводятся испытания лабораторных макетов и макетирование измерительных модулей для систем экологического мониторинга.

Безусловно, перечисленные и другие направления исследований с применением высоких технологий требуют достаточно больших затрат. Кооперация ученых Московского университета леса и ученых других вузов и исследовательских организаций, сложение усилий и финансов по бюджетным и хоздоговорным темам НИР позволят повысить результативность исследований и обеспечить при ограниченных материальных ресурсах максимально возможную их эффективность.