

САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Совет молодых ученых

Научно-методический отдел по работе с молодыми учеными
и специалистами университета управления
научных исследований СПбГУ

ЧЕЛОВЕК. ПРИРОДА. ОБЩЕСТВО АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ

Материалы

*14-й международной конференции
молодых ученых 26–30 декабря 2005 г.*

В 2 частях

Часть II



Издательство Санкт-Петербургского университета
2006

А. В. Андреева, А. А. Бузников, А. А. Тимофеев

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СПЕКТРОВ ОТРАЖЕНИЯ ИНДИКАТОРНЫХ ВИДОВ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Введение. В настоящее время крупные города испытывают экологический кризис в связи с постоянным увеличением транспортного потока и наличием множества предприятий промышленности, не имеющих очистных сооружений. Количество экологически чистых зон и парков отдыха как в городской черте, так и в прилегающих территориях становится все меньше и они приобретают все большую ценность. Поэтому возникает необходимость в экспресс-методах оценки экологического состояния различных территорий.

В основу данного метода нами положено исследование загрязнения тяжелыми металлами, которые оказывают исключительно сильное влияние на биосферу и являются основными загрязнителями на территории крупных городов.

Загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами оказывает различные воздействия на растительность. Уже незначительное повышение содержания тяжелых металлов в растительном покрове

Андреева Анжела Витальевна — канд. техн. наук (e-mail: dgell@hotmail.ru);
Бузников Анатолий Алексеевич — д-р техн. наук, проф. (e-mail: buznikov@nevsky.net);
Тимофеев Александр Александрович (e-mail: altimofeev@list.ru) — все СПбГЭТУ

оказывает влияние на активность ферментов, что вызывает изменения в процессах жизнедеятельности растения.

Из вышесказанного, очевидно, что тяжелые металлы являются наиболее распространенными и сильными загрязнителями как в черте города, так и на прилегающих территориях, поскольку являются прямым следствием технической деятельности. Наличие избытка тяжелых металлов в окружающей среде приводит к накоплению их растениями и, как следствие, вызывает стресс растительности, выраженный в морфологических эффектах (задержка роста, уменьшение биомассы), и изменениях распределения видов в пределах определенных территорий. При этом наблюдаются изменения спектральных отражательных характеристик растительности. Это позволяет использовать растения в качестве индикаторов уровня загрязнения, что может служить основой для разработки дистанционных методов его обнаружения.

Воздействие тяжелых металлов на пигментный состав растений вызывает изменение их оптических характеристик в видимом диапазоне спектра. В связи с этим, основное внимание уделено нами изучению влияния тяжелых металлов на спектры отражения растительности в диапазоне 400–750 нм.

Аппаратура и методика проведения эксперимента. Для оперативного получения информации о спектральных характеристиках исследуемых природных объектов использовался полевой фотоэлектрический спектрометр ПФС, разработанный на кафедре. Диапазон работы спектрометра: 400–750 нм.

Известно, что при проведении полевых измерений необходимо учитывать метеорологические условия в момент съемки, так как на спектры отражения оказывают влияние такие факторы, как высота Солнца, наличие облачности, ветер и др. Учет этих факторов — очень сложная задача. С целью уменьшения их влияния используют коэффициент спектральной яркости (КСЯ), который является относительной величиной.

Измерения КСЯ предусматривают работу с большим объемом данных статистического характера, что обусловлено флуктуациями светового потока, случайным характером помеховых фоновых засветок и биологическими особенностями исследуемых объектов. В настоящее время для изучения экологического состояния растительности необходимы количественные оценки загрязняющих компонентов. Для дистанционной оценки необходимо установить ха-

рактен изменения коэффициентов спектральных яркостей от концентраций исследуемых загрязнителей. Эти данные могут быть получены при проведении корреляционного анализа, в результате которого устанавливаются коэффициенты корреляции и уравнения регрессии.

Выбор тестовых территорий Санкт-Петербурга и индикаторных растений. Для спектральной оценки уровня загрязнений необходимо иметь «чистую кривую». В лабораторных условиях в этом качестве выступают контрольные (не загрязненные) спектры, а в природе — «фоновый спектр». Это сложная задача, так как необходим тщательный подбор и комплексная оценка исследуемой «фоновой территории». По результатам геоботанического и геохимического анализа в качестве территории был выбран Юнтоловский заказник (Приморский район). Также в качестве исследуемых территорий были выбраны Ботанический сад (Петроградский район) и несколько точек разной удаленности от завода Балтэлектро (Автово Кировский район).

Растения для наших экспериментов подбирались с учетом их всемирного распространения в черте города. Таким образом, наш выбор остановился на одуванчике и мать-и-мачехе. Учитывался также и тот факт, что ранее подобных исследований с этими видами растительности не проводилось.

Результаты исследований. Результатом полевых измерений на тестовых участках стали значения КСЯ в видимом диапазоне для одуванчика и мать-и-мачехи.

На тестовых участках были собраны образцы растений для проведения химического анализа (атомно-абсорбционным методом). Образцы не подвергались предварительной очистке, чтобы учесть комплексное загрязнение и максимально правдоподобно оценить экологическую обстановку.

По данным химического анализа видно, что *превышение допустимого уровня содержания тяжелых металлов в растениях достигает десятков раз.*

Минимальный уровень содержания металлов наблюдается в заказнике Юнтолово, его можно считать фоновым для изученного нами района.

Для всех тяжелых металлов уровень содержания в листьях обоих видов выше в Кировском районе. Максимальным накоплением Fe, Zn, Cu, Ni характеризуются растения вблизи завода.

По результатам спектрального анализа кривых КСЯ очевидно, что отражательные свойства мать-и-мачехи более чувствительны к воздействию техногенной нагрузки по сравнению с одуванчиком.

В видимом диапазоне спектра отражательная способность растительности определяется перераспределением ее пигментного состава. Поэтому, на основании физиолого-биохимических особенностей растений в видимом диапазоне, были выбраны и исследованы 20 комбинаций КСЯ, учитывающих экстремумы и точки пересечения спектров поглощения основных пигментов: R₄₃₅/R₅₀₀, R₆₇₀/R₆₂₀, R₆₇₀/R₅₀₀, R₄₃₅/R₆₂₀, R₄₃₅/R₆₇₀, R₅₀₀/R₆₂₀, R₄₃₅/R₅₈₅, R₄₃₅/R₆₃₅, R₅₀₀/R₄₅₀, R₅₀₀/R₄₆₅, R₅₅₀/R₄₈₅, R₅₅₀/R₆₂₀, R₄₃₅/R₇₃₅, R₄₅₀/R₇₃₅, R₄₆₅/R₇₃₅, R₄₈₅/R₇₃₅, R₄₃₅/R₆₈₅, R₄₅₀/R₆₈₅, R₄₆₅/R₆₈₅, R₄₈₅/R₆₈₅.

Как отмечалось выше, оценка состояния растительного покрова с использованием комбинаций коэффициентов спектральной яркости сама по себе не нова. Однако предложенные в литературе индексы в основном применялись для других целей (например, определение проективного покрытия растительности, оценка заболеваний растений и др.). Указанный набор информативных параметров для оценки загрязнения растений предложен впервые.

Для установления взаимосвязи содержания тяжелых металлов с выбранными индексами был проведен корреляционный анализ, на основании которого можно сделать вывод о том, что *мать-и-мачеха* — *индикаторный вид растительности* для экспресс-оценки загрязнения природной среды тяжелыми металлами по спектрам отражения.

Для определения загрязнения Fe нужно использовать: R₄₅₀/R₄₈₅, R₄₅₀/R₆₈₅, R₄₆₅/R₆₈₅, R₄₈₅/R₆₈₅, R₅₀₀/R₄₅₀, R₅₀₀/R₄₆₅, R₅₅₀/R₄₈₅, R₆₇₀/R₆₂₀.

Для определения загрязнения Mn нужно использовать: R₄₅₀/R₄₈₅, R₄₅₀/R₆₈₅, R₄₆₅/R₆₈₅, R₄₈₅/R₆₈₅, R₆₇₀/R₆₂₀.

Для определения загрязнения Zn нужно использовать: R₄₃₅/R₅₈₅, R₄₃₅/R₆₂₀, R₄₅₀/R₇₃₅, R₅₀₀/R₆₂₀, R₅₅₀/R₄₈₅.

Для определения загрязнения Cu нужно использовать: R₅₀₀/R₄₆₅, R₅₅₀/R₄₈₅.

Для определения загрязнения Ni нужно использовать: R₄₅₀/R₄₈₅, R₄₅₀/R₆₈₅, R₄₆₅/R₆₈₅, R₄₈₅/R₆₈₅, R₅₀₀/R₄₅₀, R₅₀₀/R₄₆₅, R₆₇₀/R₆₂₀.

Для определения загрязнения Cd нужно использовать: R₄₅₀/R₄₈₅, R₄₅₀/R₆₈₅, R₄₆₅/R₆₈₅, R₄₈₅/R₆₈₅, R₅₀₀/R₄₅₀, R₆₇₀/R₆₂₀.

Для определения загрязнения Рb нужно использовать: R_{450}/R_{485} , R_{450}/R_{685} , R_{465}/R_{685} , R_{485}/R_{685} , R_{500}/R_{450} , R_{500}/R_{465} , R_{670}/R_{620} .

На основании данных корреляционного анализа и спектров КСЯ, можно сделать вывод о том, что *одуванчик* не является индикаторным видом растительности для экспресс-оценки загрязнения природной среды тяжелыми металлами по спектрам отражения. Но, тем не менее, остается весьма информативным для химических методов.

Заключение. Таким образом, по результатам проведенных исследований разработан метод предварительной (так как для достоверности необходимы многолетние исследования) экспресс-оценки экологического состояния Санкт-Петербурга.

С помощью разработанного экспресс-метода можно быстро оценить экологическую обстановку исследуемой территории, оценить наличие загрязнения и, при необходимости, сообщить об этом в соответствующие службы для своевременного принятия необходимых мер по очистке. Разработанные на основе данного метода «экологические карты» могут быть размещены в информационных службах города, в комитете по строительству и т. п. для выбора наиболее подходящих территорий при размещении тех или иных объектов.

Метод экспресс-оценки экологической обстановки по состоянию растительности позволит осуществлять комплексный контроль экологического состояния природных объектов Санкт-Петербурга.