

Исследование состояния и эволюционного изменения биологических объектов методами лазерной дистанционной диагностики

Работа проводилась в 2010 - 2012 г.г. в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 годы

государственный контракт № 02.740.11.0778

Научный руководитель проекта: к.ф.-м.н, с.н.с. А.П. Брюховецкий.

Описание разработки

Появление и бурное развитие лазеров стимулировало разработку и применение специализированных оптических систем для исследования окружающей среды. Одним из направлений использования лазеров является их применение для ряда направлений лазерной диагностики объектов органического происхождения, для решения задач контроля окружающей среды, для распознавания и идентификации различных объектов. В этих исследованиях прослеживается ярко выраженная тенденция интеграции знаний из различных областей науки - физики, математики, биологии. Применение лазерного излучения для решения проблем состояния окружающей среды имеет ряд несомненных преимуществ перед любыми контактными методами анализа - как при изучении газового состава среды, метеорологических параметров атмосферы, исследовании загрязненности воздушной среды, так и для раннего обнаружения опасных, представляющих угрозу безопасности, веществ. Помимо возможности получения информации об объекте исследования бесконтактным способом, лазерные методы обеспечивают возможность получения данных с высокой оперативностью и в значительных пространственных масштабах. Спектрографическая лазерная диагностика, используемая в настоящей работе, является одним из перспективных способов количественной и качественной оценки, обнаружения и идентификации различных объектов органического происхождения, т.к. позволяет с высокой чувствительностью и разрешением исследовать малые количества образца и осуществлять экспресс анализ. Регистрируемым сигналом лазерной дистанционной диагностики является отклик на взаимодействие лазерного излучения с веществом. Это либо рассеянное (поглощенное) излучение на частоте лазерного излучения, либо излучение, частота которого определяется колебательно - вращательной структурой зондируемого объекта, что позволяет проводить идентификацию молекулярного объекта.

Область применения результатов проекта

Разработанные методики, принципы построения исследований, методы и программы распознавания, базы данных могут быть использованы при проведении:

- исследований и контроля загрязняющих веществ в атмосфере;
- непрерывного контроля состояния воздушной среды производственных помещений;
- исследований по рассеиванию загрязняющих веществ, мониторингу загрязнения водоёмов и суши;
- работ по обнаружению нефтяных разливов и идентификации нефтепродуктов;
- дистанционного мониторинга состояния нефтепроводов;
- изучения перемещения водных масс с помощью красителей;
- измерений температуры и солёности воды;
- исследовательских, поисковых и спасательных работ на море с борта летательных аппаратов и судов в любое время суток;
- диагностики сточных и отстойных вод на содержание органических примесей и тяжёлых металлов;
- работ по обнаружению косяков рыб.
- исследований и идентификации в реальное время малых количеств веществ, органического происхождения, вплоть до уровня следов, в негерметичной упаковке при

одновременной идентификации конечного числа объектов без разрушения последних в том числе:

- для поиска утечек и источников токсичных веществ органического происхождения, а также веществ, имеющих летучие компоненты о
- для поисковых и контролирующих служб по чрезвычайным ситуациям,
- на таможне для контроля за контрабандными перемещениями таких объектов, в том числе животных и людей;
- для обнаружения многих взрывчатых веществ ;
- для контроля состояния безопасности в местах скопления людей, причем, контроль может быть не выборочный, а тотальный, в том числе и при перемещениях объекта в контролируемой зоне со скоростью пешехода,

Результаты проводимых исследований уже сегодня находят самое широкое использование в учебном процессе кафедры РТП МЭИ как в рамках лабораторных и практических работ, НИРС, так и при подготовке бакалаврских и магистерских работ студентами старших курсов направлений **210400 Радиотехника**

НИР проводилась в интересах разработки медицинских приборов нового поколения повышенной чувствительности, обеспечивающих возможность проводить анализ состояния биообъектов с учетом его качественных и временных изменений - для медицинских приборов, направленных на раннее выявление патологий

В ходе работы

- были разработаны методики проведения качественного и количественного анализа биологических объектов, использующих методы лазерной диагностики – комбинационного рассеяния (КР) и лазерно –индуцированной флуоресценции (ЛИФ);

-был предложен метод сбора информации, в основе которого молекулярные объекты исследования рассматриваются как объекты «распознавания образов». В таком представлении спектры молекул определяются – как классы и для идентификации классов используются характеристические параметры (признаки) извлекаемые из спектров и условий эксперимента, которые имеют более выраженную индивидуальность для разных молекул, при этом в эксперименте используются три канала регистрации, позволяющие параллельно и независимо регистрировать спектры ЛИФ и КР и времена жизни вращательно – колебательных состояний молекул, В ходе обработки экспериментальных данных, на первом этапе, извлекаются характеристические параметры по каждому измерительному независимому каналу. Характеристические параметры (признаки) объединяются в характеристический вектор признаков, который формирует многопараметрический частотно - временной портрет исследуемого образца в соответствии с его индивидуальной структурой (молекулярной, вращательно-колебательной, наличием отдельных молекул, химических связей;

-был разработан и создан специализированный стенд лазерной диагностики;

-были разработаны методики быстрого извлечения параметров сигналов и изображений, получаемых при лазерной диагностике, зависящих от качественных и временных изменений биологических объектов, разработаны алгоритмы и программы обработки получаемой информации;

-были разработаны методы выбора критериев при проведении «распознавания образов» и идентификации молекулярных объектов;

- системы критериев отбора параметров, и системы критериев сравнения при аппаратном подходе к «распознаванию образов», учитывающих влияние зашумлений и побочной подсветки;

-были разработаны методики и программы формирования баз данных по исследуемым объектам и шумам

-был получен патент РФ - Брюховецкий А.П. , Суетенко А.В., Патент РФ на изобретение: «Устройство дистанционного обнаружения и идентификации объектов органического и биологического происхождения», полезная модель, № 10026920.06.2010

- были разработаны рекомендации по созданию систем распознавания и ТЗ на проведение ОКР по разработке мини серии обнаружителей спец. веществ.

Крайняя необходимость проведения таких работ связана с тем, что, на рынке практически отсутствуют как медицинские приборы раннего выявления патологий, так и средства дистанционного (раннего) обнаружения веществ органического и биологического происхождения, представляющих угрозу безопасности людей.

В приобретении таких приборов заинтересованы многие подразделения в нашем государстве и за рубежом. Будут они весьма востребованы и в будущем. Заполнение этой ниши открывает благоприятные перспективы для разработчиков, как на внутреннем, так и на внешнем рынках.