

**Лидарные системы мониторинга окружающей среды и стабилизации экологических ингредиентов по городским территориям.**

**Трунов И.Т.**

**Довгополая Е.А.**

**Ростовский государственный строительный университет,**

**г. Ростов-на-Дону**

Автоматическая комплексная оценка природно-социальной сферы городских поселений и отрасли (с улучшением их качества, стабилизацией экологических ингредиентов и развитием экономики) является важнейшей проблемой, так как традиционные лидарные оптико-электронные системы (ЛОЭС) локального мониторинга не обеспечивают её положительного решения. Эта проблема очень сложная, многопрофильная и требует разработки фундаментальных теоретических положений для выполнения глубоких исследований всех видов антропогенных объектов и природных элементов по застроенным территориям. Основой данной стратегии является государственный мониторинг природной среды, позволяющий контролировать (на основе ЛОЭС) экологическую обстановку по территориям всех регионов нашей страны, в каждом населенном пункте и их зонах. Оптические лидарные системы подразделяются на пассивные, регистрирующие различные виды излучений (природно-антропогенные, тепловые, солнечные) лазерных лучей, и активные основанные на взаимодействиях этих лучей с энергетическими свойствами атомно-молекулярных структур исследуемых объектов. Лидары это лазерные локаторы, которые состоят из 8 блоков (кроме поворотного устройства и блока управления, синхронизирующего работу остальных блоков), конструкция которых изменяется в зависимости от конкретных задач. Основными источниками излучателя лазера является активная среда (АС), в котором происходит преобразование энергии внешнего источника в энергию электромагнитных колебаний (ультрафиолетового или инфракрасного диапазона воли) и оптический резонатор, который формирует частотные и пространственные характеристики генерируемого лазером излучения. Лазеры (по типу активной среды) делятся на 4 класса: твердотельные, газовые, жидкостные и полупроводниковые. В твердотельных лазерах активные центры создаются ионами примеси в кристаллической решетке (или в стекле). Наибольшее применение в лидарных системах получили три типа лазеров: на кристаллах рубина, иттрий-алюминиего граната (ИАГ) с примесью неодима и лазеры на стеклах, активированные неодимом (или ионами других редкоземельных элементов). Лазеры на ИАГ, активированные неодимом, занимают особое место: из-за низкого энергетического порога возбуждения и хорошей теплопроводности. ИАГ может работать как при больших частотах повторения импульсов генерации, так и в непрерывном режиме излучения при достаточно высоком КПД. Важным условием для систем твердотельных лазеров является возможность преобразования плотности мощностей исходных излучений методами нелинейной оптики в более высшие гармоники, обеспечивающие снижение частот и длин волн излучений в 2-3 раза. Класс газовых лазеров является наиболее многообразным.[1] Их активная среда лежит в ультрафиолетовом, видимом и инфракрасном диапазонах спектра. Основным методом возбуждения этой среды – мощный электрический разряд и ионизация газа потоком электронов, позволяющие создать высокую оптическую однородность и монохроматичность, с узкими спектральными линиями, характеристики которых в несколько раз превышают аналогичные параметры твердотельных лазеров при дистанционном зондировании. Лазеры на двуокиси углерода наиболее распространены в лидарных системах, эффективно работают в ИК-области спектра

(с излучаемой мощностью более 100 Вт при высокой монохроматичности). Лазеры на моногилидах инертных газов (экимерные) работают в ультрафиолетовой области спектра, и эффективны при дистанционном зондировании атмосферы. Лазеры на бромиде ртути созданы в последние десятилетия, работают на длинах волн 0,502 и 0,504 мкм с высокочастотными импульсами зелено-голубых излучений, которые хорошо пропускаются водой и перспективны для исследования водных ресурсов. Жидкостные лазеры на красителях мощные, длиноимпульсные (свыше 30 нс), обладающие сильным поглощением и интенсивной флуоресценцией. Эти свойства позволяют дистанционно контролировать многие газовые загрязнения атмосферы. Для зондирования короткими импульсами (1..20 нс) целесообразно применять твердотельные или на моногилидных инертного газа с перестройкой длины импульсов при помощи отражающих дифракционных решеток. Полупроводниковые лазеры основаны на свойствах полупроводниковых диодов создавать спонтанное излучение избыточных электронов при их перемещении (под влиянием внешних воздействий: тепловых облучений, электротока) из запрещенных в пустые (дыры) зоны полупроводников. Существует несколько методов перестройки длины волны лазерного излучения (при изменении силы тока, температуры, давления, электромагнитного поля и формы кристалла резонатора), обеспечивающих эффективную работу лазеров в непрерывном и импульсном режимах (в диапазоне волн 0,6...34 мкм). Лазеры комбинационного рассеяния основаны на эффекте переворота спина - электронов фотонами лазерных излучений, помещённых в магнитное поле. На этом условии, создаются перестраиваемые источники излучения в инфракрасной области спектра с диапазоном волн 5-6 мкм. Созданные лазерные импульсы, передаются в оптическую систему, которая необходима для улучшения коллимации, осуществления пространственной фильтрации, маркировки момента осуществления момента начала отсчета времени и калибровки.[2] Излучения, собранные приемной оптикой поступают в спектроанализатор, в котором выделяются интервалы длин волн (необходимые для наблюдения), и отсекаются фоновые излучения других волн. Фото детекторы (детекторы) – приборы для регистрации и приема частиц эхо-сигналов. Фотоприемник – важная составная часть лидера, в значительной степени определяющего его технические параметры, взаимосвязанная с характером лазерных сигналов. По характеру взаимодействия с излучением приемники делятся на тепловые и фотодетекторы. Тепловые приемники подразделяются на 4 типа: термоэлементы, болометры, пироэлектрические и оптико-акустические. Широко применяются приемники на основе пироэлектрического эффекта, которые обеспечивают наиболее высокую чувствительность и регистрируют только переменные их сигналы. В оптоакустических приемниках используется тепловое расширение непоглащающего газа, находящегося в зачерненной стороне приемной камеры, задняя стенка которой представляет собой гибкую пленку с зеркальным покрытием. Излучение, поглощенное стенками, приводит к нагреву и расширению газа и к деформации гибкой мембраны с зеркальным покрытием, которая регистрируется фотоэлементами. Фотоэлектрические полупроводниковые приемники подразделяют на фоторезисторы (ФР) и фотодиоды (ФД). Их чувствительность в  $10...10^4$  раз выше, чем у тепловых приемников. ФР основаны на использовании внутреннего фотоэффекта в однородной структуре, а ФД в неоднородных, т. е. в сложных структурах. В ближней ИК области спектра широко применяются твердотельные ФД. Вышеприведенные активные лидарные системы дистанционного зондирования природной среды служат обоснованием для разработки методик измерений и газоанализа (регионального и локального) атмосферы (с оценкой её аэрозольных загрязнений), морской поверхности (с контролем нефтяных загрязнений), производства гидрооптических измерений и создания лазерной батиметрии с дистанционным контролем мутности зон шельфа морской среды. Однако точность определения этих ингредиентов неудовлетворительная, и они характеризуют только некоторые свойства атмосферы, водных поверхностей и ландшафты грунтов городских поселений. Быстрый прогресс в области измерительной техники, выполненный в последние

годы 20-го века, позволил в начале 21-го века разработать современные высокие ГИС для более глубокого автоматического определения качества грунтов, строительных объектов и процессов (при производстве строительных материалов), различных вод и жидких масс (природных и антропогенных), окружающей среды и ее многочисленных социальных элементов. К ним относятся сверхвысокочастотные (СВЧ) лидарные лазерные лучи, свойства частиц нейтрино во всех оптических инструментах (включая старые геодезические), различные акустические (оптические, строительные, атмосферные, гео-грунтовая, гидравлическая, жидких масс и различные комбинированные ее виды), различные нейросети (в основном Коханена). СВЧ на основе ферромагнитных свойств твердого минерального вещества с цветным искусственным диапазоном (с соседним ультрафиолетовым природными свойствами, обладающие с высокой скоростью проникать в самые совершенные диэлектрики (пластичные глины, характерные для оползней и потоков селей). Важнейшей характеристикой диэлектриков является диэлектрическая проницаемость « $\epsilon$ », которая обусловлена поляризацией диэлектрика и рассчитывается по формуле:

$$\epsilon = \frac{D}{E},$$

где  $D$ ,  $E$  - соответственно электростатическая индукция и напряженность поля диэлектрика. Большинство минералов - диэлектриков являются ионными диэлектриками (к ним относятся все глины). Ионы не образуют атомные системы и являются их частицами. Поэтому они перемещаются в электромагнитном поле с определенной скоростью:

$$V_{эл} = \frac{g \cdot \epsilon \cdot \delta \cdot \gamma}{K \cdot T} \cdot e^{-u/KT},$$

где  $g, \epsilon, \gamma$  соответственно заряд иона, расстояния между двумя потенциальными ямами и частота колебаний иона,

$u, E$  свободная энергия по Гиббсу и напряженность электрического

поля.

Зависит электропроводимость минералов от их кристаллических особенностей, то есть влияния катионов ( $K, Na, Mg_2, Al_3, Ca$  и т.д.). влияние катионного состава или изменения его от примесей и дефектов характеризует функция:

$$\ln P = f \left[ \left( \frac{\lambda}{\tau} \right) * K^{-1} \right],$$

На основе выполненных исследований созданы различные многочисленные лазерные устройства (включая ионные, магнитные, оптические и ряд других), позволяющих выполнить комплексную оценку любых диэлектриков (в том числе пластичные глины). По результатам исследований установлено, что для изучения глубинных свойств различных грунтов (строительных материалов) целесообразно применить следующие излучения (с высокой проницаемостью): пассивные, с активной средой, выполняемых при помощи различных летательных средств малой авиации (лазерные и радиометрические).

К пассивным и с активной средой относятся:

- 1) СВЧ - диапазона (соседнего с УФ оптико-электронного) с глубиной проникновения Нп от долей метров до многих их десятков;
- 2) Мельчайшие частицы нейтрино со спином 0,5 почти нулевой массой, очень высокой скоростью  $U_c$  (в несколько раз выше  $V_0$  электрона) и высочайшей проникающей способностью во все виды вещества (с Нп на десятки и сотни км);
- 3) Искусственные нейтросети Коханена (с СВЧ — нейро- импульсами, соответствующих нервной системе улиток) с Нп до 0,5 м;
- 4) Магнитно-резонансные;
- 5) Магнитно-редукционные;
- 6) Акустико-оптические;
- 7) Акустико-каротажная (строительная);
- 8) Ионно-эмиссионные;
- 9) Ионно-индукционные;
- 10) Ионно-потенциальные.

За последнее десятилетие достигнут высокий уровень в развитии различных акустических ГИС. Достоинство этих ГИС заключается и в том что их конструкции наиболее простые, они лучше освоены, высокоточные (в традиционных конструкциях 20-го века погрешности измерений значительно превышали погрешности других применяемых ГИС) и являются составной частью лидарных и радиометрических систем.

В настоящее время общая и теоретическая акустика занимается изучением закономерностей излучений и распространения упругих волн в различных средах. К разделам акустики относятся: электро-акустика, архитектурная, строительная, атмосферная, геоакустика, гидроакустика и другие виды ее комбинированных систем.

Применение акустических ГИС значительно расширяет диапазон исследования всей природно-антропогенной среды (твёрдо-минеральной, водной и жидко-загрязненной, воздушной и космической). Поскольку акустические являются наиболее эффективными для лидарных (составной частью которых они являются), радиометрических и геодезических оптико-электронных современных тахеометров (ГОЭТ). Системы ГОЭТ (цветным лучом визирования) и акустические эффективны при определении деформаций всех антропогенных объектов (включая строительные отрасли).

При повышении энергии излучений радиометрических ГИС, ионных и ферромагнитных (искусственных) систем во всех видах вещества образуются разделительные процессы, которые обеспечивают улучшение качества объектов недвижимости, грунтов и стабилизацию экологических ингредиентов природно-социальной среды.

#### Литература:

1. Трунов И.Т., Багмет М.Е. Системы рационального природопользования и развития экономики недвижимости придорожных территорий. Монография. М. высшая школа 2008. - 273 с.
2. Трунов И.Т., Багмет М.Е. Лидарно- радиометрические системы мониторинга природно-социальной среды с улучшением качества строительных объектов. Известие РГСУ, №14.2010 г.