ИССЛЕДОВАНИЕ ОТРАЖЕНИИ ОПТИЧЕСКОГО ЛУЧА ДИСТАНЦИОННОГО ЛАЗЕРНОГО МИКРАФОНА ОТ МЕЛКИХ УЧАСТКОВ ОБЪЕКТА

RESEARCH OF REFLECTION OF THE OPTICAL BEAM OF THE LASER MICROPHONE FROM THE SMALL SURFACES OF THE OBJECT

ЛАЗЕР МИКРОФОНИНИ ОПТИК ЛАЗЕР НУРИНИ ОБЪЕКТНИНГ МАЙДА ЮЗАЛАРИДАН ҚАЙТИШИНИ ТАДҚИҚ ЭТИШ

У.У. Искандаров старший преподаватель ФФ. ТУИТ.

Аннотация: Бу ишда лазер микрофони нурини объектнинг майда юзаларидан қайтиши тадқиқ этилган. Иш давомида келтирилган юзадан қайтган нур учун математик ифодаларни оптимал усулларини қўллаш тартиби келтирилган хамда турли таъсирларнинг қайтган лазер нури параметрларига таъсирининг тахлилларии ўтказилган.

Таянч иборалар: лазер, майда юза, лидар, оқим миқдори, ярим сферик коэффициент, бир томогнга йўналган аниқ вектор заданного направления, оқим интенсивлиги.

Аннотация: В данной работе исследовано отражении лазерного луча дистанционного лазерного микрофона от мелких участков объекта. Проведен математический анализ и изучен виды влияний параметров к отраженному лучу лазера.

Ключевые слова: лазер, мелкие поверхности, лидар, величина потока, полусферические коэффициент, однонаправленный вектор заданного направления, интенсивность потока, зенитное направление.

Annotation: In the given work is investigated reflexion of a laser beam of a laser microphone from small surfaces of object. The optimal mathematical expressions is carried out and studied kinds of influences of parameters to the reflected beam of the laser.

Keywords: The laser, small surfaces, лидар, stream size, hemispherical factor, an unidirectional vector of the set direction, intensity of a stream, an antiaircraft direction.

Постановка задач: в этой работе обеспечен подход по выводу математические определение и теоретические анализи по исследовании отражение лазерного луча от объектов формы цилиндра относительно малыми поверхностями. А также поиск решения по эффективному приему отраженных лучей от малой поверхности и их математических выражений

Достиженне цели по решению задач: определено и исследовано математические основы отражении лазерного луча дистанционного лазерного микрофона от мелких участков объекта. Приведен математический анализ и изучен виды влияний параметров к отраженному лучу лазера [2].

. Примерами таких объектов могут выступать ветви деревьев, провода или тросы и даже мелкие участки крупных объектов, как окно, разные поверхности стен зданий.

При описании процесса отражения лазерного луча ОТ объектов первостепенное значение имеет корректное использование понятия «коэффициента отражения» *р*. Это величина *р* в общем случае является двунаправленной, она зависит как от угла падения луча, так и от направления отраженного излучения. Тут, определенную трудность создает тот факт, что излучение мы условились характеризовать величиной Е, падающее являющейся производной от величины потока по площади, в то время как подобная величина применить нельзя для характеристики отраженного излучения. Поэтому подходим формальному, введения понятия коэффициента применительно отражения к задачам настоящего исследования.

Вводим следующие обозначения: Φ_{nad} - величина потока, падающего под некоторым углом на площадку малой площади dS. Φ_{omp} - величина потока, отраженного от площадки во всю плоскость или полусферу.

Исходя из введенных определений, полусферическим коэффициентом отражения *p*, называют величиной: К введенному таким образом коэффициенту *p* применимо соотношение - p + a = 1, где *a* коэффициент поглощения. Величины являются безразмерными. р И а Определим направленного коэффициента отражения рт. Сразу оговорим, что в дальнейшем будет проведен количественный анализ только отражения диффузного типа по причинам, которые будут рассмотрены ниже. Диффузное отражение, в частности, характеризуется тем, что индикатриса отраженного излучения не зависит от угла падения, а зависит только от величины потока. Это обстоятельство позволяет уже сейчас рассматривать $p_{\rm T}$ как

$$1)\int_{x=-1}^{i=1}\int_{y=-1}^{i=-1}E(x, y)dxdy = \hat{O}_{\dot{E}} \quad \text{или} \quad \hat{O}_{\mu}e^{-\mu}e^{\frac{-\Delta^2-t^2}{2H^2}}$$

2) $E(x = R_H y = 0) = 0.368...E(x = 0, y = 0)$ однонаправленную величину,

зависящую только от угла отражения ротр.



Рис 1. Характер отражения (б) от мелкого участка объекта(а).

Обратимся к рисунку: где Z – вертикальная ось объекта отражения, \overline{A} m - направленный вектор отражения луча лазера малым объектом, $\Delta \hat{O}_{i\partial\partial}$ -доля отраженного потока, dS - бесконечно малая площадки, \overline{E} или E - поток или направленный вектор луча лазера, $\Delta \Omega$ -угол рассеивания луча лазера малым участком, \overline{n} - перпендикулярный вектор к центру малого участка отражаемого объекта, Q - угол поворота отражаемого участка относительно оси по вертикали Z, $\gamma_{i\partial}$ - радиус поперечного сечения такого объекта или угол относительно продольной оси *l. l* – центральная ось объекта.

1. Будем облучать бесконечно малую площадку dS потоком со значением поверхностной плотности потока Е перпендикулярно к поверхности площадки. Рассмотрим $\Delta \hat{O}_{i\partial\partial}$ -доля отраженного потока, заключенного в телесном угле Δ , имеющего осью вектор заданного направления.

Представим два важных соотношения с участием $p_{\rm T}$, имеющих практическое значение: Как будет показано ниже, это соотношение позволяет в определенных случаях, оценить значения $p_{\rm T}$. Значения p для многих материалов могут быть получены из справочников. [1]

Интенсивность отраженного излучения может, имеет априорный характер.

Анализируем луча соответствующий к мелким участкам поверхности системы, учитывая угол отклонения от нормали, и имеем

$$R_m = \rho_m E \cos(\beta_{\delta a \ddot{a}})$$

Как будет $\beta_{\partial a \ddot{a}}$ показано в дальнейшем, во всех случаях нас будет интересовать отражение в сторону падения излучения, т.е. Фпад \neq Фотр = D Это позволяет прямо сейчас сделать одно полезное упрощение. Будем обозначать через *p* направленный коэффициент отражения в сторону падения излучения. Тогда,

$$\rho = \iint_{\varphi} \rho_0 d\Omega = \int_{\alpha-0}^{\alpha-2\pi} \int_{\alpha-0}^{2} \rho_0 \cos(\alpha) \sin(\alpha) d\alpha d\theta$$

Перейдем к выводу выражений, определяющей интенсивность потока, отраженного от объекта цилиндрической формы (например, провода или ветви дерева) и попадающего на входной зрачок приемника излучения. Обозначим через γ_{vo} радиус поперечного сечения такого объекта. Введем специальную систему координат, которая будет использоваться при вычислении, как показано на рисунке 1

Положение элементарного участка поверхности dS будем характеризовать его линейной координатой вдоль оси l и углом, измеренным относительно зенитного направления.

Очевидно что

$$\rho_0 = \tilde{n}\hat{i}s(\beta) = \text{Ecos}(\beta)$$
 _H $\rho_R = \frac{\partial^2 O_{\mu\rho}}{\partial S \partial \Omega}, E = \rho_0 \cos^2(\beta)$

Необходимо заметить: 1) при вертикальном расположении отражателя распространение падающего излучения можно считать параллельным оси Z. Строго говоря, это не так, так как сканирование осуществляется с углами до ±25° от вертикали. Однако в дальнейшем полагается, что объекты расположены в плоскости, перпендикулярной плоскости сканирования; 2) величина γ пр может считаться малой по сравнению с эффективным радиусом луча R н при H от 100 м и более. Поэтому величина E может считаться константой по ширине провода.

С учетом вышеизложенного вычислим величину потока в единице телесного угла, отраженного от цилиндрического элемента объекта длиной dl.

$$\rho = r_{i\bar{o}} \frac{\rho_{i\bar{o}}}{\pi} \cos^2(\beta)$$

Продолжим вывод аналитических выражений, определяющий поток, отраженный от объекта вышеприведенной формы. Рассмотрим объект, удаленный от оси луча на расстояние d, а начало оси l расположим в точке 0, соответствующей кратчайшему расстоянию до оси провода (ветви дерева).

$$dS = r_{i\delta} d\theta * dl.$$

Распределение поверхностной плотности потока падающего излучения вдоль объекта будет выражаться формулой:

$$\frac{d\hat{O}_{iii\partial}}{d\Omega} = \left[2r_{w}\int_{0-\pi}^{0-\frac{\pi}{2}}\frac{\rho}{\pi}E\cos^{2}(\theta)d\theta\right]dl$$

Подставим выражение для E(1) в формулу для Rm, полученную ранее. Перед началом вывода математического выражения сделаем следующие заметки: при реальных высотах полета угловой размер входного зрачка приемника лазера мал, и поэтому отраженный поток, регистрируемый приемником, может быть выражен как

$$\frac{\mathrm{d}\hat{O}_{\hat{i}\hat{i}\hat{i}\hat{\partial}}}{\mathrm{d}\Omega} = \frac{r_{i\partial}\,\rho\mathrm{E}}{2}\,\mathrm{d}i$$

где $\gamma_{i\delta}$ - телесный угол, соответствующий входному зрачку приемника,



Рис. 2. Положение объекта в поперечном сечении

 S_{np} - площадь входного зрачка приемника; 2). допустим следующие упрощения, которые позволят получить аналитическое выражение для искомой величины: будем рассматривать только строго вертикальную составляющую отраженного излучения. Точнее было бы учитывать направление от каждой точки отражения на приемник. Однако, вариации этого направления малы, учитывая размер пятна и расстояние до приемника; границы интегрирования распространим на всю длину провода. Ошибка в этом случае будет определяться величиной потока, отраженного за пределами мгновенного поля зрения приемника. Эта величина мала.

$$E(l) = \pi R_H^2$$

Интеграл в правой части этого выражения может быть вычислен аналитически:

$$\hat{O}_{\delta\delta\delta} = \left[\int_{l-x}^{t-x} \frac{\mathbf{r}_{\delta\delta\delta}\rho}{2} \frac{\mathbf{W}_{\mathrm{H}}}{\pi\mathbf{R}_{\mathrm{H}}^{2}} e^{-\frac{d^{2}}{R_{H}^{2}} - \frac{l^{2}}{R_{H}^{2}}} dl\right]$$
$$\frac{S_{i\delta}}{\mathrm{H}^{2}} = \frac{\rho r_{i\delta} \mathbf{W}_{\mathrm{E}} \mathbf{S}_{i\delta}}{2\pi\mathbf{R}_{\mathrm{H}}^{2} H^{2}} e^{-\frac{d^{2}}{R_{H}}} \int_{l-x}^{i-x} e^{-\frac{t^{2}}{R_{H}^{2}}} dl$$

Полученная формула выражает величину потока при вертикальном облучении и полностью диффузном характере отражения. Рассмотрим другие практически важные случаи. Прежде всего рассмотрим сканирование с наклонным положением. Угол наклона плоскости сканирования по отношению к вертикали. При вычисления значений потока, вернувшегося на вход приемника Фпр, будем пользоваться тем же приемом, что и в случае вертикального положения съема. Использованные формулы необходимо скорректировать следующим образом: а) при вычислении отклика от элементарного участка *dl* учтем наличие угла у следующим образом (рис. 1). угол падения (в этом случае есть угол между векторами е (единичный вектор обратного к Е направления) и п. Для того, чтобы выполнить интегрирование по в, необходимо найти зависимость между разложенным вектора и системы координат (х, у, z).

$$\hat{O}_{i\delta}^{n} = \frac{e^{\frac{d^{2}}{\varepsilon D^{2}}}}{2\sqrt{\pi}} \frac{\beta r_{\mu\beta} S_{i\delta}}{\varphi H^{2}} e^{2\mu H} W_{\theta}$$

И так, в соответствии с общей целью вычесления интеграла получим: б) Для определения распределения E(1) вдоль объекта обратимся к рис 1. Очевидно, что распределение E(1), полностью соответствует формуле полученной для случая строго закона оптики [2] пятно импульса в плоскости объекта (или ветви и.т.д) для этого случая будет иметь форму эллипса с полуосями. Также, что значение потока, приведенного ко входу приемника луча дають выводы:

Математическое моделирование лазерно-локационного измерения и оптимизация режимов эксплуатации лазерного луча проводится в рамках математической модели с той или иной степенью адекватности, главные процессы составляющие лазерно-локационное измерение, а именно: излучением лазерного импульса описывается параметром мгновенной мощности W(t), имеющего максимум W_0 , а также значением расходимости распространение излучения в атмосфере описывается законом поглощения Бугера; [1].

$$\kappa_{\lambda} = \chi_{\lambda} \tilde{N},$$

где, χ_{λ} — коэффициент, характеризующий взаимодействие молекулы поглощающего растворённого вещества со светом с длиной волны λ , \tilde{N} — концентрация растворённого вещества, моль/л.

Тут характер отражения от объекта считается диффузным, и для этого случая получено аналитическое выражение, описывающее значение отраженного потока; процесс регистрации потока приемником описывается с помощью единственного значения Фпр, определяющего пороговое значение величины потока. Предполагается, что если мощность отраженного импульса хотя бы для некоторого значения t превышает Фпр, то такой импульс будет зарегистрирован. Однако лучи лазера могут повредить зрение зависимо от мощности. [3]. Важнейшим практическим следствием является тот факт, что можно оценивать значение потока только для максимальной мощности выходного импульса W_0 , так как если W_0 превышает \hat{O}_{aitd} то регистрация гарантирована и наоборот.

С учетом введенной категории математической модели процесса регистрации перепишем основное уравнение потока на входном зрачке приемника в виде:

$$\hat{O}_{\tilde{n}\tilde{n}\tilde{\vartheta}}^{2} = \left[\int_{t=n}^{i=1} \frac{d\hat{O}_{\tilde{\vartheta}}^{2}}{d\Omega} E^{\gamma}(l)dl\right] \frac{S_{i\tilde{\vartheta}}}{H^{2}} = \cos^{2}(\gamma) \left[\int_{t=n}^{i=1} \frac{d\hat{O}_{\tilde{n}\tilde{\vartheta}}^{0}}{d\Omega} E(l-\cos(\gamma))dl\right] \frac{S_{i\tilde{\vartheta}}}{H^{2}}$$

С учетом того, имеем:

$$\hat{O}_{\hat{i}\hat{i}\hat{l}\hat{\partial}}^{2} = \tilde{n}os(\gamma) \left[\int_{i=-\gamma}^{t=1} \frac{d\hat{O}_{\hat{i}\hat{i}\hat{l}\hat{\partial}}^{0}}{d\Omega} E(l)dl\right] \frac{S_{i\hat{\partial}}}{H^{2}}$$

В представленном выражении можно выделить несколько смысловых групп параметров: приемо-передатчик. В рассматриваемом приближении все три величины являются константами. Их значения могут быть определены либо непосредственно экспериментально ИХ можно получить ОТ производителя разработчиков акустического лидера или лазерного микрофона [3].

Заключение. Данной работе по исследованию луча отражения от малих участков разного объекта привели к определенным парадигмам и другим исследуемым методам, что нами выведенные математические определения недостаточно к тщательному изучению динамического участка объектов отражения лазерного луча, подлежащего к измерению или изучению.

Литературы.

 Гуров И.П., Джабиев А.Н. Интерферометрические системы информационного контроля объектов. - СПб: СПбГИТМО, 2000г. 190 стр.
Ландсберг Г.С. Оптика. Изд. пятое перебо. М.: Наука, 1976
У.У.Искандаров, М. Асқарова. Лазер энергиясини масофадан қабул қилишнинг долзарб ммуаммолари Фар ДУ, "Муқобил энергия ва уларнинг турлари ва улардан фойдаланиш" истиқболлари илмий-техникавий анжуман. Материаллари 12.05.2017 79-81 бет.