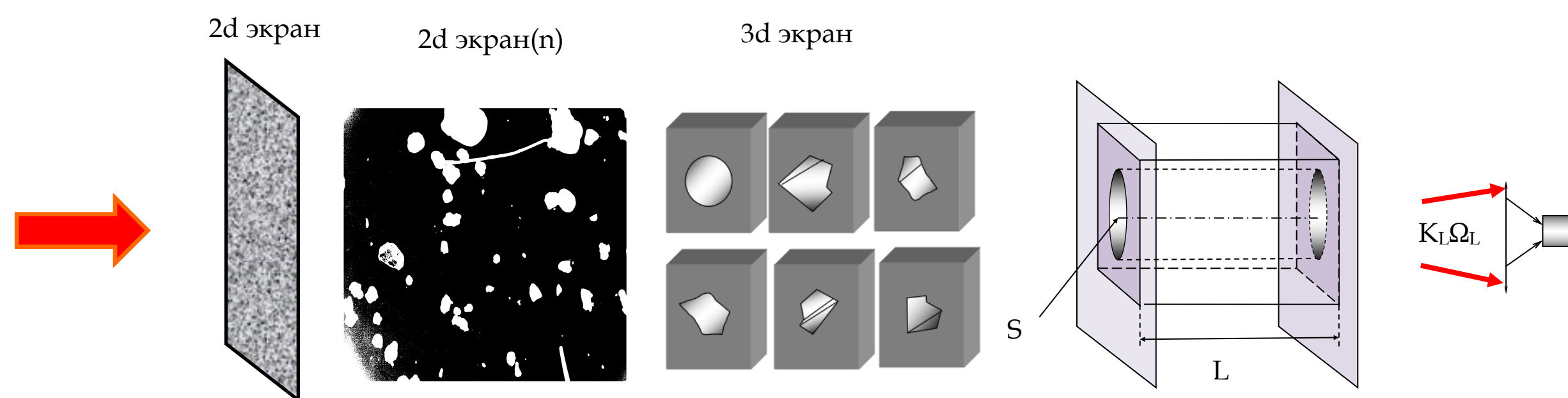


# Сравнение способов измерения эквивалентного сечения для задач дистанционного зондирования атмосферы

Г. П. Арумов, А. В. Бухарин

Институт космических исследований РАН, Москва, Россия. E-mail: [tumbul@iki.rssi.ru](mailto:tumbul@iki.rssi.ru)

**Цель:** Обоснование способов измерений эквивалентных сечений частиц для моделирования рассеивающего объекта по базовым коэффициентам (коэффициенты обратного рассеяния и экстинкции). Посредством указанных сечений можно смоделировать рассеивающий объект с монодисперсными частицами, который производит такое же пропускание и угловую трансформацию пучка как исследуемый объект.



Ненормализованный момент  $k$ -ого порядка

$$\text{Sum}(S^k) = \sum_i S_i^k, \quad k=1, 2, 3, \dots$$

Для 2d экрана сила света

$$I_{e1}(0,0) = I_0 \left( \frac{T}{K_s} \right) \sum_{i=1}^N S(i)$$

Для 2d экрана ненормализованным моментом первого порядка является коэффициент пропускания 2d экрана.

**Эквивалентное сечение**

$$\sigma_e = \frac{\sum_{i=1}^N S^2(i)}{\sum_{i=1}^N S(i)}$$

Для 3d экрана сила света составит

$$I_{e2}(L,0) = \frac{I_0}{L^2} \left( \frac{T}{K_s} \right)^2 K_L \sum_{i=1}^N S^2(i)$$

Для 3d экрана ненормализованным моментом второго порядка является коэффициент пропускания 3d экрана.

В левой части измеряемые величины.  $K_s$  - угловой коэффициент рассеяния,  $K_L$  характеризует телесный угол выходящего потока излучения.

Цифровой снимок



Цифровой снимок подложки с частицами. Анализ цифровых изображений несферических частиц в приземном слое атмосферы показал, что распределение частиц по поперечным сечениям близко к логнормальному с параметрами распределения  $\langle x \rangle = 5.76(1.6\%)$ ;  $\sigma = 1.03(12.8\%)$ . Для этих частиц эквивалентное сечение составило  $1.4 \cdot 10^{-8} \text{ м}^2$  (29%). Если среда содержит только такие частицы и концентрация этих частиц меняется во времени, то лидарному сигналу однозначно можно поставить в соответствие концентрацию частиц. Эта концентрация относится к эквивалентной среде, состоящей из монодисперсных сферических частиц с указанными эквивалентными сечениями. Эквивалентная рассеивающая среда производит такое же искажение и ослабления светового пучка как исследуемая среда.

**Вывод.** Обоснован принцип создания эквивалентного экрана с монодисперсными рассеивающими неоднородностями для моделирования обратного рассеяния и трансформации пучка в рассеивающей среде. Эквивалентные поперечные сечения частиц могут быть измерены посредством фотометрии с помощью 2d, 3d экранов, и по цифровым снимкам. Такой экран может быть выбран в качестве эквивалента рассеивающего объекта по основным базовым коэффициентам (КОР, КЭ) и угловой трансформации пучка. Данный подход определяет микроструктуру промежуточного модельного рассеивающего объекта являющегося эквивалентом исследуемого рассеивающего слоя. Использование такого объекта может существенно ограничить пространство решений некорректной обратной задачи. Преимуществами данного подхода являются уменьшение количества априорной информации о рассеивающей среде (функция распределения по сечениям частиц, мнимая и действительные части коэффициента преломления). Предложенный метод моделировать геометрию эквивалентной рассеивающей частицы и частиц исследуемой среды по соотношению базовых коэффициентов.

Работа выполнена в рамках программы "Мониторинг".

## Литература

1. Арумов Г. П., Бухарин А. В. Трехмерные экраны для измерения ненормализованных моментов // "Измерительная техника", 2018, №9, С. 44-48.
2. Paramesvaran K., Rose K. O., Krishna Murthy B. V. Relationship between backscattering and extinction coefficients of aerosols with application to turbid atmosphere // Applied Optics, 1991, Vol. 30, Number 21, P. 3059 - 3071.
3. Арумов Г. П., Бухарин А. В., Тюрин А. В. Использование стандартных экранов в задаче калибровки лидара по параметрам изображений частиц для приземного слоя атмосферы // "Измерительная техника", 2014, №3, С. 36-40.