

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ И ПОГРЕШНОСТИ ТРАНСМИССОМЕТРОВ

Григоров Н.О.<sup>1</sup>, Никитина В.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – *Российский Государственный Гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия. grigorov46@mail.ru.*

**Аннотация.** На основе уравнений Кошмидера и Бугера-Ламберта рассчитывается зависимость трансмиссометров от длины базы и метеорологической дальности видимости. Зависимость имеет максимум, положение которого зависит как от МДВ так и от длины базы. Получены соотношения между этими величинами. Это дало возможность рассчитать погрешности трансмиссометра и оптимальную длину базы.

Ключевые слова: трансмиссометры, метеорологическая дальность видимости, чувствительность, погрешность.

На основе уравнений Кошмидера и Бугера-Ламберта легко вывести формулу для чувствительности трансмиссометра – прибора для определения метеорологической дальности видимости [1]:

$$S = \frac{dJ}{dL} = \frac{d}{dL}(\epsilon L) = -\epsilon L \cdot \ln \epsilon \cdot \left(\frac{l}{L^2}\right) \quad (1)$$

где  $J$  – измеренная яркость светового луча,  $J_0$  – исходное значение яркости луча, вышедшего из источника,  $l$  – расстояние до базы (в данном случае имеется в виду расстояние, проходимое лучом света в мутной атмосфере, т.е. вдвое большее, чем расстояние между фотометрическим блоком и отражателем),  $\epsilon$  – порог контрастной чувствительности глаза, в исследованиях принятый равным 0.03,  $L$  – метеорологическая дальность видимости [2].

По формуле (1) были проведены вычисления чувствительности для  $l$  от 1 до 500 м и для  $L = 30$  м, 50 м, 100 м, 200 м, 500 м, 1000 м, 2000 м, 5000 м, 10000 м. По результатам вычислений были построены графики. Установлено, что при  $L = 30$  м максимум чувствительности наблюдается, когда  $l = 8$  м, чувствительность равна  $0.12 \text{ м}^{-1}$ , а при  $L = 10000$  м максимум чувствительности наблюдается, когда  $l = 2858$  м, чувствительность равна  $3.6 \cdot 10^{-5} \text{ м}^{-1}$ . Иными словами, при увеличении МДВ максимальная чувствительность снижается и наблюдается при большем значении длины базы.

Далее по формуле (1) были проведены расчёты чувствительности в зависимости от МДВ в диапазоне  $L$  от 1 до 5000 м и  $l = 10$  м, 20 м, 50 м, 100 м, 200 м, 500 м. По результатам вычислений установлено, что при  $l = 10$  м максимум чувствительности наблюдается, когда  $L = 20$  м, чувствительность равна  $0.02 \text{ м}^{-1}$ , а при  $l = 500$  м максимум наблюдается, когда  $L = 730$  м, чувствительность равна  $0.000298 \text{ м}^{-1}$ . Сделан вывод, что при увеличении расстояния до базы максимум чувствительности сдвигается в сторону увеличения МДВ.

Для более тщательного изучения соотношения между длиной базы и МДВ были найдены максимумы функций  $S(l)$  и  $S(L)$ :

$$\frac{dS}{dl} = \ln \epsilon \cdot \epsilon L \frac{1}{L^4} \left( \frac{\ln \epsilon \cdot l}{L} + 1 \right) = 0 \quad (2)$$

$$\frac{dS}{dL} = \ln \epsilon \cdot \epsilon L \frac{1}{L^3} \left( \ln \epsilon \cdot \frac{l}{L} + 2 \right) = 0 \quad (3)$$

Из уравнений (2) и (3) было получено соответственно:

$$L = 3.5l \quad (4)$$

$$L = 1.75l \quad (5)$$

Данные соотношения подтверждают расчёты, сделанные по формуле (1).

Полученные значения чувствительности позволили рассчитать погрешность трансмиссометра. За основу были взяты опубликованные технические характеристики ФИ-4 [3] и с их помощью рассчитана абсолютная погрешность измерения светового потока фотометра, которая в дальнейшем считалась постоянной. С учётом значений чувствительности и её зависимости от МДВ, была рассчитана абсолютная погрешность измерения дальности видимости.

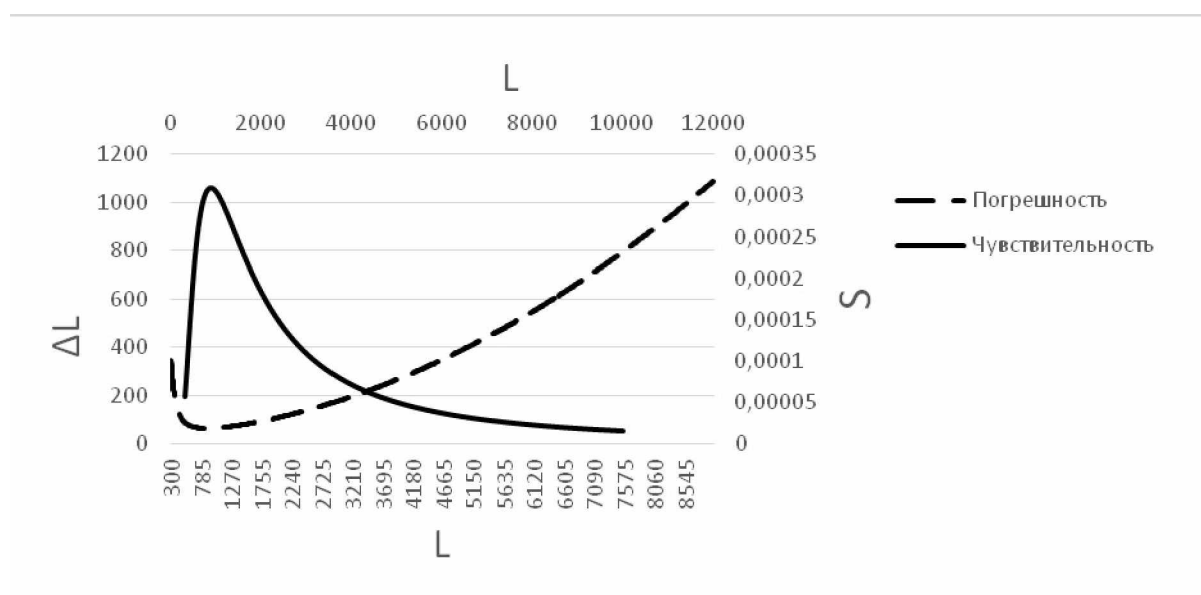


Рис. 1. Зависимость чувствительности трансмиссометра  $S$  и погрешности измерения дальности видимости  $\Delta L$  от МДВ при постоянной базе 200 м.

### Литература

1. Григоров Н.О., Никитина В.С. Чувствительность трансмиссометров как функция измерительной базы. Southern Almanac of Scientific Reseach, <http://yunia.ru/article/4-3>
2. Григоров Н.О., Восканян К.Л., Саенко А.Г. Методы и средства гидрометеорологических измерений. Метеорологические приборы. Санкт-Петербург: РГГМУ, 2012 г. - 306 с.
3. <https://all-pribors.ru/opisanie/49487-12-fi-4-52445> Технические характеристики ФИ-4.

## INVESTIGATION OF TRANSMISSOMETERS' SENSIBILITY AND ERRORS

Grigorov N.O.<sup>1</sup>, Nikitina V.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia. [grigorov46@mail.ru](mailto:grigorov46@mail.ru).

**Abstract.** Sensibility of transmissometers versus visibility and light trajectory distance was calculated at the base of Coshmider and Bouguer-Lambert equations. The sensibility has maximum. The position of maximum depends on MVA and distance between light source and receiver. Relationships of these variables were calculated too. It made possible to find transmissometers' errors and the best distance between light source and receiver.

Keywords: transmissometers, meteorological visibility range, sensibility, errors.