

ИЗУЧЕНИЕ ТРАНСМИССОМЕТРА ПО ЕГО ВИРТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ

Саенко А.Г.¹, Симакина Т.Е.¹

¹ – Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, tatiana.simakina@gmail.com

Аннотация. Построена модель трансмиссометра на базе программной платформы LabVIEW. Выполнен анализ зависимости погрешности измерения дальности видимости от чувствительности трансмиссометра

Ключевые слова: метеорологическая дальность видимости, трансмиссометры, чувствительность, измерительная база, виртуальная лабораторная установка

Трансмиссометры (ТМ) используются для измерения метеорологической дальности видимости (МДВ) в большинстве аэропортов. Исследование трансмиссометров в данной работе преследует две задачи – научную и образовательную. В рамках образовательной задачи создана модель ТМ по типу ФИ [1], включающая осциллограф, который позволяет исследовать все структурные блоки прибора. Модель создана в среде программирования LabVIEW (Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench), разработанной фирмой National Instruments [2].

Созданная модель позволяет задавать прозрачность атмосферы, удаление отражателя от источника света и уровень освещенности фона.

Научная задача заключалась в исследовании зависимости погрешности измерения МДВ трансмиссометром от его чувствительности. Вывод формулы чувствительности ТМ приведен в работе [3].

$$S = \frac{d \frac{J}{J_0}}{dL} = \frac{d}{dL} (\varepsilon^{\frac{l}{L}}) = -\varepsilon^{\frac{l}{L}} \cdot \ln \varepsilon \cdot \left(\frac{l}{L^2}\right)$$

где L – метеорологическая дальность видимости, J_0, J – исходный и принятый световой сигнал, ε – порог контрастной чувствительности глаза, l – расстояние, который проходит свет от источника до приемника.

Для конкретной МДВ можно найти расстояние $l_{S_{\max}}$ между приемником и источником, на котором чувствительность ТМ максимальна, приравняв производную от S по L нулю:

$$\frac{dS}{dL} = \ln \varepsilon \cdot \varepsilon^{\frac{l}{L}} \cdot \frac{1}{L^4} (l \cdot \ln \varepsilon + 2l)$$

С увеличением МДВ значение максимума чувствительности снижается, а длина базы, на которой максимум будет достигнут, растет. Значения максимумов чувствительности и соответствующие им длины базы при различных МДВ приведены в табл. 1.

Таблица 1 – Результаты моделирования ТМ

МДВ, км	S_{\max}	$l_{S_{\max}}$, м	ΔL при $l=200$ м, м	ΔL при $l=40$ м, м
0.1	3.08	45	-	0,8
0.2	1.52	60	-30,5	0,8
0.5	0.7	98	-2,1	0,7
0.6	0.54	100	-1,4	0,5
1.0	0.26	590	5,9	6,8
1.5	0.23	600	2,5	3,0
4	0.09	950	1,1	1,3

Таким образом, для ожидаемых значений МДВ $l_{S_{\max}}$ - наилучшее значение длины базы. В случае отличия длины измерительной базы l от найденного расстояния $l_{S_{\max}}$, возникает мультипликативная погрешность ТМ ΔL :

$$\Delta L = \varepsilon \frac{l_{S_{\max}}}{L} - \varepsilon \frac{l}{L}$$

В табл. 1 представлена погрешность, рассчитанная для стандартных значений путей прохождения светового сигнала. В комплекте фотометра ФИ-1 [1] дальний отражатель установлен на расстоянии 100 м от фотометрического блока, ближний – на расстоянии 20 м, соответственно измерительная база в первом случае составляет 200 м, во втором 40 м. Наибольшая погрешность в 6-7 м при использовании стандартных отражателей получена при измерении МДВ в начинающемся тумане (около 1000 м).

Таким образом, установление погрешности измерения МДВ трансмиссометром, связанной с изменением его чувствительности, имеет практическое и образовательное значение.

Литература

1. Григоров, Н. О. Восканян, К. Л. Саенко, А. Г. Методы и средства гидрометеорологических измерений. Метеорологические приборы. Санкт-Петербург: РГГМУ, 2012 г. -306 с.
2. Саенко А.Г., Симакина Т.Е. Дистанционное изучение метеорологической техники на базе технологии виртуальных инструментов. //Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. 2017. № 47. С. 118-125.
3. Чувствительность трансмиссометров как функция измерительной базы. Григоров Н.О., Никитина В.С. //SOUTHERN ALMANAC OF SCIENTIFIC RESEARCH. Издательство: Общество с ограниченной ответственностью "ГЛОБАЛ ТРЭЙД ЭНД СЕРВИС" (Севастополь) № 4 - 2017 С. 46-50.

STUDY OF TRANSMISSOMETER BY ITS VIRTUAL MODEL

Saenko A.G.¹, Simakina T.E.¹

¹ – Russian State Hydrometeorological University, Saint-Petersburg, Russia,
tatiana.simakina@gmail.com

Abstract. A model of transmissometer based on LabVIEW software platform was built. The analysis of the dependence of the measurement error of the range of visibility on the sensitivity of the transmissometer

Key words: meteorological visibility range, transmissometers, sensitivity, measuring base, virtual laboratory installation