

Розрахунок параметрів наближеної моделі світлового забруднення атмосфери

Семків Ю.М., Андрійчук В.А., д.т.н., проф.

*Тернопільський державний технічний університет ім. Івана Пулюя,
м. Тернопіль, вул. Микулинецька, 46, а*

Касеркевич В.С.

Львівський національний університет ім. Івана Франка.

Атмосфера є різновидністю мутного середовища, в якому ослаблення світла проходить в силу причин: із-за поглинання світла частинками, із-за розсіяння світла на молекулах і аерозольних та хмарних частинках, із-за наявності в атмосфері турбулентних пульсацій і т. п.

В даний час найбільш розвинутий напрям – теорія переносу випромінювання. Ядром теорії є рівняння переносу випромінювання, що представляє собою рівняння балансу. Недоліком класичної теорії випромінювання є те, що будучи феноменологічною теорією не враховує внутрішню структуру середовища (її молекулярний та дисперсний стан), відсутнє її обґрунтування з точки зору класичної електродинаміки. Добре відомі труднощі з якими стикається ця теорія коли розглядаються задачі вивчення розповсюдження світла в неоднорідній атмосфері. Вивчення ослаблення світла з врахуванням всіх факторів ослаблення задача надзвичайно важка. Ця проблема актуальна для багатьох галузей науки та техніки, а обґрунтованої теорії розповсюдження електромагнітних хвиль в мутних середовищах до сих пір не існує. Вихід полягає в упрощенні математичної моделі.

Метою даної роботи є розробка математичної моделі для наближеного розрахунку світлового забруднення атмосфери.

Яскравість неба, як і слабких протяжних об'єктів, можна виражати в канделах на квадратний метр ($\text{кд}/\text{м}^2$) чи в зоряних величинах на квадратну секунду. Перша величина застосовується в звичайних фотометричних розрахунках у тому числі в розрахунках витримки в астрофотографії, а друга використовується тільки в астрофізиці. Вона відповідає яскравості, якщо блиск зірки “розмазати” по площі в 1 квадратну секунду дуги. Наприклад, якщо блиск такої зірки дорівнює 10^m , то це значить, що яскравість ділянки неба дорівнює $10^m/\text{кв. секунди}$.

В місті в результаті світлового забруднення гранична зоряна величина, видима оком рівна m . Розділяюча кутова здатність ока – 100 секунд дуги. Зірка на небі видна не як точка, а як пятно з кутовим розміром 100 секунд дуги. Площа такого пятна складає 10^4 квадратних секунд. Будемо вважати, що для самих слабких видимих зір поверхнева яскравість однієї кв. секунди неба повинна співпадати з поверхневою яскравістю однієї кв. секунди зірки. Так як гранична зоряна величина рівна m то поверхнева яскравість 1 кв. секунди зірки (і неба) рівна $m + 10$. (освітленість створена “квадратними секундами” зірки додається, а зміна освітленості на 4 порядки відповідає зміні на 10 зоряних величин).

В роботі розглядається світлове забруднення як ортотропне світлове поле (в якого яскравість не залежить від кута нахилу площини до кута зору). Енергетичною характеристикою випромінення такого світлового поля є спектральна густина енергетичної яскравості $I(\lambda) = d(E) / [d(\lambda) \times d(t) \times dF \times d(\omega)]$.

Розроблено математичну модель розсіючого середовища для розрахунку світлового забруднення атмосфери, що враховує кількість населення міста, кількість та типи світильників, світловіддачу ламп, площу освітленої частини міста. На основі моделі створена комп'ютерна програма, яка може моделювати карту світлового забруднення вибраної території.