

Рекомендація E-200-2 щодо морських сигнальних вогнів
Частина 2 – Розрахунок, визначення і позначення оптичної дальності видимості
Грудень 2008 року

IALA-MAMC
МІЖНАРОДНА АСОЦІАЦІЯ НАВІГАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
МОРЕПЛАВСТВА І МАЯКОВИХ СЛУЖБ

E-200-2
РЕКОМЕНДАЦІЯ IALA-MAMC

ЩОДО

МОРСЬКИХ СИГНАЛЬНИХ ВОГНІВ

**Частина 2 – Розрахунок, визначення і позначення
оптичної дальності видимості**

Видання 1

Грудень 2008 року



20ter, rue Schnapper, 78100
Saint Germain en Laye, France (Франція)
Тел.: +33 1 34 51 70 01 Факс: +33 1 34 51 82 05
Телекс: 695499 ialaism f
E-mail: iala-aism@easynet.fr Internet: <http://iala-aism.org>

Рекомендація E-200-2 щодо морських сигнальних вогнів
Частина 2 – Розрахунок, визначення і позначення оптичної дальності видимості
Грудень 2008 року

Перегляди документа

Перегляди документа IALA зазначаються у таблиці до видання переглянутого документа.

Дата	Переглянута сторінка / розділ	Вимога щодо перегляду

**Рекомендація щодо морських сигнальних вогнів
Частина 2 – Розрахунок, визначення і
позначення оптичної дальності видимості
(Рекомендація E-200-2)**

РАДА,

НАГАДУЮЧИ про функцію Міжнародної асоціації навігаційного забезпечення мореплавства і маякових служб (IALA) у відношенні безпеки мореплавства, ефективності морських перевезень і захисту навколишнього середовища;

ВИЗНАЮЧИ потребу в опублікуванні експлуатаційних характеристик морських сигнальних вогнів;

ТАКОЖ ВИЗНАЮЧИ потребу у зазначенні, проектуванні й обчисленні експлуатаційних характеристик морських сигнальних вогнів у всьому світі;

ЗВЕРТАЮЧИ УВАГУ на те, що цей документ застосовується лише до морських вогнів на засобах навігаційного обладнання, встановлених після дати цієї публікації;

ЗАТВЕРДЖУЄ таблиці і схеми, що містяться у додатку до цієї рекомендації; та

РЕКОМЕНДУЄ національним членам та іншим відповідним установам, які надають послуги, пов'язані з морськими засобами навігаційного обладнання, проектувати, зазначати й обчислювати експлуатаційні характеристики морських сигнальних вогнів на засобах навігаційного обладнання згідно з Додатком до цієї рекомендації.

* * *

ЗМІСТ

ПЕРЕГЛЯДИ ДОКУМЕНТА	2
РЕКОМЕНДАЦІЯ ЩОДО МОРСЬКИХ СИГНАЛЬНИХ ВОГНІВ, ЧАСТИНА 2 – РОЗРАХУНОК, ВИЗНАЧЕННЯ І ПОЗНАЧЕННЯ ОПТИЧНОЇ ДАЛЬНОСТІ ВИДИМОСТІ	3
ЗМІСТ	4
ПОКАЖЧИК РИСУНКІВ	5
ПОКАЖЧИК ТАБЛИЦЬ	5
ДОДАТОК	6
1.1 Сфера застосування / Мета	6
1.2 Передумови / Історія питання	6
2 ОСНОВИ ФІЗИКИ – ЗАКОН АЛЛАРДА	7
2.1 Закон Алларда	7
2.2 Закон Алларда із застосуванням коефіцієнта прозорості атмосфери (Т)	7
2.3 Закон Алларда із застосуванням коефіцієнта прозорості (Т _М) в 1 морську милю	8
2.4 Метеорологічна видимість	9
2.5 Закон Алларда на основі метеорологічної видимості	10
3 ОПТИЧНА ДАЛЬНІСТЬ ВИДИМОСТІ	10
4 НОМІНАЛЬНА ДАЛЬНІСТЬ ДІЇ	11
4.1 Визначення номінальної дальності дії вогнів, призначених для скеровування судноплавства	11
4.2 Позначення номінальної дальності дії вогнів, призначених для скеровування судноплавства	11
5 ВАЖЛИВІ ФАКТОРИ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ МОРСЬКИХ СИГНАЛЬНИХ ВОГНІВ	12
5.1 Фактор умов експлуатації	12
5.2 Місцеві умови	12
5.3 Зона застосування	12
5.4 Фонове освітлення	12
5.5 Створні вогні	12
5.6 Оцінювання придатності	12
ДОДАТОК I Діаграми і таблиці	13
1 МЕТЕОРОЛОГІЧНА ВИДИМІСТЬ І КОЕФІЦІЄНТ ПРОЗОРОСТІ	13
2 ОПТИЧНА ДАЛЬНІСТЬ ВИДИМОСТІ В НІЧНИЙ ЧАС	14

Рекомендація Е-200-2 щодо морських сигнальних вогнів
Частина 2 – Розрахунок, визначення і позначення оптичної дальності видимості
Грудень 2008 року

3	НОМІНАЛЬНА ДАЛЬНІСТЬ ДІЇ В НІЧНИЙ ЧАС	15
3.1	Компенсація фонового освітлення (в нічний час)	16
4	ОПТИЧНА ДАЛЬНІСТЬ ВИДИМОСТІ В ДЕННИЙ ЧАС	17
4.1	Оцінювання необхідного освітлення для денної дальності дії	17
4.2	Пояснення до діаграми денного часу	19
4.2.1	Використання графіка (рисунок 3)	19
5	НОМІНАЛЬНА ДАЛЬНІСТЬ ДІЇ В ДЕННИЙ ЧАС	20
6	ПОСИЛАННЯ	23

ПОКАЖЧИК РИСУНКІВ

Рисунок 1	Графік метеорологічної видимості відносно коефіцієнта прозорості атмосфери (T_m)	13
Рисунок 2	Діаграма оптичної дальності видимості – в нічний час	14
Рисунок 3	Діаграма оптичної дальності видимості – в денний час	18

ПОКАЖЧИК ТАБЛИЦЬ

Таблиця 1	Таблиця номінальної дальності дії в нічний час (дальність дії округлена до найближчої морської милі)	15
Таблиця 2	Фонове освітлення за різних метеорологічних умов	19
Таблиця 3	Таблиця номінальної дальності дії в денний час (дальність дії округлена до найближчої морської милі)	20
Таблиця 4	Таблиця номінальної дальності дії для різних величин фонового освітлення (вночі та вдень)	21

ДОДАТОК

Рекомендація IALA E-200-2 Морські сигнальні вогні Частина 2 – Позначення інтенсивності освітлення та оптичної дальності видимості

1 ВСТУП

1.1 Сфера застосування / Мета

Призначення цього документу полягає в уможливленні визначення оптичної дальності видимості вогнів у вигляді функції їхньої інтенсивності та метеорологічної видимості постачальниками і виробниками вогнів для морських засобів навігаційного обладнання (AtoN), а також мореплавцями. Дана рекомендація забезпечує зв'язок між фізичними і фотометричними властивостями вогнів морських AtoN та інформацією щодо оптичної дальності видимості, що надається мореплавцям.

Постачальникам вогнів для морських AtoN цю рекомендацію слід використовувати для оцінювання необхідної інтенсивності освітлення при проектуванні вогнів.

Виробники вогнів для морських AtoN мають розраховувати номінальну оптичну дальність видимості (також відому як «номінальну дальність дії») своїх вогнів відповідно до цієї рекомендації.

1.2 Передумови / Історія питання

Вперше визначення оптичної дальності видимості вогнів було приведене в Рекомендації 1966 року [1]. Протягом багатьох років це визначення формувало важливу основу для опису вогнів для морських засобів навігаційного обладнання.

Однак, з 1966 року до визначення оптичної дальності видимості було зроблено декілька доповнень. Ці доповнення описані у п'яти документах IALA ([2], [3], [4], [5], [6]).

Щоб уникнути плутанини, інформацію з цих шести документів було об'єднано в єдиний документ стосовно обчислення, визначення і позначення оптичної дальності вогнів, який допоможе визначити різницю між різними необхідними значеннями освітленості (що потребуються для ока спостерігача) та їхнім застосуванням.

Дві основні рекомендації [1] та [3] включали в себе номограми для оцінки оптичної дальності видимості. Ці номограми все ще залишаються в дії. Проте, широке розповсюдження комп'ютерного моделювання робить доречним здійснення оцінки оптичної дальності видимості за допомогою формул, які і приводяться в цій рекомендації.

В попередніх рекомендаціях IALA та в словнику IALA термін «географічна миля (sea mile)» використовується як одиниця вимірювання оптичної дальності видимості, номінальної дальності дії та метеорологічної видимості. В цьому документі термін «географічна миля» замінено терміном «морська миля (nautical mile)», який є бажаною одиницею вимірювання та одиницею вимірювання, що застосовується для визначень.

Різниця між географічною милею (1853,2 м) і морською милею (1852 м) є незначною і жодних практичних наслідків для цих розрахунків не має. Морську милю обрано в якості одиниці вимірювання з причини ширшого застосування цього терміну в навігації.

2 ОСНОВИ ФІЗИКИ – ЗАКОН АЛЛАРДА

Освітленість сигнального вогню на рівні ока спостерігача можна обчислити за допомогою закону фізики, який називається законом Алларда.

2.1 Закон Алларда

Закон Алларда дозволяє виконати обчислення освітленості (E) як функції відстані (d), інтенсивності освітлення (I) та експоненціального множника (z).

$$E(d) = I \frac{e^{-zd}}{d^2}$$

Рівняння 1

Експоненціальний множник (z) описує атмосферне поглинання і розсіювання (ослаблення). На практиці існують і інші способи характеризування превалюючої атмосфери.

2.2 Закон Алларда із застосуванням коефіцієнта прозорості атмосфери (T)

Коефіцієнт прозорості атмосфери (T) визначається як співвідношення світлового потоку, що передається через атмосферу на задану відстань, до світлового потоку, який передавався би на таку саму відстань у вакуумі.

$$T = \frac{\Phi(d_U)}{\Phi_{\text{vacuum}}(d_U)}$$

Рівняння 2,

де:

- T - коефіцієнт прозорості атмосфери (безрозмірний);
- $\Phi(d_U)$ - світловий потік на заданій відстані після проходження через атмосферу;
- $\Phi_{\text{вакуум}}(d_U)$ - теоретичний світловий потік на заданій відстані після проходження через вакуум;
- d_U - задана відстань.

Оскільки співвідношення світлових потоків у рівнянні 2 є таким самим, що і співвідношення відповідних значень освітленості, рівняння 2 можна записати як:

$$T = \frac{E(d_U)}{E_{\text{vacuum}}(d_U)}$$

Рівняння 3,

де:

- $E(d_U)$ - освітленість на заданій відстані після проходження через атмосферу;
 $E_{\text{вакуум}}(d_U)$ - теоретична освітленість на заданій відстані після проходження через вакуум.

Якщо вставити вирази для $E(d_U)$ і $E_{\text{вакуум}}(d_U)$ з рівняння 1 в рівняння 3 і зауважити, що для $E_{\text{вакуум}}(d_U)$ $z = 0$, рівняння 3 матиме наступний вигляд:

$$T = e^{-zd_U}$$

Рівняння 4

Поєднання рівнянь 1 і 4 дає:

$$E(d) = I \frac{T^{d/d_U}}{d^2}$$

Рівняння 5

2.3 Закон Алларда із застосуванням коефіцієнта прозорості (T_M) в 1 морську милю

Для коефіцієнта прозорості обрано задану відстань, яка дорівнює 1 морській милі. Виражене в усіх метричних одиницях рівняння 5 матиме наступний вигляд:

$$E(d) = I \frac{T_M^{d/d_U}}{d^2}$$

Рівняння 6,

де:

- $E(d)$ - освітленість на відстані d в метрах;
 I - інтенсивність освітлення в канделах;
 T_M - коефіцієнт прозорості атмосфери [безрозмірний] для 1 морської милі;
 d - відстань у метрах;
 d_U - задана відстань, що відповідає коефіцієнту прозорості [1852 м].

На практиці відстань (d) виражається в морських милях. Зважаючи на той факт, що одна морська миля дорівнює 1852 метрам, і опустивши задану відстань в ступені, рівняння 6 можна записати як:

$$E(d) = I \frac{T_M^d}{\left(1852 \frac{\text{metres}}{\text{nautical mile}} \times d\right)^2}$$

Рівняння 7,

де: d - відстань у морських милях.

Спростивши і опустивши всі одиниці, отримаємо:

$$E(d) = \frac{I}{(3.43 \times 10^6)} \frac{T_M^d}{d^2}$$

Рівняння 8,

де:

- | | |
|--------|---|
| $E(d)$ | - освітленість на рівні ока спостерігача в люменах на метр квадратний (lm/m^2); |
| I | - інтенсивність освітлення в канделах (cd); |
| T_M | - коефіцієнт прозорості для 1 морської милі атмосфери; |
| d | - числова величина відстані в морських милях. |

2.4 Метеорологічна видимість

Метеорологічна видимість – це альтернативний спосіб опису ослаблення атмосферою об'єкту, за яким ведеться спостереження, і який у приведеному вище виразі кількісно характеризується коефіцієнтом прозорості атмосфери.

Метеорологічна видимість – це найбільша відстань, на якій вдень можна побачити і розпізнати чорний об'єкт прийнятних розмірів навпроти горизонту або, у випадку з нічними спостереженнями, - побачити і розпізнати за умови покращення загального освітлення до рівня денного світла [2].

За визначенням, зв'язок між метеорологічною видимістю (V) і коефіцієнтом прозорості виражається наступним чином:

$$V = \frac{\ln 0.05}{\ln T_M} \times d_U$$

Рівняння 9,

Рекомендація E-200-2 щодо морських сигнальних вогнів
Частина 2 – Розрахунок, визначення і позначення оптичної дальності видимості
Грудень 2008 року

де:

- V - метеорологічна видимість в морських милях;
T_M - коефіцієнт прозорості [безрозмірний] для 1 морської милі;
d₀ - задана відстань в 1 морську милю.

Опустивши одиниці вимірювання та опустивши задану відстань, отримаємо:

$$V = \frac{\ln 0.05}{\ln T_M}$$

Рівняння 10.

2.5 Закон Алларда на основі метеорологічної видимості

Словник IALA рекомендує описувати атмосферне ослаблення за допомогою метеорологічної видимості (V), а не за допомогою коефіцієнту прозорості T_M.

Закон Алларда можна виразити з використанням метеорологічної видимості (V), поєднавши рівняння 8 і рівняння 10.

$$E(d) = \frac{I}{(3.43 \times 10^6)} \frac{0.05^{\frac{d}{V}}}{d^2}$$

Рівняння 11,

де:

- E(d) - освітленість на рівні ока спостерігача (lx);
I - інтенсивність освітлення в канделах (cd);
d - відстань в морських милях;
V - метеорологічна видимість в морських милях.

Одиниці вимірювання (не відображені), пов'язані з (3,43x10⁶), є м²/М².

3 ОПТИЧНА ДАЛЬНІСТЬ ВИДИМОСТІ

У випадку зі світлом, яке представляє собою точкове джерело світла, **оптична дальність видимості (D)** визначається як максимальна відстань, на якій можна побачити світло, за допомогою інтенсивності освітлення (I) джерела світла, метеорологічної видимості (V) та «необхідної освітленості» (раніше відомої як «поріг») (E_t) на рівні ока спостерігача. На цій відстані освітленість (E) на рівні ока спостерігача приводиться до значення E_t.

Вставивши ці параметри у рівняння 11 і розклавши його, отримаємо:

$$I = (3.43 \times 10^6) E_t D^2 (0.05)^{-\frac{D}{V}}$$

Рівняння 12,

де:

I	- інтенсивність освітлення в канделах (cd);
E_t	- необхідна освітленість на рівні ока спостерігача (lx) (див. пункт 4.1);
D	- оптична дальність видимості в морських милях;
V	- метеорологічна видимість в морських милях.

Рівняння 12 рекомендується для обчислення оптичної дальності видимості сигнальних вогнів. З огляду на числовий характер рівняння 12 для обчислення оптичної дальності видимості (D) необхідною є числова ітерація. Грубу оцінку значення D можна вивести з номограм, що містяться в цій рекомендації.

4 НОМІНАЛЬНА ДАЛЬНІСТЬ ДІЇ

4.1 Визначення номінальної дальності дії вогнів, призначених для скеровування судноплавства

Міжнародна асоціація навігаційного забезпечення мореплавства і маякових служб (IALA) рекомендує визначати номінальну дальність дії морських сигнальних вогнів, призначених для скеровування судноплавства, наступним чином:

Номінальна дальність дії морського сигнального вогню – це відстань в морських милях, на якій цей вогонь виробляє освітлення на рівні ока спостерігача:

- в обсязі 2×10^{-7} для дальності дії в нічний час;
- в обсязі 2×10^{-3} для дальності дії в денний час.

Слід припустити, що метеорологічна видимість (V) дорівнює 10 морським милям ($T_M = 0,7411$) і що атмосфера є однорідною.

Примітка: для ознайомлення з подальшими міркуваннями щодо необхідних значень освітленості дивіться, будь-ласка, пункт A1.2.3.

4.2 Позначення номінальної дальності дії вогнів, призначених для скеровування судноплавства

Міжнародна асоціація навігаційного забезпечення мореплавства і маякових служб (IALA) рекомендує публікувати у «Вогнях і знаках» таку інформацію про номінальну дальність дії вогнів, призначених для скеровування судноплавства:

- номінальну дальність дії вогнів, призначених для скеровування судноплавства вночі;
- номінальну дальність дії вогнів, призначених для скеровування судноплавства вдень, якщо це доречно;
- номограми, що дозволяють мореплавцям оцінювати оптичну дальність видимості вогнів, призначених для скеровування судноплавства вдень або вночі, у

вигляді функції їхньої номінальної дальності дії, переважної метеорологічної видимості та, якщо це доречно, світіння неба в напрямку спостереження.

5 ВАЖЛИВІ ФАКТОРИ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ МОРСЬКИХ СИГНАЛЬНИХ ВОГНІВ

При виборі морських сигнальних вогнів для установки на засобах навігаційного обладнання слід брати до уваги деякі важливі фактори, що викладені нижче. Внаслідок цього для досягнення необхідної дальності дії може потребуватися різна інтенсивність освітлення.

5.1 Фактор умов експлуатації

При установці на практиці слід брати до уваги зниження інтенсивності освітлення через умови експлуатації внаслідок погіршення роботи джерела світла, забруднення і засолювання ліхтарів, тощо. Рекомендується включати фактор експлуатації у значення інтенсивності, що використовується для обчислення номінальної дальності дії, яка зазначатиметься при опублікуванні. Рекомендується вказувати фактор експлуатації, який дорівнює 0,75 (і відповідає зниженню інтенсивності на 25%). Незважаючи на те, що такий фактор умов експлуатації включає в себе погіршення віддачі джерела світла, слід зазначити, що віддача деяких джерел світла, наприклад, розрядних ламп і світловипромінювальних діодів (LEDs), може протягом їхнього терміну служби знижуватись значно більше, ніж на 25%. При проектуванні та установці сигнальних вогнів AtoN слід зважати на погіршення їхніх експлуатаційних характеристик протягом періоду служби, а також на їхній термін експлуатації.

5.2 Місцеві умови

Переважні умови видимості відрізнятимуться у різних географічних районах. Тому, при виборі вогню цей фактор слід брати до уваги. Вибір має ґрунтуватися на практичному значенні оптичної дальності видимості, а не на номінальній дальності дії.

5.3 Зона застосування

Необхідна дальність дії може змінюватись в залежності від зони застосування вогню.

5.4 Фонове освітлення

Різні рівні фонового освітлення можуть вимагати різних значень необхідного освітлення.

5.5 Створні вогні

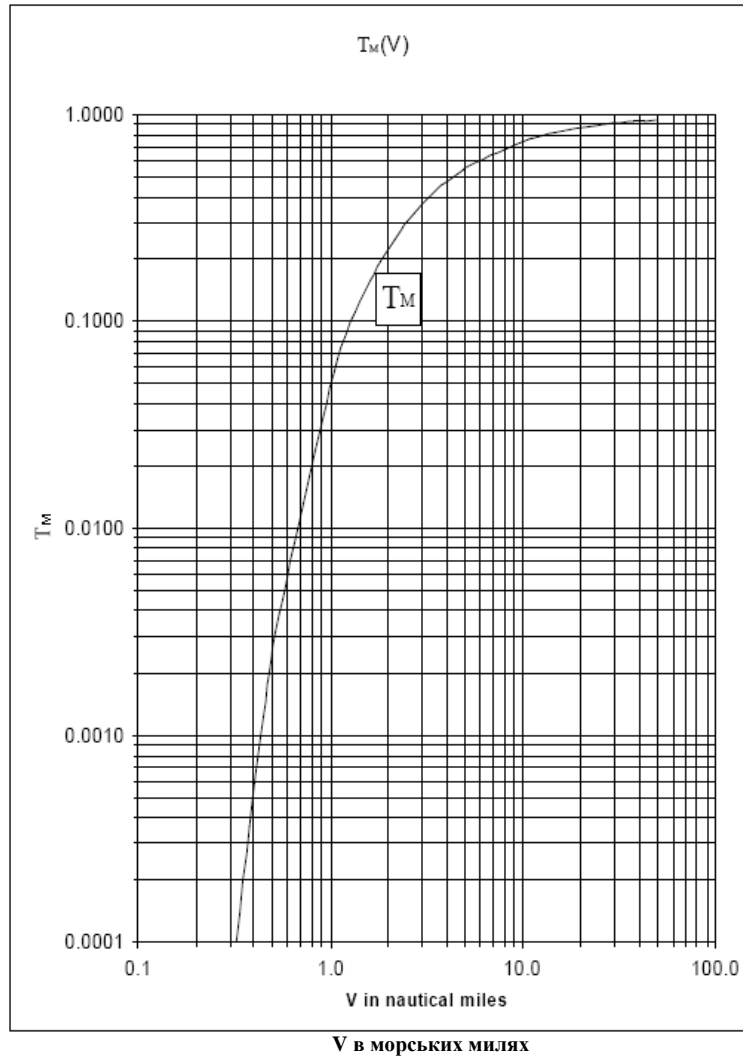
Важливо знати, що створний вогонь, як і будь-який інший нічний вогонь, матиме номінальну дальність дії, що відповідатиме відстані, на якій освітлення на рівні ока спостерігача становитиме 2×10^{-7} люкса (lx). Однак, Рекомендація E-112 щодо створних вогнів [5] зазначає, що освітлення, необхідне спостерігачу для користування створними вогнями і для розпізнавання вночі, повинно становити щонайменше 1×10^{-6} люкса (lx). Оскільки рівень освітлення, що відповідає номінальній дальності дії, є в 5 разів меншим за рівень, необхідний для розпізнавання вогнів у корисному сегменті, концепція номінальної дальності дії для створних вогнів зазвичай не застосовується.

5.6 Оцінювання придатності

Якщо це можливо, для підтвердження придатності сигнального вогню в межах його дуги застосування слід проводити суб'єктивне оцінювання сигнального вогню.

ДОДАТОК 1 Діаграми і таблиці

1 МЕТЕОРОЛОГІЧНА ВИДИМІСТЬ І КОЕФІЦІЄНТ ПРОЗОРОСТІ



$$V = \frac{\ln 0.05}{\ln T_M} * d_U = -\frac{3 M}{\ln T_M} \qquad T_M = 0.05^{\frac{d_U}{V}} = 0.05^{\frac{1M}{V}}$$

Рисунок 1 – Графік метеорологічної видимості відносно коефіцієнта прозорості атмосфери (T_M)

2 ОПТИЧНА ДАЛЬНІСТЬ ВИДИМОСТІ В НІЧНИЙ ЧАС

Необхідне значення освітлення: $E_t = 2 \times 10^{-7} I_x$

$I = 0,686 D^2 (0,05)^{-D/V}$, де I зазначається в канделах, а D і V – числові величини в морських милях (M).

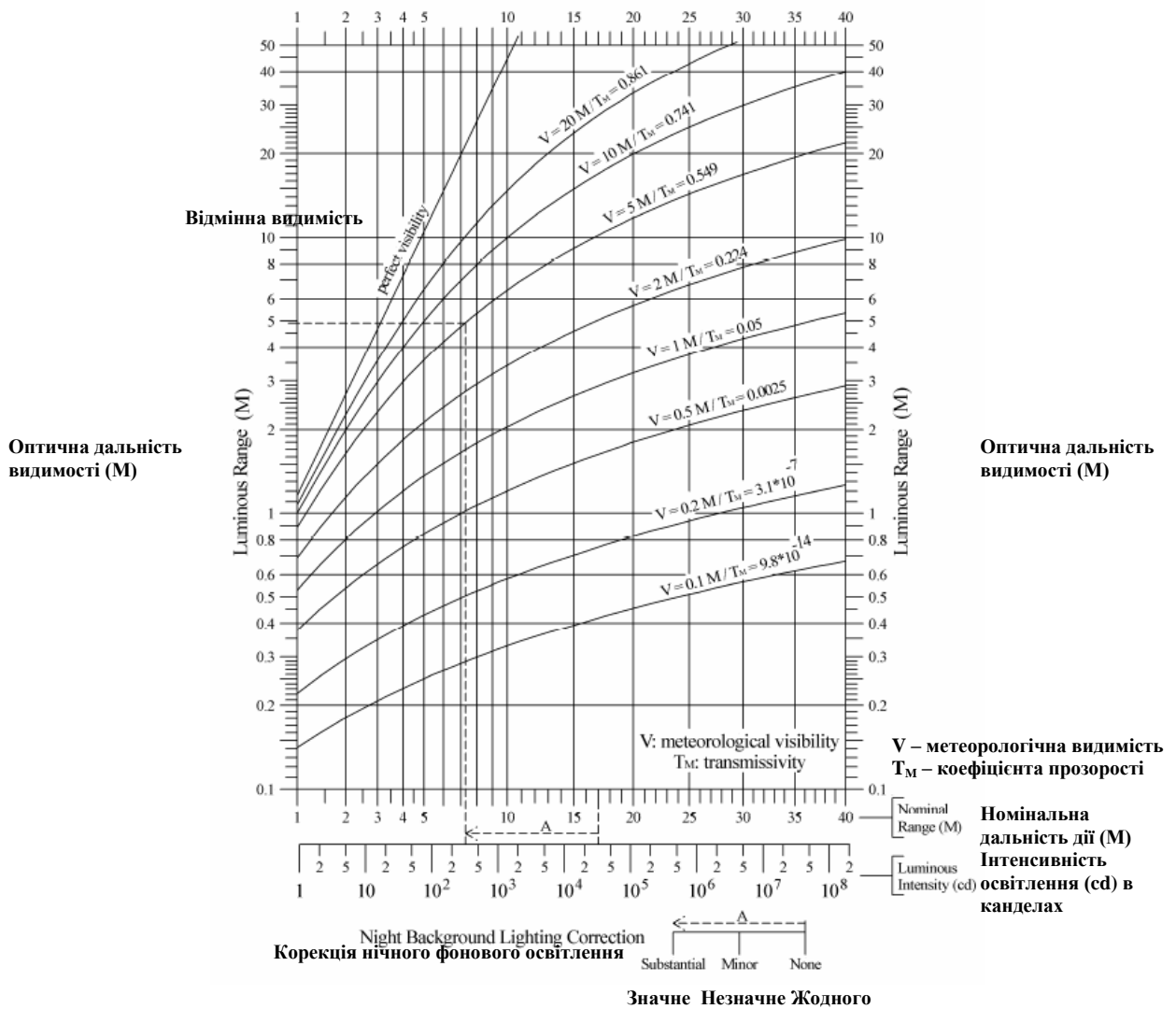


Рисунок 2 – Діаграма оптичної дальності видимості – в нічний час

3 НОМІНАЛЬНА ДАЛЬНІСТЬ ДІЇ В НІЧНИЙ ЧАС

Для визначення номінальної дальності дії в нічний час, округленої до найближчої морської милі, слід використовувати таку фразу «Помилка! Вихідне джерело не знайдене.»

*Таблиця 1 – Таблиця номінальної дальності дії в нічний час
(дальність дії округлена до найближчої морської милі)*

Інтенсивність освітлення	Номінальна дальність дії (округлена)	Інтенсивність освітлення	Номінальна дальність дії (округлена)	Інтенсивність освітлення	Номінальна дальність дії (округлена)
Кандели (cd)	Морські милі (М)	Кілокандели (10 ³ cd)	Морські милі (М)	Мегакандели (10 ⁶ cd)	Морські милі (М)
1 - 2	1	0,633 – 1,06	9	0,927 – 1,35	26
3 – 9	2	1,07 – 1,75	10	1,36 – 1,96	27
10 – 23	3	1,76 – 2,84	11	1,97 – 2,84	28
24 – 53	4	2,85 – 4,53	12	2,85 – 4,11	29
54 – 107	5	4,54 – 7,13	13	4,12 – 5,93	30
108 – 203	6	7,14 – 11,1	14	5,94 – 8,53	31
204 – 364	7	11,2 – 17,1	15	8,54 – 12,2	32
365 – 632	8	17,2 – 26,1	16	12,3 – 17,5	33
		26,2 – 39,7	17	17,6 – 25,1	34
		39,8 – 59,9	18	25,2 – 35,9	35
		60,0 – 89,8	19	36,0 – 51,2	36
		89,9 – 133	20	51,3 – 72,9	37
		134 – 198	21	73,0 – 103	38
		199 – 293	22	104 – 147	39
		294 – 432	23	148 – 209	40
		433 – 634	24		
		635 – 926	25		

Необхідне значення освітлення: $E_t = 2 \times 10^{-7} \text{ lx}$.

Рекомендація E-200-2 щодо морських сигнальних вогнів
Частина 2 – Розрахунок, визначення і позначення оптичної дальності видимості
Грудень 2008 року

3.1 Компенсація фонового освітлення (в нічний час)

Необхідне освітлення в обсязі 2×10^{-7} люкс на рівні ока спостерігача відповідає ситуації, в якій фонове освітлення відсутнє взагалі. У більшості реальних ситуацій вогні спостерігаються на фоні з наявними вогнями. Це зменшує оптичну дальність видимості.

Рекомендований метод компенсації фонового освітлення полягає у використанні різних значень для необхідного освітлення.

Слід використовувати два різних значення:

Незначне фонове освітлення:	2×10^{-6} lx	коефіцієнт 10 x
Значне фонове освітлення:	2×10^{-5} lx	коефіцієнт 100 x.

Для вогню із заданої інтенсивністю введення фонового освітлення зменшуватиме оптичну дальність видимості.

Відповідно до рівняння 12 необхідну інтенсивність слід збільшувати на коефіцієнти, зазначені вище, для того, щоб компенсувати фонове освітлення і досягти такої самої оптичної дальності видимості.

Графік в A2.2.1 накреслений для необхідного освітлення в обсязі 2×10^{-7} люкс. Для того, щоб дізнатися інші значення необхідного освітлення (при незначному і значному фоновому освітленні), відмітьте на шкалі абсциси відстань між «Жодного фонового освітлення (ЖОДНОГО)» та необхідним значенням на суміжній шкалі.

Приклад:

Припустимо, що необхідно визначити оптимальну дальність видимості вогню з номінальною дальністю дії 17 морських миль (М) та інтенсивністю освітлення 32000 кандел (cd) для умов значного фонового освітлення і видимості 5 М.

Виміряємо відстань (А), що відокремлює «жодного фонового освітлення (ЖОДНОГО)» та «значне фонове освітлення (ЗНАЧНЕ)». Перенесемо цю відстань на шкалу абсциси з ділення до 17 М (32300 cd) в тому ж сенсі. Одержимо точку, розташовану дещо справа від ділення, що відповідає 7 морським милям. З цієї точки проведемо паралель до осі ординат до точки з'єднання з кривою видимості в 5 морських миль. Визначимо оптимальну дальність видимості на вертикальній шкалі навпроти одержаної раніше точки. Отримаємо приблизно 5 морських миль.

4 ОПТИЧНА ДАЛЬНІСТЬ ВИДИМОСТІ В ДЕННИЙ ЧАС

4.1 Оцінювання необхідного освітлення для денної дальності дії

Мореплавці повинні бути здатними оцінювати оптичну дальність видимості вогнів вдень в умовах різного світіння неба. Однак, необхідне освітлення (E_t) в люксах (lx), що генерується вогнем, залежить від світіння (L) неба в канделах на метр квадратний в напрямку спостереження згідно з формулою:

$$E_t = (0.242 \times 10^{-6}) \times (1 + \sqrt{0.4L})^2$$

Рівняння 13,

де:

- E_t - необхідна освітленість на рівні ока спостерігача в люменах на метр квадратний (lm/m^2) [lx];
L - (фонове) світіння неба в канделах на метр квадратний (cd/m^2).

Отже, необхідне освітлення E_t в 1×10^{-3} lx відповідає світінню неба в 10000 кандел на метр квадратний. Обчислене необхідне освітлення E_t слід вставити в рівняння 12.

Потрібне значення освітлення складатиме: $E_t = 1 \times 10^{-3}$ lx.

$I = 3430 D^2 (0,05)^{-D/V}$, де I зазначається в канделах, а D і V – числові величини в морських милях (M).

Рекомендація E-200-2 щодо морських сигнальних вогнів
 Частина 2 – Розрахунок, визначення і позначення оптичної дальності видимості
 Грудень 2008 року

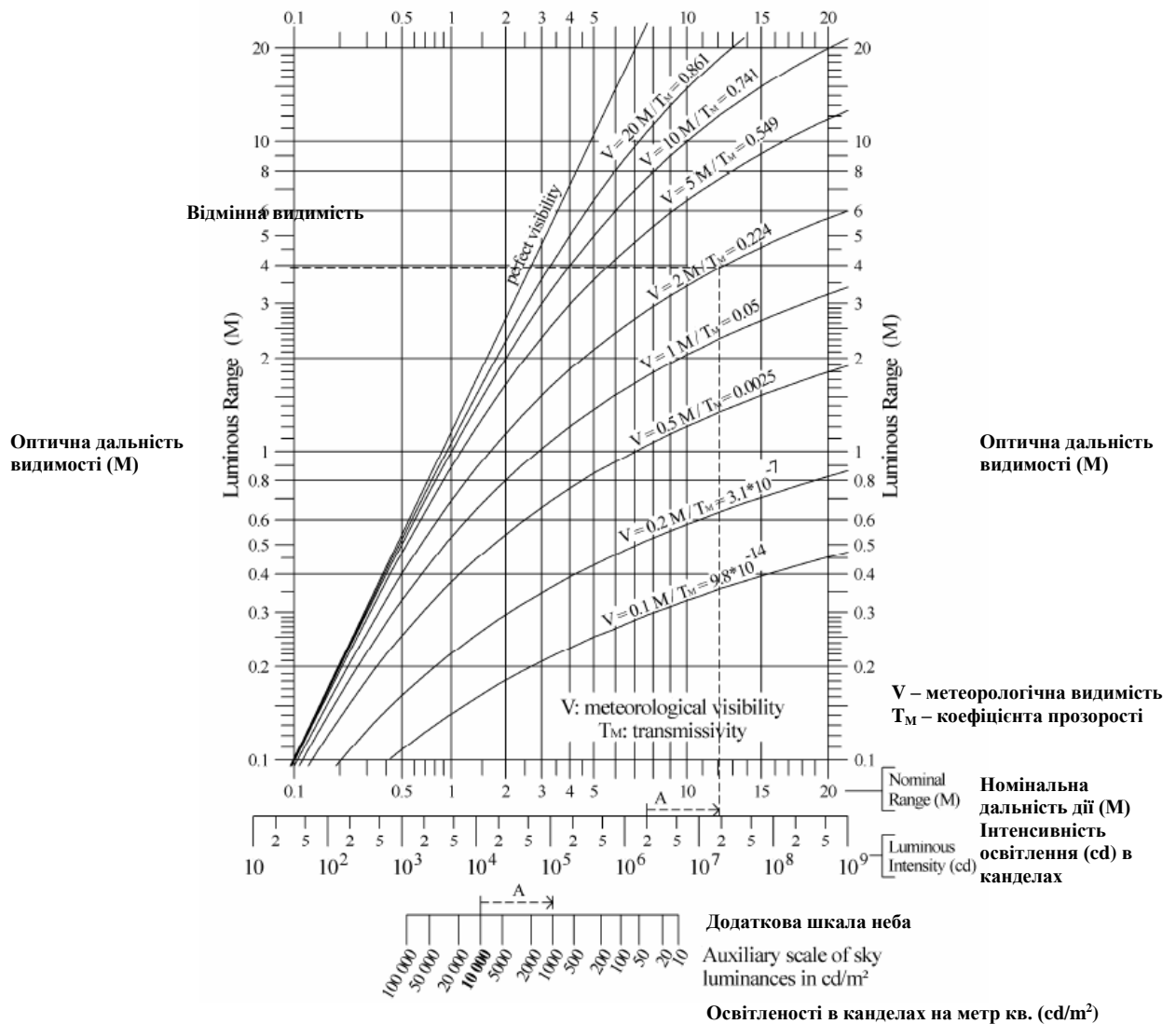


Рисунок 3 – Діаграма оптичної дальності видимості – в денний час

Рекомендація E-200-2 щодо морських сигнальних вогнів
Частина 2 – Розрахунок, визначення і позначення оптичної дальності видимості
Грудень 2008 року

4.2 Пояснення до діаграми денного часу

Обчислення необхідного освітлення вдень:

$$E_t = (0.242 \times 10^{-6} lx) \times \left(1 + \sqrt{0.4 \times L / (cd/m^2)}\right)^2$$

E_t - необхідна освітленість;
 L - світіння неба в напрямку спостереження.

Таблиця 2 – Фонове освітлення за різних метеорологічних умов

Метеорологічні умови	Освітлення в канделах на метр квадратний (cd/m ²)	Необхідне освітлення (E_t) в 10 ⁻³ lx
Дуже темне похмуре небо	100	0,013
Темне похмуре небо	200	0,024
Звичайне похмуре небо	1000	0,107
Яскраве похмуре небо або чисте небо в напрямку від сонця	5000	0,506
Яскраве хмарне або чисте небо близько до напрямку сонця	10000	1
Дуже яскрава хмарність	20000	1,98
Сліпуча хмарність	50000	4,91

4.2.1 Використання графіка (рисунок 3):

Графік стосується світіння неба в 10000 кандел на метр квадратний (cd/m²). Для інших значень світіння неба відмітьте вздовж шкали абсциси відстань між освітленістю 10000 cd/m² і потрібною відстанню, яку зазначено на додатковій шкалі.

Приклад:

Припустимо, що необхідно обчислити оптимальну дальність видимості вогню в 2000000 кандел (cd) для метеорологічної видимості 2 морські милі в умовах звичайного похмурого неба (освітленість 1000 cd/m²).

Виміряємо відстань (A), що відокремлює позначки 10000 кандел і 1000 кандел на додатковій шкалі. Перенесемо цю відстань на шкалу абсциси з ділення, що відповідає 2000000 кандел (2x10⁶ cd) в тому ж сенсі. Одержимо точку, розташовану дещо справа від ділення, що відповідає видимості в 12 морських миль. З цієї точки проведемо паралель до осі ординат до точки з'єднання з кривою видимості в 2 морські милі. Визначимо оптимальну дальність видимості на вертикальній шкалі навпроти одержаної раніше точки. Отримаємо приблизно 4 морські милі.

5 НОМІНАЛЬНА ДАЛЬНІСТЬ ДІЇ В ДЕННИЙ ЧАС

Для визначення номінальної дальності дії в денний час, округленої до найближчої морської милі, слід використовувати таку фразу «Помилка! Вихідне джерело не знайдене.»

*Таблиця 3 – Таблиця номінальної дальності дії в денний час
(дальність дії округлена до найближчої морської милі)*

Інтенсивність освітлення	Номінальна дальність дії (округлена)	Інтенсивність освітлення	Номінальна дальність дії (округлена)
Кілокандели (10^3 cd)	Морські милі (М)	Мегакандели (10^6 cd)	Морські милі (М)
1 – 12,0	1	1,02 – 1,82	7
12,1 – 45,3	2	1,83 – 3,16	8
45,4 – 119	3	3,17 – 5,32	9
120 – 267	4	5,33 – 8,78	10
268 – 538	5	8,79 – 14,2	11
539 – 1010	6	14,3 – 22,6	12
		22,7 – 35,6	13
		35,7 – 55,5	14
		55,6 – 85,6	15
		85,7 – 130	16
		131 – 198	17
		199 – 299	18
		300 – 449	19
		450 – 669	20
		670 – 993	21
		994 – 1460	22

Необхідне значення освітлення: $E_t = 1 \times 10^{-3}$ lx.

Рекомендація Е-200-2 щодо морських сигнальних вогнів
Частина 2 – Розрахунок, визначення і позначення оптичної дальності видимості
Грудень 2008 року

Таблиця 4 – Таблиця номінальної дальності дії для різних величин фонового освітлення (вночі та вдень)

Лише для довідкових цілей – не використовувати для опублікування номінальної дальності.

Рекомендація E-200-2 щодо морських сигнальних вогнів
 Частина 2 – Розрахунок, визначення і позначення оптичної дальності видимості
 Грудень 2008 року

Nominal Range Background Lighting or Metreological Condition (see 1.3.3)	Intensity (cd)		Intensity (cd)		Intensity (cd)		Intensity (cd)		Intensity (cd)		Intensity (cd)		Intensity (cd)					
	None	Minor	Substantial	Day VDO	Day DO	Day OO	Day BO	Day BC	Day VBC	None	Minor	Substantial	Day VDO	Day DO	Day OO	Day BO	Day BC	Day VBC
Luminance (cd/m ²)	2.00E-07	2.00E-06	2.00E-05	1.30E-05	200	1000	5000	10000	20000	0.03	0.3	3	2	3	16	73	144	284
Illuminance (lx)	0.74	0.74	0.74	0.74	2,39E-05	1,07E-04	0.74	0.74	0.81	0.20	2.0	13	24	50	107	492	961	1,890
Transmissivity (per M)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	0.41	4	27	60	111	222	1,010	1,970	3,870
Visibility (M)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	1	5	15	30	50	77	111	149	180
1	0.41	4	41	27	60	107	492	961	1,890	1	5	15	30	50	77	111	149	180
2	0.41	4	41	27	60	107	492	961	1,890	1	5	15	30	50	77	111	149	180
3	0.41	4	41	27	60	107	492	961	1,890	1	5	15	30	50	77	111	149	180
4	0.41	4	41	27	60	107	492	961	1,890	1	5	15	30	50	77	111	149	180
5	0.41	4	41	27	60	107	492	961	1,890	1	5	15	30	50	77	111	149	180
6	0.41	4	41	27	60	107	492	961	1,890	1	5	15	30	50	77	111	149	180
7	0.41	4	41	27	60	107	492	961	1,890	1	5	15	30	50	77	111	149	180
8	0.41	4	41	27	60	107	492	961	1,890	1	5	15	30	50	77	111	149	180
9	0.41	4	41	27	60	107	492	961	1,890	1	5	15	30	50	77	111	149	180
10	0.41	4	41	27	60	107	492	961	1,890	1	5	15	30	50	77	111	149	180
11	0.41	4	41	27	60	107	492	961	1,890	1	5	15	30	50	77	111	149	180
12	0.41	4	41	27	60	107	492	961	1,890	1	5	15	30	50	77	111	149	180
13	0.41	4	41	27	60	107	492	961	1,890	1	5	15	30	50	77	111	149	180
14	0.41	4	41	27	60	107	492	961	1,890	1	5	15	30	50	77	111	149	180
15	0.41	4	41	27	60	107	492	961	1,890	1	5	15	30	50	77	111	149	180
16	0.41	4	41	27	60	107	492	961	1,890	1	5	15	30	50	77	111	149	180
17	0.41	4	41	27	60	107	492	961	1,890	1	5	15	30	50	77	111	149	180
18	0.41	4	41	27	60	107	492	961	1,890	1	5	15	30	50	77	111	149	180
19	0.41	4	41	27	60	107	492	961	1,890	1	5	15	30	50	77	111	149	180
20	0.41	4	41	27	60	107	492	961	1,890	1	5	15	30	50	77	111	149	180
21	0.41	4	41	27	60	107	492	961	1,890	1	5	15	30	50	77	111	149	180
22	0.41	4	41	27	60	107	492	961	1,890	1	5	15	30	50	77	111	149	180
23	0.41	4	41	27	60	107	492	961	1,890	1	5	15	30	50	77	111	149	180
24	0.41	4	41	27	60	107	492	961	1,890	1	5	15	30	50	77	111	149	180
25	0.41	4	41	27	60	107	492	961	1,890	1	5	15	30	50	77	111	149	180
26	0.41	4	41	27	60	107	492	961	1,890	1	5	15	30	50	77	111	149	180
27	0.41	4	41	27	60	107	492	961	1,890	1	5	15	30	50	77	111	149	180
28	0.41	4	41	27	60	107	492	961	1,890	1	5	15	30	50	77	111	149	180
29	0.41	4	41	27	60	107	492	961	1,890	1	5	15	30	50	77	111	149	180
30	0.41	4	41	27	60	107	492	961	1,890	1	5	15	30	50	77	111	149	180

Abbreviation	Metreological Condition	Luminance (cd/m ²)
Day VDO	Very Dark Overcast Sky	100
Day DO	Dark Overcast Sky	1,000
Day OO	Overcast Sky	10,000
Day BO	Bright Overcast Sky away from Sun	10,000
Day BC	Bright Sky or Cloud near Sun	20,000
Day VBC	Very Bright Cloud	50,000
Day GC	Gleaming Cloud	50,000

6 ПОСИЛАННЯ

- [1] Рекомендація щодо позначення оптичної дальності видимості та дальності дії вогнів (IALA, листопад 1966 року).
- [2] Міжнародний словник морських засобів навігаційного обладнання, Глава 2, Візуальні засоби навігаційного обладнання, від 2-1-265 до 2-1-285 (IALA, 1970 рік).
- [3] Рекомендація щодо визначення номінальної денної дальності дії морських сигнальних вогнів, призначених для денного скеровування судноплавства (IALA, 1974 рік).
- [4] Рекомендації з визначення інтенсивності освітлення морських вогнів, установлених на засобах навігаційного обладнання (IALA, 1977 рік).
- [5] Рекомендація щодо створних вогнів (IALA, E-112, травень 1998 року).
- [6] Рекомендація щодо фотометрії сигнальних вогнів, установлених на морських засобах навігаційного обладнання (IALA, E-122, червень 2001 року).