

Рекомендація E-200-1 щодо морських сигнальних вогнів  
Частина 1 – Кольори, грудень 2008 року

**IALA-MAMC**  
МІЖНАРОДНА АСОЦІАЦІЯ НАВІГАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ  
МОРЕПЛАВСТВА І МАЯКОВИХ СЛУЖБ

**E-200-1**  
**РЕКОМЕНДАЦІЯ IALA-MAMC**

**ЩОДО**

**МОРСЬКИХ СИГНАЛЬНИХ ВОГНІВ**

**Частина 1 – Кольори**

**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](mailto:iala-aism@easynet.fr) Internet: <http://iala-aism.org>

### 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 1 – Кольори (Рекомендація E-200-1)**

**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 наданні інструкцій щодо того, які кольори і границі кольорів мають визначатись на вогнях засобів навігаційного обладнання;

**ТАКОЖ ВИЗНАЮЧИ** те, що такі інструкції мають уможливити створення загального всесвітнього підходу і внаслідок цього у значній мірі допомогти мореплавцям, які, перетинаючи води різної юрисдикції, не повинні вводитись в оману з причини неоднозначності кольорів вогнів;

**НАДАЛІ ВИЗНАЮЧИ** те, що цей документ заміняє «Рекомендацію IALA щодо кольорів сигналів вогнів на засобах навігаційного обладнання» (грудень 1977 року);

**ЗВАЖАЮЧИ НА ТЕ,** що цей документ застосовується лише до морських вогнів на засобах навігаційного обладнання, які (вогні) були встановлені лише після дати публікації цього документу;

**ТАКОЖ ЗВАЖАЮЧИ НА ТЕ,** що протягом трьох років після дати публікації цієї рекомендації всі введені в експлуатацію ліхтарі повинні наділятися координатами кольорів або в Оптимальних областях IALA, або в Тимчасових областях IALA, проте для уникнення плутанини Оптимальні області IALA є бажанішими;

**БЕРУЧИ ДО УВАГИ ТЕ,** що протягом десяти років після дати публікації цієї рекомендації всі введені в експлуатацію ліхтарі повинні бути наділені координатами кольорів в Оптимальних областях IALA;

**УХВАЛЮЄ** Рекомендацію щодо морських сигнальних вогнів, яка міститься в додатку до цієї рекомендації;

**РЕКОМЕНДУЄ** національним членам та іншим відповідним установам, які надають послуги, пов'язані з морськими засобами навігаційного обладнання, затвердити систему кольорових сигналів вогнів, описану в додатках до цієї рекомендації.

\* \* \*

## ЗМІСТ

<b>ПЕРЕГЛЯДИ ДОКУМЕНТА</b>	<b>2</b>
<b>РЕКОМЕНДАЦІЯ ЩОДО МОРСЬКИХ СИГНАЛЬНИХ ВОГНІВ, ЧАСТИНА 1 – КОЛЬОРИ</b>	<b>3</b>
<b>ЗМІСТ</b>	<b>4</b>
<b>ПОКАЖЧИК РИСУНКІВ</b>	<b>5</b>
<b>ПОКАЖЧИК ТАБЛИЦЬ</b>	<b>5</b>
<b>ДОДАТОК I Вступ</b>	<b>6</b>
1.1 Сфера застосування / Мета	6
1.2 Історія питання	6
1.3 Вимоги щодо додаткового кольору	6
1.4 Модель кольорів	7
<b>2 ЗМІНИ, ВНЕСЕНІ В ОБЛАСТІ ХРОМАТИЧНОСТІ</b>	<b>7</b>
2.1 Области кольорів	7
2.2 Зміни, внесені в границі кольорів	8
<b>3 РЕКОМЕНДОВАНІ ОБЛАСТІ ХРОМАТИЧНОСТІ IALA ДЛЯ ВОГНІВ</b>	<b>10</b>
3.1 Колірна діаграма СІЕ 1931 року	10
3.2 Кутові координати хроматичності Оптимальних областей IALA	10
3.3 Кутові координати хроматичності Тимчасових областей IALA	11
3.4 Розширені діаграми, що відображають окремі області	11
<b>4 ВИМІРЮВАННЯ КОЛЬОРУ СИГНАЛЬНИХ ВОГНІВ</b>	<b>14</b>
4.1 Метод, що використовується для вимірювань кольору	14
<b>5 МІРКУВАННЯ ЩОДО ТЕХНОЛОГІЙ LED</b>	<b>14</b>
<b>6 ПОСИЛАННЯ</b>	<b>14</b>
<b>ДОДАТОК II Сині вогні</b>	<b>15</b>
<b>1 ОПТИЧНА ДАЛЬНІСТЬ ВИДИМОСТІ СИНІХ ВОГНІВ</b>	<b>15</b>
1.1 Синій вогонь зі світлофільтром – вплив розсіювання на сприйняття кольору	15
1.2 Можлива плутанина з синіми вогнями аварійних служб	16
1.3 Переваги нових джерел світла	16
1.4 Додаткові міркування щодо синіх вогнів	16
<b>ДОДАТОК III Спостерігачі з розладами сприйняття кольорів</b>	<b>18</b>
<b>1 ПРОЦЕНТНА ЧАСТКА СПОСТЕРІГАЧІВ З РОЗЛАДАМИ СПРИЙНЯТТЯ КОЛЬОРІВ [7]</b>	<b>18</b>

<b>2</b>	<b>ОПИС РІЗНИХ ТИПІВ РОЗЛАДІВ СПРИЙНЯТТЯ КОЛЬОРІВ [7]</b>	<b>18</b>
<b>3</b>	<b>ЛІНІЇ ПЛУТАНИНИ МІЖ КОЛЬОРАМИ У СПОСТЕРІГАЧІВ З РОЗЛАДАМИ СПРИЙНЯТТЯ КОЛЬОРІВ [7]</b>	<b>19</b>

### **ПОКАЖЧИК РИСУНКІВ**

Рисунок 1	Схема хроматичності СІЕ 1931 року з відображенням лінії колірностей чорного тіла (не використовувати в довідкових цілях)	7
Рисунок 2	Області хроматичності рекомендованих IALA кольорів для вогнів згідно зі Стандартною колориметричною системою СІЕ 1931 року	10
Рисунок 3	Розширена діаграма, що відображає червону область	11
Рисунок 4	Розширена діаграма, що відображає жовту область	12
Рисунок 5	Розширена діаграма, що відображає зелену область	12
Рисунок 6	Розширена діаграма, що відображає білу область	13
Рисунок 7	Розширена діаграма, що відображає синю область	13
Рисунок 8	Значний вміст червоного у галогенній лампі з синім фільтром	15
Рисунок 9	Протаноп	19
Рисунок 10	Дейтераноп	19
Рисунок 11	Тританоп	20

### **ПОКАЖЧИК ТАБЛИЦЬ**

Таблиця 1	Кутові координати хроматичності Оптимальних областей IALA	10
Таблиця 2	Кутові координати хроматичності Тимчасових областей IALA	11
Таблиця 3	Процентна частка спостерігачів з проблемами сприйняття кольорів	18
Таблиця 4	Опис різних типів розладів сприйняття кольорів	18

## **Рекомендація IALA E-200-1**

### **Морські сигнальні вогні**

### **Частина 1 – Кольори**

## **ДОДАТОК I ВСТУП**

### **1.1 Сфера застосування / Мета**

В цьому документі описані рекомендовані області хроматичності Міжнародної асоціації навігаційного забезпечення мореплавства і маякових служб (IALA) для морських сигнальних вогнів і приведена загальна інформація стосовно того, як і чому області хроматичності впорядковані порівняно з попередніми рекомендаціями IALA. Цей документ заміняє «Рекомендації IALA щодо кольорів сигналів вогнів на засобах навігаційного обладнання» (грудень 1977 року).

### **1.2 Історія питання**

В 1968 році IALA рекомендувала триколірну систему сигнальних вогнів із використанням червоного, зеленого і білого кольорів. В 1977 році після впровадження системи IALA з огороження небезпек був введений в дію четвертий жовтий колір, а початкові границі кольорів були змінені для зменшення плутанини між кольорами. Історично границі кольорів, пов'язані з морськими сигнальними вогнями на засобах навігаційного обладнання (AtoN), були жорсткішими порівняно з кольорами для дорожніх і залізничних сигналів, що пояснюється тим, що зазвичай сигнальні вогні AtoN спостерігаються на більших відстанях. Це має два наслідки:

- вогонь утворює вузький кут на рівні очей спостерігача (фактично, точкове джерело);
- освітленість від вогню на рівні очей спостерігача є дуже низькою.

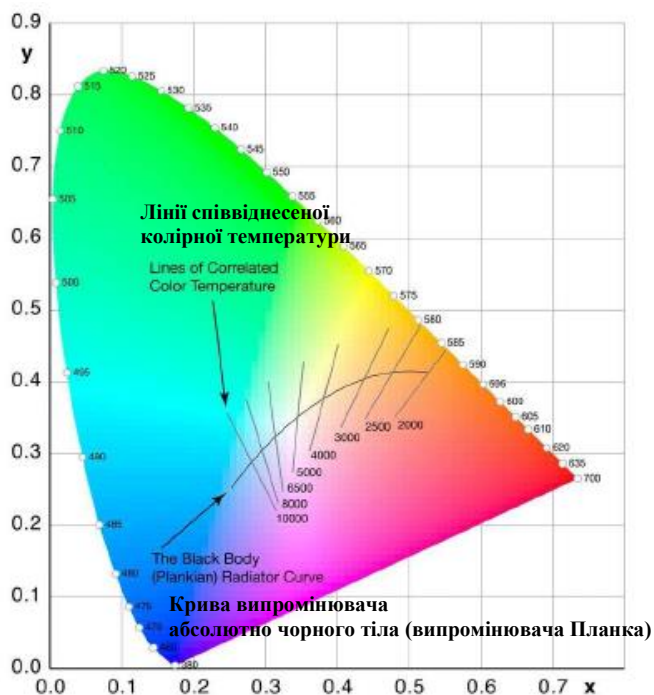
Обидва фактори можуть призводити до підвищення ризику виникнення у спостерігача плутанини між кольорами, а жорсткіші границі знижують ризи плутанини між кольорами. Відповідно, області кольорів, рекомендовані в цьому документі, застосовуються лише для сигнальних вогнів на морських AtoN. Вони не узгоджуються з регіональними границями, зазначеними в [2].

### **1.3 Вимоги щодо додаткового кольору**

З огляду на швидке розповсюдження вогнів та освітлення, які впливають на морське середовище, виникає потреба у провадженні в систему морських сигнальних вогнів AtoN п'ятого кольору для підвищення видимості морських вогнів AtoN у деяких районах. Таким вибраним додатковим кольором є синій колір. Дослідження, проведені Суном і Коулом (Soon and Cole) [3], свідчать, що синій – є прийнятним сигнальним вогнем і фактично може бути надійнішим сигнальним вогнем, ніж жовтий за певних обставин. В роботі, яку було проведено Міжнародною комісією з освітлення (CIE) в 90-х роках [5] і яка призвела до впровадження Стандарту CIE з кольорів сигнальних вогнів, S004/E-2001 [2], також рекомендується синій колір в якості сигнального. Однак, стандарт S004/E-2001 [2] рекомендує у будь-якій окремій системі кольорів використовувати максимум чотири кольори. Цей документ рекомендує використання п'яти кольорів.

#### 1.4 Модель кольорів

Модель кольорів, що використовується у всій цій рекомендації, представляє собою схему хроматичності, застосовану в стандартній колориметричній системі CIE 1931 року, та  $x$ ,  $y$  хроматичність (дивіться малюнок 1).



*Рисунок 1 – Схема хроматичності CIE 1931 року з відображенням ліній колірностей чорного тіла (не використовувати в довідкових цілях)*

## 2 ЗМІНИ, ВНЕСЕНІ В ОБЛАСТІ ХРОМАТИЧНОСТІ

### 2.1 Області кольорів

«Загальні» області кольорів, рекомендовані в 1977 році [1], скасовані. «Загальні» області застосовувались до частини населення з гарним колірним зором і були пристосовані до існуючих або успадкованих вогнів, які включали у себе скляні фільтри та газові/масляні вогні. Вузькіші «бажані» області [1] у значній мірі збереглися, оскільки застосовувались до більш різноманітного прошарку населення і були адаптовані до того, що певна частка населення має знижений колірний зір. Ці нові області мають назву «Оптимальні області IALA». Користувачі морських засобів навігаційного обладнання (AtoN) не обов'язково піддаються перевірці очей і тому можуть мати порушений колірний зір.

Однак, необхідно забезпечити таку ситуацію, щоб джерела світла, які у даний час використовуються в якості морських AtoN, не обмежувались жорсткішими границями. Відповідно, деякі області кольорів вважаються «Тимчасовими областями IALA» і залишаються в дії протягом десяти років після публікації цієї рекомендації. Всі Тимчасові області IALA включають у себе відповідні Оптимальні області IALA.

## 2.2 Зміни, внесені в границі кольорів

Важлива причина рекомендування Оптимальних областей IALA полягає в тому, що ці області можуть використовуватись людьми з погіршеним колірним зором, причому таких людей стає на морі все більше внаслідок швидкої популяризації яхтового спорту як виду відпочинку.

Границі «загальних» областей IALA, впроваджені в 1977 році, скасовані і в деяких випадках замінені на Тимчасові області IALA. Нижче зазначені рекомендовані області:

- Границя червоного в Оптимальних областях IALA відрізняється від подібної границі «бажаної» області [1] 1977 року в тому, що ця область простягається в напрямку синього, щоб забезпечити відповідність класу CIE A[2] та EN 14744[8]. Границі в напрямку пурпурового і жовтого відповідають приведеним в [2]. Протанопи (особи, що страждають протанопією) (дивіться Додаток III), у яких спостерігається нестача чутливого до червоної області спектру пігменту сітчатки, не розрізняють довгохвильові червоні кольори. Для подібних спостерігачів границя області червоного в осі у дорівнює 0,29. Передбачено, що червона область спектру в Тимчасових областях IALA (яка включає у себе червону Оптимальну область IALA, але є більшою) включає у себе успадковані червоні вогні з фільтрами.
- Границя жовтого в Оптимальних областях IALA відповідає подібній границі «бажаної» області [1] 1977 року, за винятком того, що границя в напрямку червоного співпадає з точкою D65 в 6500°K. Окрім цього, застосовується жовта Тимчасова область IALA. Вона включає у себе жовту Оптимальну область, але має протяжну ділянку в напрямку червоного і повинна включати багато жовтих джерел світла зі світловипромінювальними діодами (LED). Жовта Оптимальна область IALA є порівняно малою і наближена до лінії спектральних колірностей. Більші довжини хвиль жовтого, відомі як такі, що покращують розпізнавання при низькій освітленості, були спеціально виключені з Оптимальних областей IALA з метою зменшення потенційної плутанини з білими вогнями з низькою температурою кольору, наприклад, масляні та газові лампи, а також лампи розжарювання експлуатуються при напрузі нижче номінальної для подовження терміну експлуатації ламп. Незважаючи на те, що чимало морських сигнальних вогнів зазнали оновлення з 1977 року, деякі з цих джерел з низькою температурою кольору все ще перебувають в експлуатації. Більше того, колір білого вогню може зміщуватись вздовж лінії колірностей чорного тіла в напрямку нижчої температури кольору внаслідок зміни атмосферної екстинкції з відстанню. Значне розповсюдження вуличного (зовнішнього) освітлення за допомогою натрієвих джерел світла високого тиску також вплинуло на видимість жовтих і жовто-білих вогнів, зменшивши їхню корисність у деяких районах. У випадку наближення хроматичності до жовтої Оптимальної області IALA фон натрієвого освітлення високого тиску може у значній мірі замаскувати жовтий сигнал на передньому плані. Ще одна причина впровадження чітких границь Оптимальної області IALA пояснюється намаганнями зменшити вірогідність плутаними між жовтим і зеленим для спостерігачів, які страждають на протаномалію або протанопію (дивіться Додаток III).



Рекомендація E-200-1 щодо морських сигнальних вогнів  
Частина 1 – Кольори, грудень 2008 року

- Границя зеленого в Оптимальних областях IALA відповідає подібній границі «бажаної» області [1] 1977 року, за винятком границі в напрямку жовтого, яка співпадає з границею згідно з CIE S004/E-2001 [2] та EN 14744 [8]. «Жовто-зелені» кольори виключені з зеленої області спектру з метою зменшення ризику плутанини між зеленим і червоним з боку спостерігачів, які страждають на протаномалію або протанопію (дивіться Додаток III). Це також компенсується в частині збільшення протяжності червоної області спектру. Впроваджено зелену Тимчасову область IALA, яка має протяжну границю в напрямку білого для включення успадкованих ламп розжарювання з зеленими фільтрами, а в напрямку жовтого – до 540 морських миль – для включення деяких зелених світловипромінювальних діодів (LEDs) високої потужності. Зелена область класу А Міжнародної комісії з освітлення (CIE), згідно з її стандартом S004/E-2001 [2], відображає границю, що простягається далі в напрямку синього, аніж бажана зелена область IALA 1977 року [1]. Хоча це визначено як корисний район зеленого сигналу, існують сумніви стосовно збільшення плутанини між синім і білим у п'ятиколірній системі (CIE рекомендує використовувати максимум чотири кольори в будь-якій одній системі).
- Границя білого в Оптимальних областях IALA відповідає подібній границі «бажаної» області [1] 1977 року на трьох граничних лініях, але границя в напрямку жовтого простягається таким чином, що включає у себе лампи розжарювання при 2856°K (значення на осі  $x$  дорівнює 0,453). Біла область спектру простягається за 9500°K (значення на осі  $x$  дорівнює 0,285) і включає у себе більшість пристроїв, оснащених білими фосфорними конверсійними світловипромінювальними діодами (pcLED's). Такі пристрої широко використовуються постачальниками засобів навігаційного обладнання (AtoN) і чимало користувачів цінять їхній колір, особливо в умовах, коли необхідно дивитися звиклими до темноти очима через фон з «жовтуватим» штучним освітленням. Границя білого в Тимчасових областях IALA в напрямку жовтого має значення на осі  $x$ , яке відповідає приведеній до кольору температурі (CCT) 2500°K (значення на осі  $x$  дорівнює ,48) і включає у себе більшість ламп розжарювання, що працюють за своєї номінальної напруги.
- Додано синю Оптимальну область IALA. Ця область представляє собою урізаний варіант області, рекомендованої в [2], з незначним подовженням в напрямку зеленого і включенням LEDs з дією 470 морських миль за високої температури переходу. Урізана область призначена для зниження ризику плутанини кольорів між білим і, можливо, зеленим за низьких рівнів освітлення. Вона також виключає значення хроматичності більшості синіх вогнів з фільтрами (дивіться Додаток II до цієї рекомендації для подальших обговорень і рекомендацій відносно синіх вогнів). Технічний звіт CIE 107-1994 [5] також рекомендує використовувати урізану синю область для синіх вогнів, призначених для спостереження в умовах низької освітленості.

### 3 РЕКОМЕНДОВАНІ ОБЛАСТІ ХРОМАТИЧНОСТІ IALA ДЛЯ ВОГНІВ

#### 3.1 Колірна діаграма Міжнародної комісії з освітлення (CIE) 1931 року

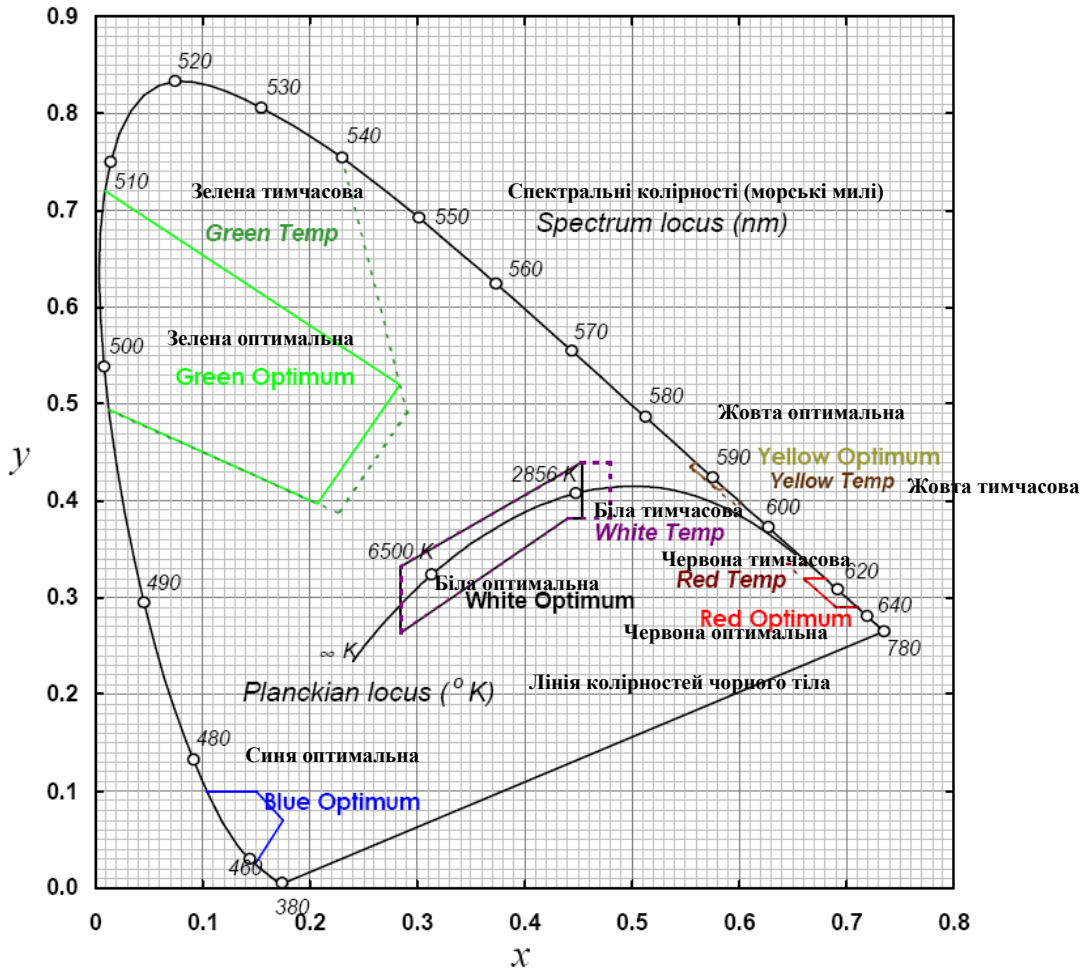


Рисунок 2 – Области хроматичності рекомендованих IALA кольорів для вогнів згідно зі Стандартною колориметричною системою CIE 1931 року

Примітка: границі Оптимальних областей IALA показано суцільними лініями, Тимчасових областей IALA – пунктирними лініями.

#### 3.2 Кутові координати хроматичності Оптимальних областей IALA

Таблиця 1 Кутові координати хроматичності Оптимальних областей IALA

Колір	1		2		3		4		5	
	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
Червоний	0,71	0,29	0,69	0,29	0,66	0,32	0,68	0,32		
Жовтий	0,5865	0,413	0,581	0,411	0,555	0,435	0,56	0,44		
Зелений	0,009	0,720	0,284	0,520	0,207	0,397	0,013	0,494		
Білий	0,44	0,382	0,285	0,264	0,285	0,332	0,453	0,44	0,453	0,382
Синій	0,104	0,1	0,15	0,1	0,175	0,07	0,149	0,025		

### 3.3 Кутові координати хроматичності Тимчасових областей IALA

Таблиця 2 Кутові координати хроматичності Тимчасових областей IALA

Колір	1		2		3		4		5		6	
	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
Червоний	0,71	0,29	0,69	0,29	0,645	0,335	0,665	0,335				
Жовтий	0,302	0,398	0,596	0,396	0,555	0,435	0,56	0,44				
Зелений	0,2296	0,7543	0,2908	0,4907	0,2260	0,3872	0,0130	0,4940				
Білий	0,48	0,382	0,44	0,382	0,285	0,264	0,285	0,332	0,453	0,44	0,48	0,44

### 3.4 Розширені діаграми, що відображають окремі області

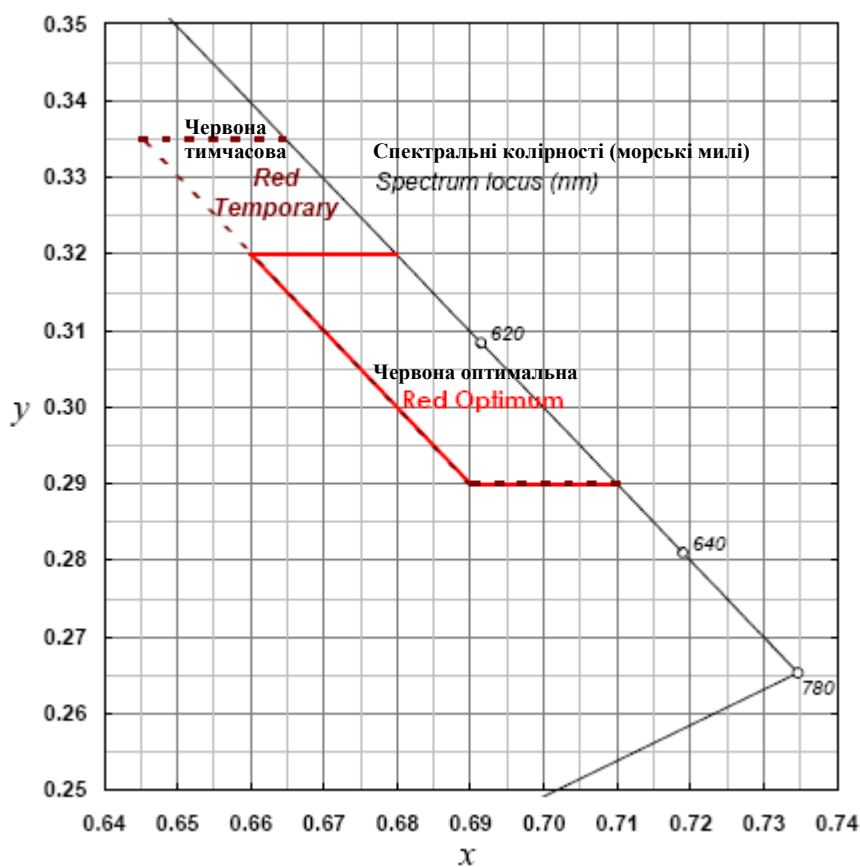


Рисунок 3 – Розширена діаграма, що відображає червону область

Рекомендація E-200-1 щодо морських сигнальних вогнів  
 Частина 1 – Кольори, грудень 2008 року

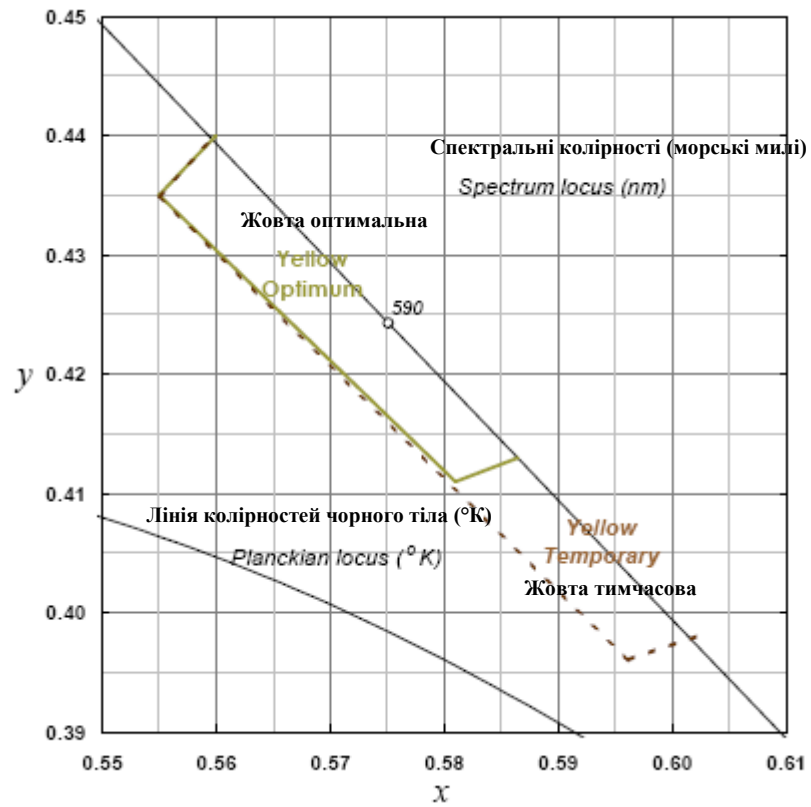


Рисунок 4 – Розширена діаграма, що відображає жовту область

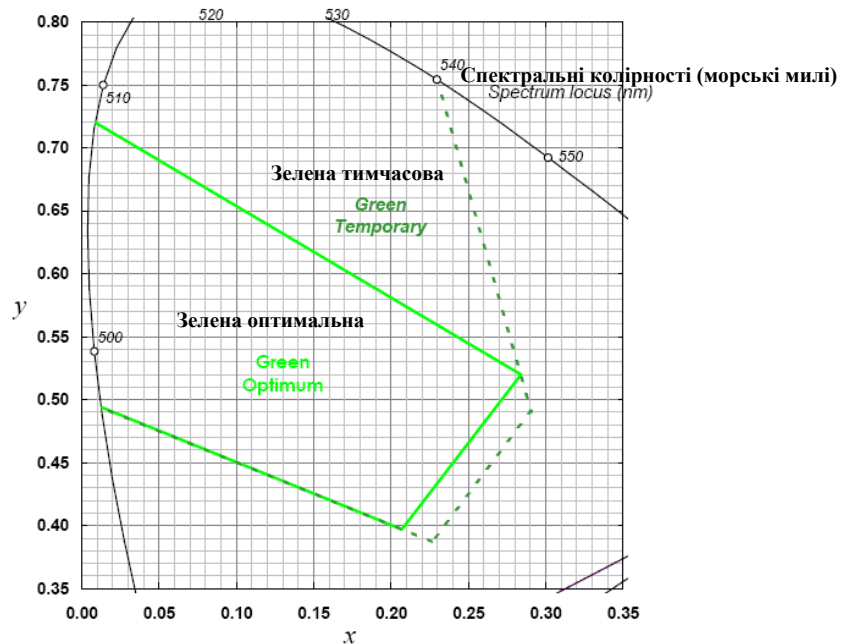


Рисунок 5 – Розширена діаграма, що відображає зелену область

Рекомендація Е-200-1 щодо морських сигнальних вогнів  
 Частина 1 – Кольори, грудень 2008 року

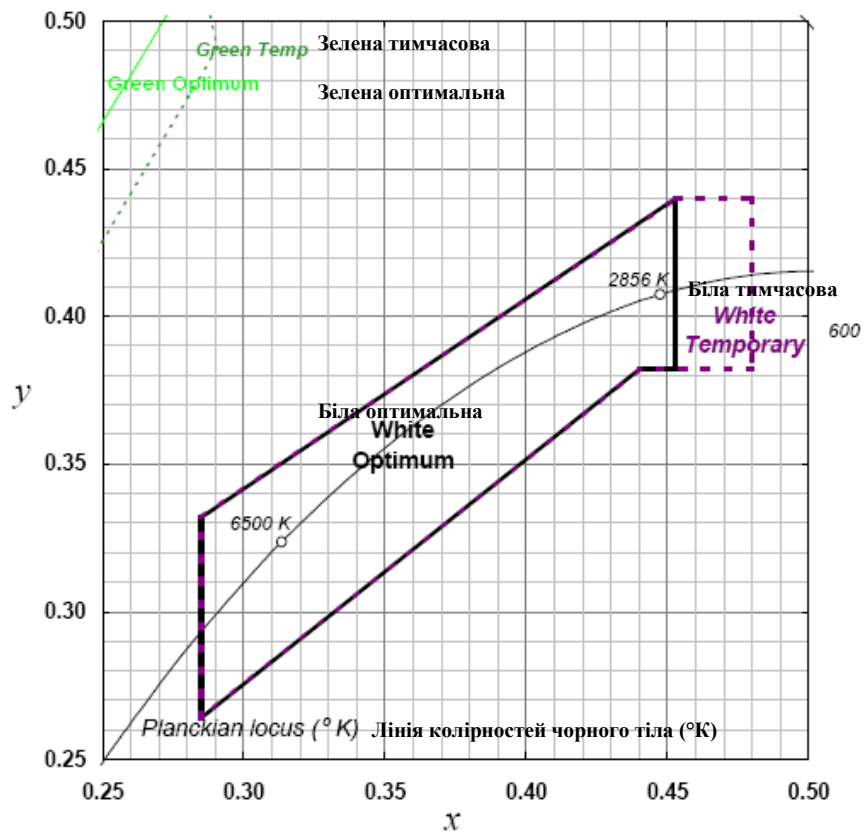


Рисунок 6 – Розширена діаграма, що відображає білу область

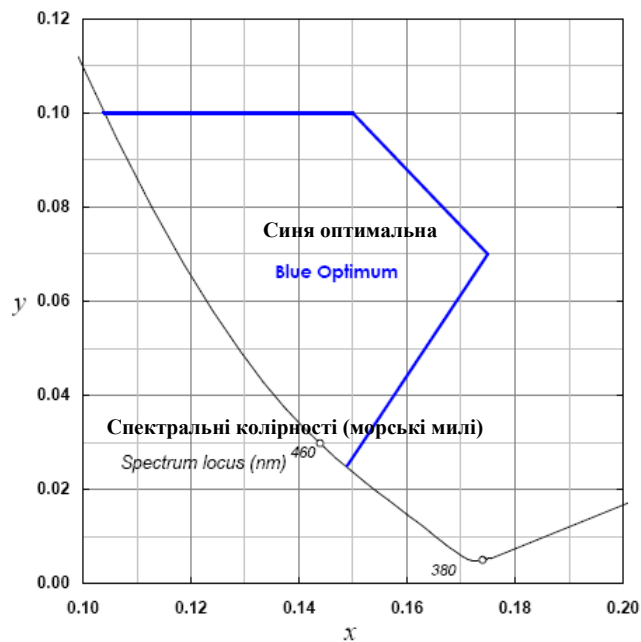


Рисунок 7 – Розширена діаграма, що відображає синю область

## **4 ВИМІРЮВАННЯ КОЛЬОРУ СИГНАЛЬНИХ ВОГНІВ**

### **4.1 Метод, що використовується для вимірювань кольору**

Методи вимірювання кольору, що використовуються для пошуку значень хроматичності  $x$ ,  $y$ , описані в рекомендації E200-3.

## **5 МІРКУВАННЯ ЩОДО ТЕХНОЛОГІЇ LED**

Світловипромінювальні діоди (LEDs) випромінюють світло з вузьким спектральним розподілом. Температура переходу має суттєвий вплив на інтенсивність випромінювання і домінуючу довжину хвилі світла, що випромінюється. Значення струму переходу, що є нижчими за номінальні, також можуть впливати на спектральний розподіл LED, як правило, спричиняючи збільшення домінуючої довжини хвилі.

Білі фосфор-конверсійні світловипромінювальні діоди (LEDs) працюють на основі двох компонентів, що забезпечують їхній широкосмужний спектральний розподіл, а саме, на чіпі LED (зазвичай синьому) та фосфорі, який перетворює певний обсяг синього світла на жовте світло. Отже, світло, що випромінюється з пристрою, представляє собою суміш синього і жовтого, яку око сприймає як білий колір. Однак, кількість синього і жовтого світла може змінюватись незалежно від кута випромінювання, тим самим спричиняючи зміну кольору над кутом спостереження.

## **6 ПОСИЛАННЯ**

- [1] Рекомендація IALA щодо кольорів сигналів вогнів на засобах навігаційного обладнання (грудень 1977 року).
- [2] Стандарт «Кольори сигналів вогнів» Міжнародної комісії з освітлення (CIE), S004/E-2001.
- [3] «Випробування на граничному режимі норм CIE для кольорів сигналів», Сун і Коул (Soon & Cole), 1999 рік.
- [4] Рекомендація IALA E-200-1 «Кольори і запропоновані нові границі кольорів для сигналів вогнів IALA», технічний звіт №31/IT/2004 науково-дослідницького департаменту GLA.
- [5] Технічний звіт 107-1994 Міжнародної комісії з освітлення (CIE) «Огляд офіційний рекомендацій CIE щодо кольорів сигнальних вогнів».
- [6] Технічний звіт 2.2-1975 Міжнародної комісії з освітлення (CIE) «Кольори сигналів вогнів».
- [7] «Світло, колір і зір», Чепмен і Холл (Chapman and Hall), Лондон 1968 року.
- [8] «Річкові та морські судна – навігаційні вогні», Європейський комітет зі стандартизації, EN 14744, серпень 2005 року.

## ДОДАТОК II СИНІ ВОГНІ

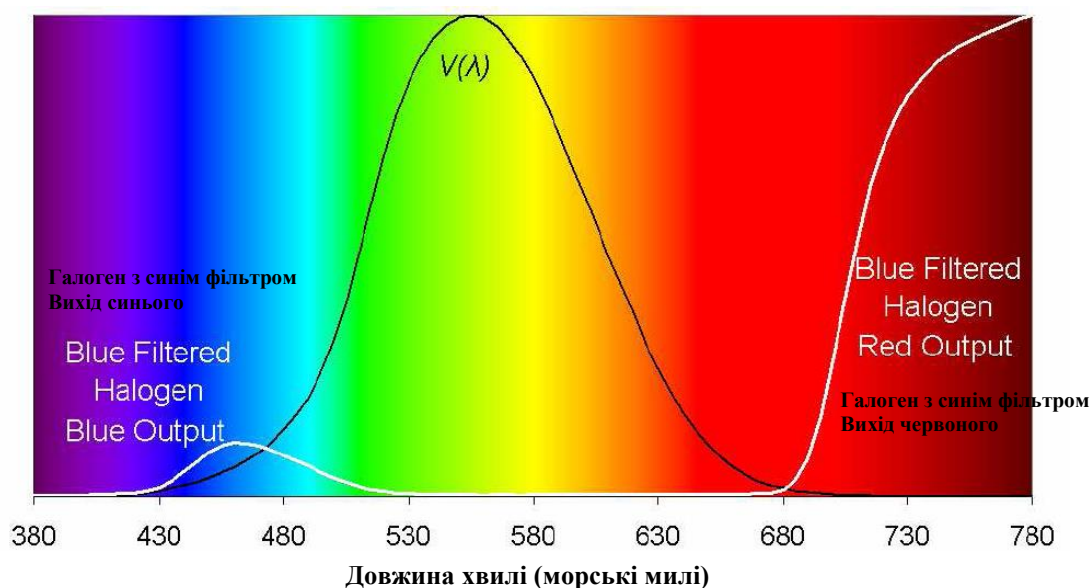
### 1 ОПТИЧНА ДАЛЬНІСТЬ ВИДИМОСТІ СИНІХ ВОГНІВ

У тих випадках, коли видимість є від посередньої до гарної, синій вогонь у значній мірі розсіюється в атмосфері внаслідок аерозольного розсіювання. Таким чином, оптична дальність видимості синього вогню за цих умов буде меншою, ніж оптична дальність видимості червоного вогню такої ж самої інтенсивності (дивіться Рекомендацію IALA E-200/2). Отже, якщо синій вогонь має застосовуватись для дальності, що перевищує 5 морських миль, рекомендується на одну морську милю зменшувати дальність видимості, що публікується в офіційному порядку, для забезпечення надійного виявлення вогню на цій відстані.

#### 1.1 Синій вогонь зі світлофільтром – вплив розсіювання на сприйняття кольору

Використання синіх вогнів, що складаються з білого джерела світла і синього фільтру, може викликати плутанину у випадку спостереження таких вогнів на відстані з причини значного вмісту червоного у більшості синіх вогнів зі світлофільтрами (дивіться рисунок 2.1).

#### РЕАГУВАННЯ ОКА НА ГАЛОГЕННУ ЛАМПУ З СИНІМ ФІЛЬТРОМ $V(\lambda)$



*Рисунок 8 – Значний вміст червоного у галогенній лампі з синім фільтром*

Примітка: Біла лінія показує спектральну схему лампи розжарювання з синім фільтром.

На відстанях, що перевищують декілька миль, синій вміст вогню розсіюватиметься більше за червоний. У зв'язку з цим у безпосередній близькості вогонь здаватиметься синім, але на відстані він виявиться червоним або пурпуровим з синім ореолом. Отже, вплив розсіювання може призводити до того, що білий вогонь з синім фільтром на відстанях у декілька миль видаватиметься червоним, що є вкрай небажаним.

Плутанину між кольорами, що виникає внаслідок цього переважаючого розсіювання, можна зменшити, забезпечивши ослаблення червоного вмісту синього вогню до менше

1,5% загального видимого світла, що випромінюється. Цього можна досягти, якщо обирати джерела світла з низьким випромінюванням у червоному спектрі або ретельно вибирати фільтр, в тому числі вторинний фільтр, за необхідності.

Отже, рекомендується, щоб випромінювання червоного відповідало цій формулі [6]:

$$\frac{\int_{650}^{830} S(\lambda) \cdot \tau(\lambda) \cdot V(\lambda) d\lambda}{\int_{380}^{830} S(\lambda) \cdot \tau(\lambda) \cdot V(\lambda) d\lambda} \leq 0.015,$$

де:  $S(\lambda)$  – розподіл спектральної інтенсивності освітлювача;  
 $\tau(\lambda)$  – спектральний коефіцієнт пропускання фільтра;  
 $V(\lambda)$  – функція світлової ефективності при денному зорі.

## 1.2 Можлива плутанина з синіми вогнями аварійних служб

У більшості людей сині вогні, що мигтять, асоціюються з транспортом або суднами аварійних служб. Для того, щоб забезпечити відсутність плутанини між синіми морськими сигнальними вогнями на засобах навігаційного обладнання з попереджувальними маячками аварійних служб, морські вогні, по можливості, повинні виставлятися як постійні вогні без проблесків. У тих випадках, коли проблескові сині вогні мають використовуватись в якості морських засобів навігаційного обладнання, їх слід застосовувати лише в аварійних умовах, а їхній ритмічний характер має обмежуватись періодами ввімкнення, протяжність яких складає одну секунду чи більше.

## 1.3 Переваги нових джерел світла

Технологія світловипромінювальних діодів (LED) є бажаним варіантом для оснащення сигнальних вогнів на засобах навігаційного обладнання від низької до середньої інтенсивності. Кольорові джерела LED характеризуються тією перевагою, що вони мають вузький спектральний розподіл, що надає кольору високого ступеня чистоти, внаслідок чого такий колір не потребує застосування фільтра. Між двома вогнями з високою чистотою кольору існує менша ймовірність плутанини кольорів. Окрім цього, незважаючи на неможливість ігнорування впливу розсіювання, колір наближених до хроматичних вогнів не змінюється на відстані.

## 1.4 Додаткові міркування щодо синіх вогнів

- За низької освітленості та малого кута, що стягується, око має схильність до тританопічної міопії (короткозорість до синіх вогнів) і це спричиняє розмитість вогню.
- Спостерігачі старшого віку, як правило, страждають від поживтіння роговиці, тому синій колір може здаватися їм менш яскравим, ніж молодшим спостерігачам, і його також легше сплутати з зеленим, білим і жовтим.
- Периферійний зір є більш чутливим до синього вогню, особливо, якщо спостерігати його очима, які адаптувалися до темряви. Тому синій вогонь може бути помітнішим за інші кольори, якщо спостерігати його не прямо, а на декілька градусів периферійно.



Рекомендація E-200-1 щодо морських сигнальних вогнів  
Частина 1 – Кольори, грудень 2008 року

- Рекомендована синя область розроблена таким чином, щоб забезпечити надійне розпізнавання синього за низьких рівнів освітленості, але це може завадити застосуванню багатьох джерел світла, в тому числі деяких синіх LEDs. Незначна зміна довжини хвилі LED, наприклад, внаслідок збільшення температури переходу, може виявитись достатньою для того, щоб хроматичність синіх LEDs близько 470 морських миль перетнула довгохвильову границю (в напрямку зеленого). Рекомендації, що містяться в документах [2][5] Міжнародної комісії з освітлення (CIE), пропонують обмежити синю область і знизити значення  $y$ , яке становить 0,06 ( $y < 0,06$ ). Проте, надійно утримати будь-яке джерело світла в межах цього невеликого трикутника хроматичності може виявитись складною задачею.
- Тест Ішіхари, який широко застосовується для тестування мореплавців, не є прийнятним для виявлення недоліків щодо бачення синього кольору.

## ДОДАТОК III СПОСТЕРІГАЧІ З РОЗЛАДАМИ СПРИЙНЯТТЯ КОЛЬОРІВ

### 1 ПРОЦЕНТНА ЧАСТКА СПОСТЕРІГАЧІВ З РОЗЛАДАМИ СПРИЙНЯТТЯ КОЛЬОРІВ

Таблиця 3 Процентна частка спостерігачів з розладами сприйняття кольорів

Тип розладу		Чоловіки (%)	Жінки (%)
Всього		~ 8%	~ 0,5%
Аномальна трихомазія	Протаномалія	1%	0,01%
	Дейтераномалія	5%	0,4%
	Тританомалія	рідко	рідко
Дихромазія	Протаномалія	1%	0,01%
	Дейтераномалія	1,5%	0,01%
	Тританомалія	0,008%	0,008%

### 2 ОПИС РІЗНИХ ТИПІВ РОЗЛАДІВ СПРИЙНЯТТЯ КОЛЬОРІВ

Таблиця 4 Опис різних типів розладів сприйняття кольорів

Протан	Протаноп	Дихромат	Нестача (червоного) пігменту колбочки – упущення хвиль з більшою довжиною
	Протаномал	Аномальний трихомат	Аномальний (нецентрований) пігмент колбочки у відношенні хвиль більшої довжини
Дейтан	Дейтераноп	Дихромат	Нестача (зеленого) пігменту колбочки – упущення хвиль з середньою довжиною
	Дейтераномал	Аномальний трихомат	Аномальний (нецентрований) пігмент колбочки у відношенні хвиль середньої довжини
Тритан	Тританоп	Дихромат	Нестача (синього) пігменту колбочки – упущення хвиль з короткою довжиною
	Тританомал	Аномальний трихомат	Аномальний (нецентрований) пігмент колбочки у відношенні хвиль малої довжини

3 ЛІНІ ПЛУТАНИНИ МІЖ КОЛЬОРАМИ У СПОСТЕРІГАЧІВ 3  
РОЗЛАДАМИ СПРИЙНЯТТЯ КОЛЬОРІВ

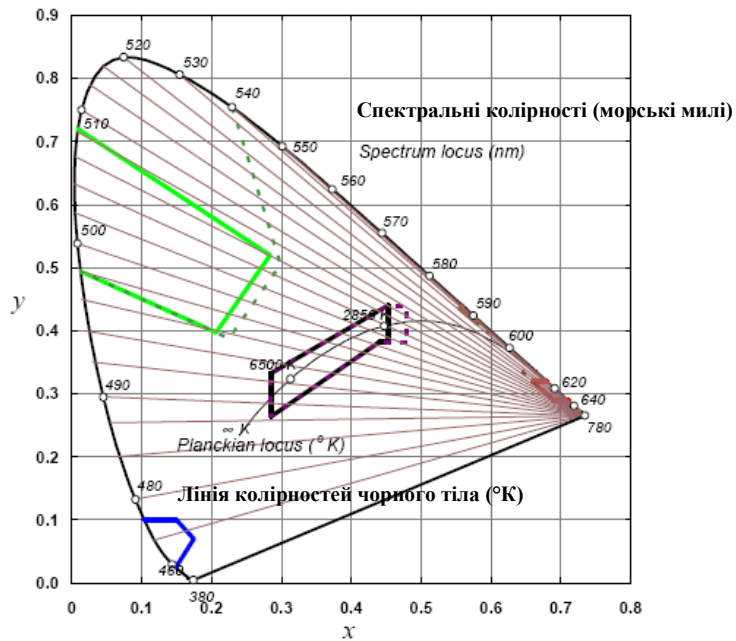


Рисунок 9 – Протаноп

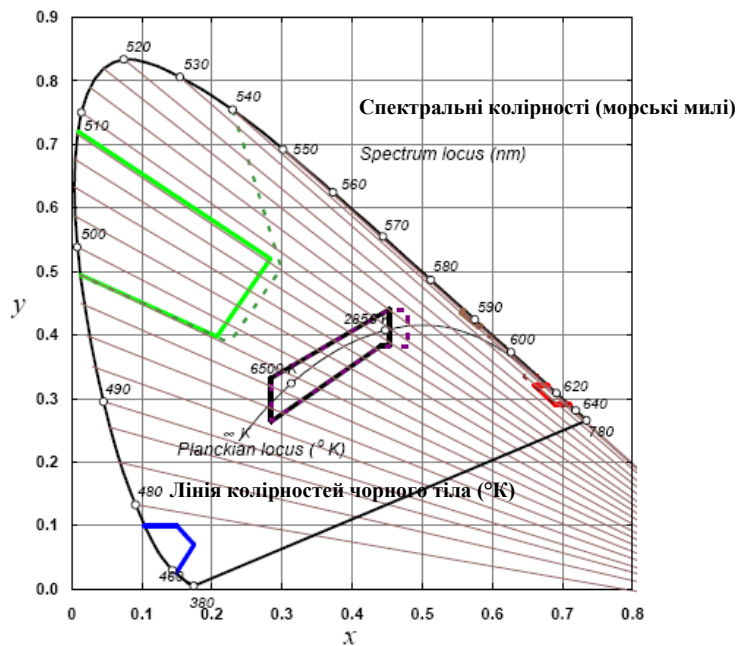


Рисунок 10 – Дейтераноп

Рекомендація Е-200-1 щодо морських сигнальних вогнів  
Частина 1 – Кольори, грудень 2008 року

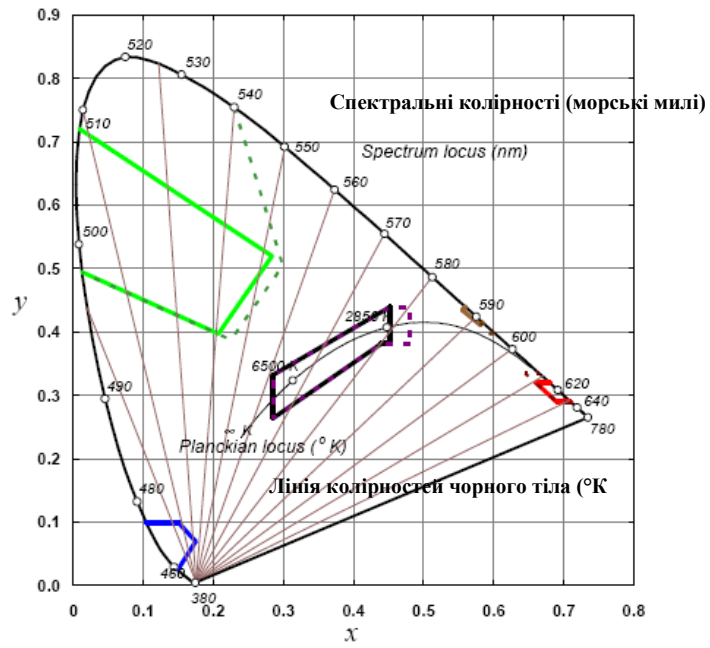


Рисунок 11 – Тританоп