

IALA-МАМС
МІЖНАРОДНА АСОЦІАЦІЯ НАВІГАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
МОРЕПЛАВСТВА І МАЯКОВИХ СЛУЖБ

КЕРІВНИЦТВО IALA № 1069

ЩОДО

СИНХРОНІЗАЦІЇ ВОГНІВ

Травень 2009 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
E-mail: iala-aism@wanadoo.fr Internet: <http://iala-aism.org>

Перегляди документа

Перегляди документа IALA мають бути зазначені у таблиці до видання переглянутого документа.

Дата	Переглянута сторінка / розділ	Вимоги до перегляду

ЗМІСТ

ПЕРЕГЛЯДИ ДОКУМЕНТА	2
ЗМІСТ	3
1 ВСТУП	6
2 МЕТА ТА СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ	6
3 ЗАСТОСУВАННЯ	6
4 ПЕРЕВАГИ СИНХРОНІЗАЦІЇ	7
5 МІРКУВАННЯ ЩОДО РЕАЛІЗАЦІЇ СИНХРОНІЗАЦІЇ	7
5.1 Випробування конфігурації для досягнення оптимальної помітності	7
5.2 Логічне групування вогнів	7
5.3 Використання різних характеристик	8
5.4 Послідовне спалахування	8
5.5 Створні вогні	8
5.6 Інші міркування	8
6 ОБМЕЖЕННЯ СИНХРОНІЗАЦІЇ	9
6.1 Обмеження, пов'язані з навколишнім середовищем	9
6.2 Максимальний час відставання	9
6.3 Мінімальне кутове розділення	9
7 СПОСОБИ СИНХРОНІЗАЦІЇ	9
7.1 Вступ до синхронізації	10
7.2 Варіанти стосовно синхронізації	11
7.3 Централізована синхронізація – «головний-підпорядкований»	12
7.3.1 Зовнішній головний	12
7.3.2 Внутрішній головний	12
7.4 Децентралізована синхронізація – «рівний до рівного»	12
7.4.1 Приклади протоколів	13
ДОДАТОК I ТЕХНІЧНИЙ ОПИС СПОСОБІВ СИНХРОНІЗАЦІЇ	14
1 ВСТУП	14
1.1 GPS	14
1.2 Час мережі GSM	14
1.3 DCF77 – Франкфуртський час – станції стандартної частоти	14
1.4 Цифрове телебачення (DVB)	15
1.5 Радіомережа (YLEISRADIO, Фінська національна радіоорганізація)	16
1.6 Частота телевізійних рядків	16
1.7 e-Loran	16

1.8	Синхронізація за допомогою інших радіосигналів	16
ДОДАТОК II ПРИКЛАДИ СИНХРОНІЗАЦІЇ		18
1	ФІНСЬКА МОРСЬКА АДМІНІСТРАЦІЯ – ФАРВАТЕР ВУОСААРІ	18
2	ШВЕДСЬКА МОРСЬКА АДМІНІСТРАЦІЯ – ФАРВАТЕР, ПОЗНАЧЕНИЙ СИНХРОНІЗОВАНИМИ БУЯМИ	20
2.1	Гальтен	20
3	АВСТРАЛІЙСЬКА СЛУЖБА БЕЗПЕКИ НА МОРІ – СИНХРОНІЗОВАНІ ВОГНІ НА МАЯКАХ НА ПАЛЯХ	21
4	ЦЕНТР ТЕХНОЛОГІЙ РУХУ СУДЕН (НІМЕЧЧИНА) – СИНХРОНІЗОВАНІ БУЇ БРЕМЕРХАВЕНА	23
4.1	Розташування	23
4.2	Пропозиції	23
4.3	Результат	23
4.4	Резюме	23
4.5	Коментар	23
5	ЗАГАЛЬНІ МАЯКОВІ СЛУЖБИ – ВИПРОБУВАННЯ НА ПРЕДМЕТ ВИДИМОСТІ СИНХРОНІЗОВАНИХ БУЇВ	25
5.1	Місце	25
5.2	Випробування 1	25
5.3	Випробування 2	26
5.4	Випробування 3	26
5.5	Проект з консервації родовища Фрігг – Норвегія	27
ДОДАТОК III АБРЕВІАТУРИ		29
ДОДАТОК IV ТЕРМІНОЛОГІЯ ТА СИМВОЛІКА		30
1	ТЕРМІНОЛОГІЯ	30
2	СИМВОЛІКА	30
ДОДАТОК V ДОВІДКОВІ МАТЕРІАЛИ		31

МАЛЮНКИ

Малюнок 1	Засоби навігаційного обладнання у фарватері Вуосаарі	19
Малюнок 2	Підходи до Гальтена	20
Малюнок 3	Засоби навігаційного обладнання у фарватері порту Хедленд	21
Малюнок 4	Характеристики вогнів спарених буїв	24
Малюнок 5	Місце випробувань Trinity House	25
Малюнок 6	Запрограмована послідовність пробісків	26
Малюнок 7	Випробування з синхронізованими й послідовними комбінаціями	26

Малюнок 8	Неексплуатовані споруди родовища Фрігг після консервації (CDP1, TP1 та TCP2)	27
Малюнок 9	Схема послідовності. Початок послідовності синхронізується кожні 30 секунд	28

ТАБЛИЦІ

Таблиця 1	Порівняння опорних частот	12
Таблиця 2	Латеральні та кардинальні знаки у фарватері Вуосаарі	18
Таблиця 3	Синхронізовані маяки порту Хедленд – Нові характери та номінальна дальність дії	22
Таблиця 4	Пропоновані характери вогнів	27

1 ВСТУП

При наданні морських засобів навігаційного обладнання (AtoN) розвиток технологій, як у галузі джерел світла, так і у галузі засобів зв'язку, уможливив значно більш оперативну й точну синхронізацію вогнів, ніж раніше. Раніше синхронізація досягалася за допомогою стаціонарних провідних систем чи радіосистем. Радіосистеми включали використання загальних синхронізуючих радіосигналів або місцевих радіосистем, створених для цих потреб. Додаткові зусилля й витрати при створенні та технічному обслуговуванні стаціонарних провідних систем та радіосистем означали, що ці системи використовувалися на обмеженій основі. Разом з тим, тепер, коли наявні економічно ефективні, стійкі та точні варіанти синхронізації, синхронізація є доцільною пропозицією.

Крім того, розвиток технологій зробив синхронізацію вогнів AtoN доступною для користування на стаціонарних та плавучих засобах. Це може уможливити удосконалення, що мають на меті покращення загальної помітності вогнів засобів навігаційного обладнання, особливо у забудованих районах та районах з фоновим освітленням.

Низка надавачів AtoN вже провели демонстрації. Деякі створили синхронізовані або послідовні системи вогнів у конкретних місцях. Результати низки таких демонстрацій додаються.

Запровадження синхронізуючих сигналів GNSS зумовило появу доступних, відносно недорогих, вбудованих світлових пристроїв AtoN, що виробляються низкою виробників на світовому ринку, які можна використовувати по всьому світу.

Використання синхронізованих вогнів слід оцінювати на основі визнаних принципів управління ризиками при задоволенні навігаційної вимоги.

Окрім цілі цього Керівництва, є інші способи застосування, де може застосовуватися синхронізація, як відображено у Рекомендації IALA O-116 («Позначення аквакультурних ферм»), або на інших типах засобів, як-от створні вогні, або коли для мореплавця важливе розпізнавання «геометрії».

2 МЕТА ТА СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Метою цього Керівництва є надати членам IALA та надавачам AtoN вказівки щодо надання синхронізованих вогнів як частини системи AtoN для позначення каналів, водних шляхів та конкретних районів у відношенні поліпшення помітності AtoN, особливо у районах, де належну помітність засобів навігаційного обладнання забезпечити складно через, приміром, фонове освітлення.

Цей документ застосовується до сигнальних вогнів морських засобів навігаційного обладнання на стаціонарних та плавучих пристроях.

3 ЗАСТОСУВАННЯ

Протягом довгого часу державні установи, надавачі AtoN та мореплавці занепокоєні тим, що зростаюче фонове освітлення у прибережних районах, районах підходів до портів та районах гаваней сягає критичних рівнів та часто подавляє засоби навігаційного обладнання, якщо дивитися на них на цьому тлі. Часто складно відрізнити та розпізнати засоби, або ж мореплавцю складно користуватися фарватерними вогнями. Відтак, є конкретна потреба підкреслити фарватер, позначені маршрути та конкретні райони.

Своєю націленістю на задоволення навігаційної вимоги, визначеної за допомогою оцінки ризиків, варіант з використанням синхронізованих та/чи послідовних вогнів забезпечує корисне удосконалення традиційних вогнів AtoN, якщо дивитися на них на тлі фонового освітлення.

4 ПЕРЕВАГИ СИНХРОНІЗАЦІЇ

Синхронізація одного чи кількох проблискових вогнів вже використовується у сигнальних системах різних транспортних систем, в тому числі автодорожніх, залізничних, авіаційних та

морських. У морському світі синхронізація історично використовується для створених вогнів. Метою синхронізації є підвищення помітності сигналу та/чи зазначення, що два чи більше вогнів пов'язані у певний спосіб. Приміром, якщо два буя утворюють «ворота» у фарватері, вогні на них можуть бути синхронізовані, щоб ця пара буїв була більш помітною.

Задання послідовності вогнів – це коли низка вогнів спалахують відповідно до часової послідовності для демонстрації географічного зв'язку між ними. Такий набір вогнів іноді порівнюють з вогнями злітно-посадкової смуги.

Також можна поєднати ці два ефекти, щоб, приміром, якщо є фарватер, позначений парами буїв, вогні на кожній парі були синхронізовані, і, крім цього, вогні пар спалахували відповідно до часової послідовності по усій довжині фарватеру.

У кожному випадку метою є допомогти мореплавцю встановити, які вогні належать до пар буїв (або маяків), що позначають фарватер, а також визначити, які пари знаходяться ближче за інші, а які – більш віддалені.

Як показали численні всебічні випробування та досвід використання синхронізованих і послідовних засобів навігаційного обладнання, використання таких AtoN може давати дві основні переваги:

- Синхронізовані вогні забезпечують високу помітність. Вони привертають увагу спостерігача до своєї присутності та долають фонове освітлення завдяки своєму регулярному та комбінованому впливу.
- Послідовні вогні надають інформацію про напрямок при знаходженні у системі, приміром, на водному шляху. Спостерігач бачить чіткий рух у горизонтальній площині.

Результати низки таких випробувань включені до цього Керівництва.

5 МІРКУВАННЯ ЩОДО РЕАЛІЗАЦІЇ СИНХРОНІЗАЦІЇ

Послідовності спалахування AtoN можна синхронізувати у низку різних способів. Пристрої мають спалахувати у чітко визначеному порядку, щоб фарватер був максимально помітним для мореплавця. Рішення, що випробувалися, вказують на те, що одночасне спалахування вогнів усієї ділянки фарватеру є хорошим рішенням з точки зору забезпечення оптимальної помітності.

5.1 Випробування конфігурації для досягнення оптимальної помітності

Важливо протестувати або змодельовати синхронізацію пробліскових вогнів на одному фарватері за різних умов, перш ніж приймати рішення щодо того, який спосіб синхронізації впроваджувати. Це дозволить виконати оцінку ступеня можливого поліпшення видимості фарватеру. У випробуваннях також мають бути задіяні відповідні мореплавці, щоб забезпечити впровадження оптимальної системи синхронізації для конкретного способу використання.

5.2 Логічне групування вогнів

Для розділення фарватеру на ділянки можна скористатися точками повороту фарватеру. Можна синхронізувати латеральні знаки тієї самої ділянки фарватеру, після яких можуть вмикатися засоби, що позначають наступну ділянку. Для того, щоб різні ділянки фарватеру виділялися, вони повинні мати подібні характери. Якщо це неможливо, послідовності спалахування мають бути кратними періодам світіння одна одної.

Ще одним можливим варіантом є наслідування прикладу вогнів злітно-посадкової смуги аеропорту, які вмикаються послідовно. Цією альтернативою також можна скористатися для ведення суден до порту; разом з тим, це може виглядати специфічно при виході з порту. Для цієї альтернативи послідовності спалахування на завершальних ділянках фарватеру мають відрізнятися від послідовностей спалахування у його середній частині. Цей спосіб не

рекомендується для морського шляху, оскільки AtoN розміщені не через однакові проміжки. Оскільки відстані різняться, створити «ефект підходу», подібний до аеропорту, неможливо.

Третім варіантом є синхронізація різних боків фарватеру. Якщо скористатися цим способом, напрямок фарватеру може бути добре видимим, а от визначити його ширину може бути складно.

5.3 Використання різних характеристик

Для позначення початку фарватеру або зміни у фарватері можна ефективно використовувати різні характеристики. Приміром, перші два буя або фарватерних знаки можуть мати характер, відмінний від характеру решти фарватеру, при цьому залишаючись синхронізованими.

При розгляді можливості використання різних характеристик слід взяти до уваги наявні рекомендації та керівництва IALA: E-110 (щодо ритмічних характеристик вогнів на засобах навігаційного обладнання, видання 2.0) та систему морських буїв IALA.

Період характеру синхронізованих вогнів має бути достатньо малим, щоб спостерігач міг бачити такі засоби якомога частіше.

Синхронізовані вогні з тим самим характером, у парах, що утворюють ворота, є особливо помітними, коли позначають вигини фарватеру.

5.4 Послідовне спалахування

Для вогнів, що спалахують послідовно, необхідно визначити затримку синхронізації, беручи до уваги геометрію фарватеру та, зокрема, відстань між спареними буями. В якості вказівки – «чим ближче буї один до одного, тим меншою має бути затримка».

Географічна відстань між синхронізованими вогнями у групі, на стаціонарних або плавучих засобах, має бути такою, щоб група в цілому знаходилася у полі зору спостерігача.

Характер спалахування послідовних вогнів та/чи пар має бути унікальним для забезпечення незалежного розпізнавання у випадку виходу синхронізації з ладу, приміром, групове спалахування першої пари; групове спалахування другої пари.

5.5 Створні вогні

Вибір характеристик та управління синхронізованими створними вогнями має бути таким, щоб можна було легко розпізнати передні та задні вогні; до того ж, у разі виходу з ладу синхронізації може мати місце перекриття їх часу горіння.

Особливу увагу при розробці синхронізованих створних вогнів слід приділити тому, щоб у разі виходу з ладу одного створного вогню інший вогонь не був помилково спарений із зовнішнім джерелом, що видається синхронізованим, як-от його відбиття від води. Це міркування може включати автоматичне вимкнення другого вогню, якщо після оцінки ризиків це виглядає необхідним.

5.6 Інші міркування

1 Перш ніж приймати рішення щодо встановлення засобів навігаційного обладнання, слід розглянути в цілому розташування та специфіку засобів навігаційного обладнання, фарватеру чи підходу до порту, де передбачається розгорнути синхронізовані засоби.

2 При плануванні використання синхронізованих чи послідовних вогнів на водному шляху слід взяти до уваги імовірний стан моря та пануючу видимість, тобто місцеві умови.

3 У сутінках, коли вогні вмикаються уперше, та іноді, через втрату синхронізуючого сигналу, може бути період часу, коли один чи кілька вогнів працюють несинхронно з іншими; відтак, слід продумати загальне розташування засобів навігаційного обладнання, щоб мореплавець все ж міг розпізнати фарватер.

4 Можна віддати перевагу використанню групової синхронізації перед використанням послідовної синхронізації, щоб мореплавець не заплутався при русі у напрямку, протилежному напрямку послідовного спалахування.

5 Слід здійснити поширення інформації за допомогою повідомлення мореплавцям, у якому говориться про впровадження синхронізованої системи.

6 При розробці синхронізованої системи слід провести консультації із зачепленими зацікавленими сторонами.

6 ОБМЕЖЕННЯ СИНХРОНІЗАЦІЇ

6.1 Обмеження, пов'язані з навколишнім середовищем

Синхронізовані та/чи послідовні засоби навігаційного обладнання не обов'язково надають мореплавцю інформацію про місцезположення. Синхронізовані вогні забезпечують просторову обізнаність та орієнтацію у фарватері чи системі засобів навігаційного обладнання.

Існують фізичні обмеження у відношенні встановлення обладнання, необхідного для синхронізованих систем; наприклад, для вогнів, синхронізованих за допомогою GPS, необхідно забезпечити безперешкодний огляд неба датчиком GPS для одержання регулярних оновлень синхронізуючого сигналу. Для радіосистем синхронізації на силу сигналу можуть впливати атмосферні умови.

Вимоги щодо живлення системи синхронізованих вогнів загалом є дещо більшими. Сонячні системи не можуть генерувати належну кількість електроенергії у високих широтах, особливо у відношенні малих засобів та/чи там, де на місці також розгорнуті інші AtoN, приміром, AIS, радіолокаційні маяки.

На дію синхронізованих/ послідовних вогнів можуть негативно впливати: остійність буя, видимість, надто велика висота рівня ока порівняно з вертикальною розхідністю, а також загальні погані погодні та морські умови (у спосіб, подібний до традиційних знаків).

6.2 Максимальний час відставання

Для забезпечення чіткої видимості мореплавцем синхронізованих груп похибка синхронізації між синхронізованими вогнями не повинна перевищувати 50 мс.

6.3 Мінімальне кутове розділення

Для забезпечення можливості чіткого відокремлення окремих синхронізованих вогнів рекомендується запровадити мінімальне кутове розділення у 5 дугових хвилин, стягнуте у спостерігача, у межах дуги використання синхронізованих вогнів. Вогні, що знаходяться надто близько один до одного, можуть виглядати як один вогонь унікального та відмінного кольору.

7 СПОСОБИ СИНХРОНІЗАЦІЇ

Синхронізація та задання послідовності потребують наявності однакової та точної інформації про час на усіх вогнях, що мають бути синхронізовані або задіяні у послідовності. Цього можна досягти у принаймні два способи:

- Точний механізм внутрішньої синхронізації у кожному місці знаходження вогню;
- Прийом у кожному місці знаходження вогню тих самих синхронізуючих даних від надійного джерела.

На практиці зазвичай застосовується другий, і реалізація здійснюється за допомогою радіопередавальної системи, створеної для цих потреб, або за допомогою прийому наявного синхронізуючого сигналу, або за допомогою кабельного з'єднання. У більш ранніх системах синхронізації часто застосовувався місцевий радіопередавач, що випускав синхронізуючий сигнал, який приймався на кожному вогні.

Сьогодні наявні різні місцеві чи глобальні сигнали точного часу, і спеціальні радіопередавачі не потрібні. Синхронізуючий сигнал, що використовується найбільш широко, - це сигнал, що міститься у Глобальній навігаційній супутниковій системі (GNSS), як-от GPS або GLONASS.

У деяких країнах для синхронізації вогнів використовуються синхронізуючі радіосигнали, що передаються на дуже низьких частотах (VLF) та низьких частотах (LF). Приміром, у Японії використовується сигнал комерційного мовлення на частоті 76-90 МГц; при цьому до надбудови буя або приміщення для ліхтаря маяка прикріплена гнучка антена. Проте такі системи здебільшого вже згорнуті й замінені на GPS.

Зверніть увагу на те, що все, що потрібно, - це синхронізація часу спалахування вогнів у групі. Синхронізація з часом GPS чи іншим стандартом не потрібна.

Синхронізація за допомогою GNSS передбачає, що синхронізована система вогнів не буде повністю надлишковою. Якщо GNSS з будь-якої причини буде недоступною, синхронізованій системі вогнів доведеться перетворитися на звичайну систему вогнів. Щоправда, імовірність цього є низькою. Зазвичай кожен вогонь оснащується вбудованим синхронізуючим пристроєм, що забезпечує ритмічний характер спалахування. Поширеною практикою є налаштування цього внутрішнього таймера шляхом його синхронізації із зовнішнім імпульсом від опорного джерела синхронізації (годинник або місцевий радіопередавач GNSS). Важливо, щоб точність синхронізації вбудованого таймера вогнів підтримувалася у межах 50 мс між зовнішніми синхронізуючими імпульсами, тобто годинник, що міститься у вогні, має бути достатньо точним у короткостроковому періоді, щоб відповідати годиннику GNSS чи іншому джерелу синхронізації.

У разі виходу з ладу джерела синхронізації, або під час роботи вогнів, або у денний час, до вмикання вогнів, точність системи вогнів має підтримуватися протягом періоду часу, достатнього для морського користування. У найгіршому випадку, коли джерело синхронізації виходить з ладу на тривалий період, навігаційна система може працювати в «автономному режимі», тобто компоненти системи працюють незалежно один від одного. У такому випадку буде проведена оцінка структури навігаційної системи за допомогою визнаного інструменту оцінки ризиків, і вона як така запропонує мореплавцю безпечний прохід без удосконалення у вигляді послідовних чи синхронізованих вогнів.

Найбільш практичним способом підтримання синхронізованого спалахування є управління внутрішнім джерелом частоти пробліскового пристрою за допомогою зовнішніх синхронізуючих даних. Більшість комерційних продуктів працюють саме таким чином. Даними, що одержуються ззовні, може бути точний код часу, опорна частота або, найчастіше, синхронізуючий імпульс. Щоправда, підтримання постійного зв'язку з джерелом синхронізуючих даних потребує великої кількості електроенергії.

Необхідними елементами для синхронізованого спалахування AtoN є джерело світла, проблісковий пристрій та синхронізуючий пристрій. Внутрішній годинник (джерело частоти) пробліскового пристрою визначає, коли джерело світла має спалахувати. На практиці інших функціональних альтернатив йому немає. Внутрішнім годинником пробліскового пристрою зазвичай є кварцовий генератор. Найбільш важливий чинник, що впливає на стабільність частоти кварцового генератора, - це температурні коливання.

У цьому Керівництві розглядаються лише бездротові способи синхронізації. Маяки синхронізуються за допомогою кабелів, що прокладаються по дну моря, але це не вважається хорошим рішенням, особливо для плавучих засобів навігаційного обладнання, оскільки вони можуть зсуватися. Крім цього, тут мають місце великі витрати, і до того ж синхронізація, що ґрунтується на кабелі, значно ускладнює пересування та додавання маяків.

7.1 Вступ до синхронізації

Внутрішні годинники різних складових частин системи відрізняються один від одного. Навіть якщо такі годинники встановлені на той самий час, з часом між ними виникне зсув. Різниця між часом двох годинників, $C_1(t)$ та $C_2(t)$, описується наступною формулою:

$$C_1(t) = a_{12} \cdot C_2(t) + b_{12},$$

де a_{12} – відносний зніс годинників, а b_{12} – відносний зсув. Коригування миттєвих значень не є доцільним для синхронізації, оскільки після користування час годинників продовжить зазнавати зносу. Ось чому при плануванні синхронізації необхідно вирішити, чи і зніс, і зсув коригуватимуться, чи тільки зсув періодично коригуватиметься.

Чим кращим є внутрішній годинник пристрою, тим довше його час відповідатиме вірному часу без синхронізації. При плануванні частоти синхронізації також слід взяти до уваги можливе невиконання однієї чи кількох синхронізацій: система все ж повинна залишатися у «межах синхронізації».

Синхронізацію часу можна розбити на три різних рівні точності. Перший – це точність послідовності (одна частина системи знає, що вона йде перед іншою), другий – це точність відносного часу (у системі використовується той самий часовий пристрій), а третій – це глобальна точність (час також є точним у відношенні решти світу). При синхронізації на фарватерах відносний час є достатнім рівнем точності. Потреби в ідеальній синхронізації компонентів немає, оскільки людське око сприймає дві події як одночасні, якщо різниця у часі між ними не перевищує 50 мс. Відповідно, вимоги до синхронізації не є високими, і значно більш точна синхронізація, як-от синхронізація за допомогою бездротових систем передачі даних, не потрібна. За допомогою системи GPS навіть можна досягти «надто» точної синхронізації, але, з іншого боку, така синхронізація може здійснюватися не так часто.

7.2 Варіанти стосовно синхронізації

При виборі опорної частоти слід віддавати перевагу рішенням, що забезпечують належний прийом у районі роботи, мають прийнятне співвідношення «ціна-якість» та високу надійність. Що стосується прийому опорної частоти, важливо, щоб уся група маяків, що мають бути синхронізовані, працювала на одній частоті. Системи, що потребують нетрадиційних повітряних рішень, не виключаються, оскільки не обов'язково кожен маяк повинен мати приймач. Є й інші способи направлення сигналів (див. розділ 7.3).

Широко використовується для одержання точного часу система GPS, але існують і інші рішення. У разі, якщо є плани оснастити маяки обладнанням для позиціонування за допомогою GPS, найкращим рішенням наразі є синхронізація за допомогою GPS.

У Центральній Європі добре приймається радіосигнал DCF77, який часто використовується у годинникових пристроях.

У майбутньому, можливо, можна буде використовувати теле- та радіомережі (особливо цифрові мережі), але наразі одержувати сигнал точного часу з теле- чи радіосигналу досить складно.

Серед інших способів можна згадати такі послуги, як eLORAN, і не тільки.

Детальні пояснення способів синхронізації наведені у Додатку 1.

Внутрішній синхронізуючий пристрій синхронізованого світлового пристрою є важливим резервним пристроєм на випадок виходу з ладу джерела синхронізації. Цей резервний пристрій забезпечує цілісність при синхронізації або задані послідовності вогнів, що дозволяє цьому компоненту AtoN мати експлуатаційну готовність, достатню для потреб надавача засобів навігаційного обладнання.

Таблиця 1 Порівняння опорних частот

Спосіб синхронізації	Переваги	Недоліки
GPS (1,5 ГГц)	Не обмежений відстанню між вогнями. Низька ціна, стабільний і точний приймач, точний атомний годинник в якості еталона, невелика приймальна антена	Потребує прямої видимості; малопотужний сигнал – може піддаватися глушінню, у меншій мірі на нього впливають імітаційні поміхи та місцеві ненавмисні поміхи
Мережа GSM (900 МГц, 1800 МГц)	Низька ціна, якщо GSM-моніторинг маяка вже встановлений	Не усі мережі GSM є синхронізованими з UTC*. Не усі носії надають доступ до годинника NITZ. Немає жодних відомих комерційних пристроїв
Радіосигнал (DCF77) (77,5 кГц)	Стабільний і точний	Доступність носить регіональний характер, на сигнал можуть впливати атмосферні умови
Loran-C / eLORAN	Стабільний приймач, точний атомний годинник в якості еталона	Більш дорогий, ніж продукти, що використовують GPS, обмежений район прийому, невизначене майбутнє

*UTC – всесвітній скоординований час

7.3 Централізована синхронізація – «головний-підпорядкований»

Система, що використовується для централізованої синхронізації, є ієрархічною. Один чи кілька головних вищого рівня управляють підпорядкованими нижчого рівня. Прийом повідомлень займає більше часу, ніж передача, а обчислення чи обробка інформації займає ще менше [1]. Оскільки мале енергоспоживання має важливе значення у випадку засобів навігаційного обладнання, слід віддати перевагу системі, у якій опорні частоти обробляються на місці, а головний – зовнішній. У випадках, коли використовується головний усередині системи, для головного слід передбачити більше енергоспоживання, ніж для підпорядкованих.

7.3.1 Зовнішній головний

Дані про час, що використовуються для синхронізації, можна одержувати з-за меж системи, приміром, від супутників GPS або мережі GSM. Іншими словами, кожен маяк оновлює свій внутрішній годинник відповідно до годинника GPS або мережі GSM. Зовнішній пристрій поблизу групи маяків, спроможний одержувати одну з опорних частот, згаданих у попередньому розділі, також може виступати в якості зовнішнього головного. Головний передає поправочні дані іншим пристроям, які є частиною групи маяків.

7.3.2 Внутрішній головний

У разі, якщо один з пристроїв у групі маяків передає поправочні повідомлення іншим пристроям групи, такий пристрій називають внутрішнім головним. Внутрішній головний може приймати зовнішню опорну частоту або використовувати свій внутрішній годинник в якості еталону для усієї групи маяків. Разом з тим, у цьому випадку відстані мають бути достатньо малими, щоб усі пристрої групи маяків були з'єднані з головним. При використанні

внутрішнього головного слід подбати про те, щоб кожен пристрій був з'єднаний лише з одним головним.

7.4 Децентралізована синхронізація – «рівний до рівного»

Група, що має бути синхронізована, також може бути децентралізована у своїй мережевій топології. У цьому випадку у групі пристроїв немає головного, і синхронізація ґрунтується на повідомленнях між пристроями. Вузли мережі можуть обмінюватися інформацією з усіма своїми сусідами, і синхронізація не перешкоджає вихід з ладу одного вузла (як при синхронізації «головний-підпорядкований», якщо головний виходить з ладу).

У наступних розділах розглядаються приклади того, як цей тип синхронізації може бути реалізований.

7.4.1 Приклади протоколів

Для сенсорних мереж запропонований спосіб синхронізації опорною радіопередачею (RBS) [2]. Вузли мережі передають опорні повідомлення своїм сусідам, завдяки чому робота вузлів синхронізується. У процесі синхронізації порівнюється місцеві часи прийому вузлів (повідомлення не містять міток часу). Головною перевагою цього протоколу є те, що «критичний шлях» є коротшим. Критичний шлях містить усі ті повідомлення, що впливають на точність синхронізації. Отримувачі повинні приблизно оцінити загальний час, витрачений на направлення опорного повідомлення, в тому числі такий, як час обробки повідомлення та час очікування, перш ніж направляти повідомлення. Усе це впливає на точність часу. Критичний шлях RBS-протоколу включає лише складнощі у часі переміщення та обробці при прийомі повідомлення. RBS-протокол потребує направлення кількох повідомлень.

Синхронізація статистичного годинника для сенсорних мереж [3] є розширенням RBS-протоколу. За допомогою зниження точності синхронізації можна знизити складність обчислень та зменшити енергоспоживання. Це є здійсненним, особливо якщо не потрібна велика точність синхронізації, а енергопостачання системи обмежене. Пристрої направляють кілька опорних повідомлень один одному. Часи прийому повідомлень незалежним чином децентралізовані, а відтак, описують розподіл Гаусса з середнім значенням нуль. Можна припустити, що ширина функції щільності Гаусса описує точність синхронізації, і за допомогою цього ми можемо встановити, скільки опорних повідомлень потрібно направити для досягнення цільової точності.

ДОДАТОК І ТЕХНІЧНИЙ ОПИС СПОСОБІВ СИНХРОНІЗАЦІЇ

1 ВСТУП

Цей додаток містить різні варіанти джерел опорних точок синхронізації. Найбільш поширеними системами з доступним комерційним обладнанням є GPS, GSM, Loran та національні стандарти синхронізації, що передається. Наводяться й інші варіанти, які можуть бути корисними за певних обставин, але може бути складно знайти придатне обладнання.

1.1 GPS

Супутники GPS постійно передають сигнали розсіяного спектру на частотах 1575,42 МГц (L1) та 1227,60 МГц (L2). Код, призначений для цивільних осіб (код C/A), передається на частоті L1, а код P, що використовується військовими, - на частотах L1 та L2. Ці коди передають навігаційне повідомлення про положення супутника та час. GPS-приймач обчислює його положення шляхом визначення відносних часів прийому супутникових сигналів, що означає, що супутники мають знаходитися у зоні його прямої видимості. Сигнал, що відбивається (він відомий як «повторний»), приміром, від води, може спричинити викривлення результатів.

Точність GPS-приймача можна підвищити за допомогою базових станцій, розташованих у відомих місцях, які передають поправочні дані у режимі реального часу на пересувний приймач. Цей спосіб називають диференційним GPS (DGPS), і він дозволяє досягнення точності позиціонування у 2-4 метри. Поправочні дані можна передавати за допомогою різних систем, як-от допоміжні станції мережі GSM або радіошогли для середніх частот (приблизно 300 кГц). Поправочні дані зазвичай передаються у форматі RTCM. RTCM-повідомлення включає лише поправочні дані, і саме тому дані, які мають бути скориговані, все ще одержуються з супутника GPS.

Найбільш безпосереднім способом використання GPS-сигналів при синхронізації є оснащення кожного пристрою, що має бути синхронізований, власним GPS-приймачем. На ринку наявні готові набори мікросхем, які можуть перенести дані, одержані за допомогою антени, на внутрішнє джерело частоти. Схеми, призначені для обчислення місцеположення за GPS, є більш складними, ніж ті, що лише приймають час годинника або імпульс синхронізації та передають його далі. Завдяки своїй поширеності схеми, що використовуються у пристроях GPS, є недорогими, а їх енергоспоживання вже не є дуже великим. Жодних інших витрат у цьому випадку немає, оскільки прийом сигналу є безкоштовним, і буям не потрібно обмінюватися інформацією один з одним.

GPS-сигнал уможливорює постійну синхронізацію, але вона не є необхідною. Внутрішні годинники або джерела частоти вогнів зазвичай є достатньо непоганими для того, щоб залишатися синхронізованими протягом кількох хвилин, десятків хвилин або навіть годин, залежно від продукту (генератори). Синхронізація може здійснюватися через певні часові проміжки (активація GPS-приймачем) для підтримання необхідної точності. Це також зменшує енергоспоживання.

Нещодавні випробування з глушінням GPS-сигналів, які проводилися Директоратом досліджень та радіонавігації Великої Британії, показали, що синхронізовані вогні продовжують працювати в автономному режимі при синхронізації протягом значного проміжку часу за наявності глушіння GPS, за умови, що вогні синхронізуються перед початком глушіння. Проте якщо глушіння має місце до моменту загоряння, тобто вогні вмикаються за відсутності належних синхронізуючих GPS-сигналів, синхронізація не відбувається. Відтак, пробіскові пристрої, що використовують синхронізуючі GPS-сигнали для синхронізації, мають бути спроектовані таким чином, щоб їх таймери залишалися синхронізованими навіть тоді, коли вогонь вимкнений у денний час.

1.2 Час мережі GSM

У мережі GSM місцевий час та дату (в тому числі у літній час) можна одержувати від базової станції. У випадку мережі TeliaSonera (оператор електрозв'язку у скандинавських країнах та країнах Балтії) час годинника зчитується з мобільного комутаційного центру (MSC) та є точним. MSC зчитує SDH (синхронну цифрову ієрархію) годинника з атомного годинника. У мережі SDH в якості синхронізатора працює цезієвий годинник на частоті 2,048 МГц. Час годинника передається як код за допомогою сигналів даних, і дані про час відновлюються у вузлах мережі. Автоматичне оновлення часу та властивості NITZ (ідентифікаційні дані та часовий пояс мережі) можна обрати і у мережі, і у пристроях мобільного зв'язку відповідно до стандартів GSM. У найстарших телефонах цими даними користуватися неможливо, але більш молодші моделі зазвичай можуть оновлювати свій внутрішній годинник при зверненні до мережі.

Оновлення часу зазвичай здійснюються при реєстрації у мережі, коли мобільний телефон потрапляє до іншого часового поясу або коли змінюється час мережі (приміром, з літнього на зимовий). Базова станція може також передавати дані NITZ, коли мережа змінює свої ідентифікаційні дані, або у будь-який моменту часу під час з'єднання для передачі сигналів.

Мережа мобільного зв'язку з властивістю NITZ може передавати ідентифікатор IMSI (міжнародний ідентифікатор абонента мобільного зв'язку) місцевого часу як додаток. Ідентифікатор IMSI передається, приміром, коли телефон увімкнений. Як додаток до ідентифікатора IMSI, дані про час передаються лише у випадку виявлення даних по абоненту у мережі мобільних телефонів VLR (реєстр роумінгових абонентів). У разі, якщо дані по абоненту відсутні у реєстрі роумінгових абонентів, це зазвичай можна виправити шляхом вимкнення телефону та повторного увімкнення.

У випадку, коли є потреба в оновленні внутрішнього годинника чи генератора буїв, що використовують GSM-приймач та дані NITZ, має бути достатньо перезавантаження термінального пристрою. Разом з тим, слід відзначити, що NITZ працює лише за умови підтримки термінальним пристроєм. У випадку, коли термінал підтримує функціональні можливості GPRS, і GPRS-з'єднання завжди увімкнене, автоматичне оновлення часу не здійснюється. Іншими словами, якщо термінальний пристрій має спроможність GPRS, пристрій не може бути у режимі «завжди увімкнений».

Час мережі також можна одержати обхідним шляхом, приміром, за допомогою направлення текстового повідомлення на свій власний номер; у цьому випадку одержане SMS-повідомлення включає мітку часу центру обслуговування (SCTS) центру обслуговування коротких повідомлень (SMSC). Іншими словами, усі маяки мають направляти SMS-повідомлення самим собі, що робить цей спосіб синхронізації дорогим та недоцільним. Крім цього, обробка SMS-повідомлень пов'язана з характерними затримками. Іншим можливим способом є встановлення з'єднання з сервером часу мережі (приміром, pool.ntp.org), що використовує протокол TCP (протокол управління передачею), який широко використовується в Інтернеті. Проте цей спосіб є дуже дорогим та непрактичним. Третьою альтернативою є використання виділеного каналу у стільнику (каналу стільникової передачі) для передачі даних годинника. Члени однієї групи маяків, імовірно, належатимуть до того самого стільника GSM, завдяки чому реалізація цього буде нескладною. Разом з тим, у мережі TeliaSonera канали стільникової передачі не використовуються.

1.3 DCF77 – франкфуртський час – станції стандартної частоти

У Німеччині центральноєвропейський час (UTC+1 узимку, UTC+2 улітку) передається на частоті 77,5 кГц. Передавальна антена DCF77 передає час брауншвейгського атомного годинника з району Франкфурта-на-Майні (50°01' північної широти, 09°00' східної довготи), і сигнал від неї можна приймати у радіусі 2000 км. У Фінляндії цей сигнал можна приймати до широти міста Оулу. У Данії компанія під назвою Danatop реалізувала синхронізацію за допомогою опорної станції DCF77. Разом з тим, компанія не пропонує окремий синхронізуючий пристрій, а її пробіскові пристрої та джерела світла не придатні для частини

засобів навігаційного обладнання. Крім цього, достеменно не відомо, чи сигнал достатньо сильний у Фінляндії для обладнання компанії.

1.4 Цифрове телебачення (DVB)

У форматі HDTV (телебачення високої чіткості) можуть передаватися не лише відео- та аудіосигнали, а й інша інформація, в тому числі код часу. Код часу передається відповідно до стандартів DVB-T (наземне цифрове відеомовлення) та DVB-S (супутникове цифрове відеомовлення).

У мережах Digita код часу зазвичай передається по проводах від Пасіла до телепередавачів, розташованих в інших місцях Фінляндії. Цей код часу періодично коригується. Єдиними винятками є ті телепередавачі, які знаходяться настільки близько один до одного, що їх райони охоплення частково перекриваються. Проте ці передавачі оснащені GPS-приймачами, від яких вони одержують точний час. Якщо уся група маяків одержує повідомлення про час, передане тим самим передавачем, часові розбіжності є дуже незначними, а тому вони не впливають на синхронізацію. Якщо різні маяки у групі з'єднані з різними передавачами, існує висока імовірність того, що точність даних про час, що одержуються, буде все ще прийнятною, оскільки передавачі використовують єдиний час GPS.

Цифрові телепередачі здійснюються у діапазоні ультрависоких частот (470-790 МГц) у трьох зв'язках каналів (трьох мережах наземних ліній). У 2005 році зв'язки каналів А та В охоплюватимуть 99,9% населення Фінляндії, а зв'язка С – 78%. Віддалені морські райони наразі поза зоною охоплення. Розмір антени, необхідної для прийому сигналів телемережі, є надто великим, а тому неприйнятним для плавучих засобів навігаційного обладнання. Окрім цього, антена має бути спрямованою. Для стаціонарних засобів навігаційного обладнання розмір та спрямованість не є такою великою проблемою, як для плавучих засобів.

1.5 Радіомережа (Yleisradio, Національна радіоорганізація Фінляндії)

За допомогою FM RDS (системи радіоданих) можна передавати корисну інформацію отримувачам, як-от назва радіоканалу та радіопрограми, повідомлення про статус трафіка або час. RDS-годинник Yleisradio синхронізований з GPS-годинником, і коди передавача передають час раз на хвилину. У разі виникнення похибки при прийомі часу годинника коригування буде можливим лише через одну хвилину. Деякі моделі приймачів зчитують час з першого одержаного повідомлення в увімкненому стані. Якщо приймач настроєний на місцеву радіочастоту, на якій передається невірний час годинника, приймач має невірний час. У цьому випадку приймач не зчитуватиме новий час при переході на канал Yleisradio, якщо його не вимкнути та не увімкнути знов на цей канал.

У світі існує низка радіостанцій, задача яких – передавати сигнал точного часу UTC на різних частотах. Найбільш відомими з них є станція WWW у штаті Колорадо та станція WWH на Гаваях (США). Ці радіостанції передають дані на частотах 2,5, 5, 10, 15 та 20 МГц.

1.6 Частота телевізійних рядків

Телеповідомлення також включають частоту рядків 15625 Гц, яка синхронізована з точною опорною частотою. У системі PAL (порядкова зміна фази), що використовується у Європі, кожне повне зображення складається з 625 рядків, і щосекунди отримувачу передається 25 повних зображень ($625 \times 25 = 15625$). Опорні частоти великих національних компаній, як-от Yleisradio, ґрунтуються на цезієвому або рубідієвому годиннику. У принципі, внутрішній генератор пробліскового пристрою буя може бути відкалібрований за допомогою опорної частоти телесигналу.

1.7 e-Loran

Loran-C, яка працює на низьких частотах (LF), була спочатку призначена для радіонавігації у прибережних районах США. Сухопутні базові станції Loran-C передають сигнали одночасно. В

якості еталонів для передач Logan-C використовуються цезієві генератори, і саме тому сигнали часто використовуються для калібрувань частоти. За допомогою приймача Logan-C можна одержати імпульс (або лічильник) точного UTC, але не час годинника. Logan-C Nels працює у Європі з 1950-х років, але у січні 2006 року ця система припинила роботу.

Деякі країни, як-от Велика Британія, перетворили (або наразі здійснюють перетворення) свої станції Logan на eLogan.

1.8 Синхронізація за допомогою інших радіосигналів

Для синхронізації не потрібен код часу або опорна частота, оскільки її також можна здійснювати за допомогою сигналу активації. Необхідною умовою для цього у групі маяків є наявність пристрою, який, виступаючи в якості головного, передає сигнал активації. Інші пристрої виступають в якості підпорядкованих та коригують свій час годинника виходячи з сигналу активації. Це є найпростіший спосіб синхронізації, що ґрунтується на радіосигналі, який широко використовувався для синхронізації вогнів до появи GPS. Крім цього, функціонування пристроїв можна синхронізувати за допомогою направлення повідомлень від одного іншому.

ДОДАТОК II ПРИКЛАДИ СИНХРОНІЗАЦІЇ

1 ФІНСЬКА МОРСЬКА АДМІНІСТРАЦІЯ – ФАРВАТЕР ВУОСААРІ

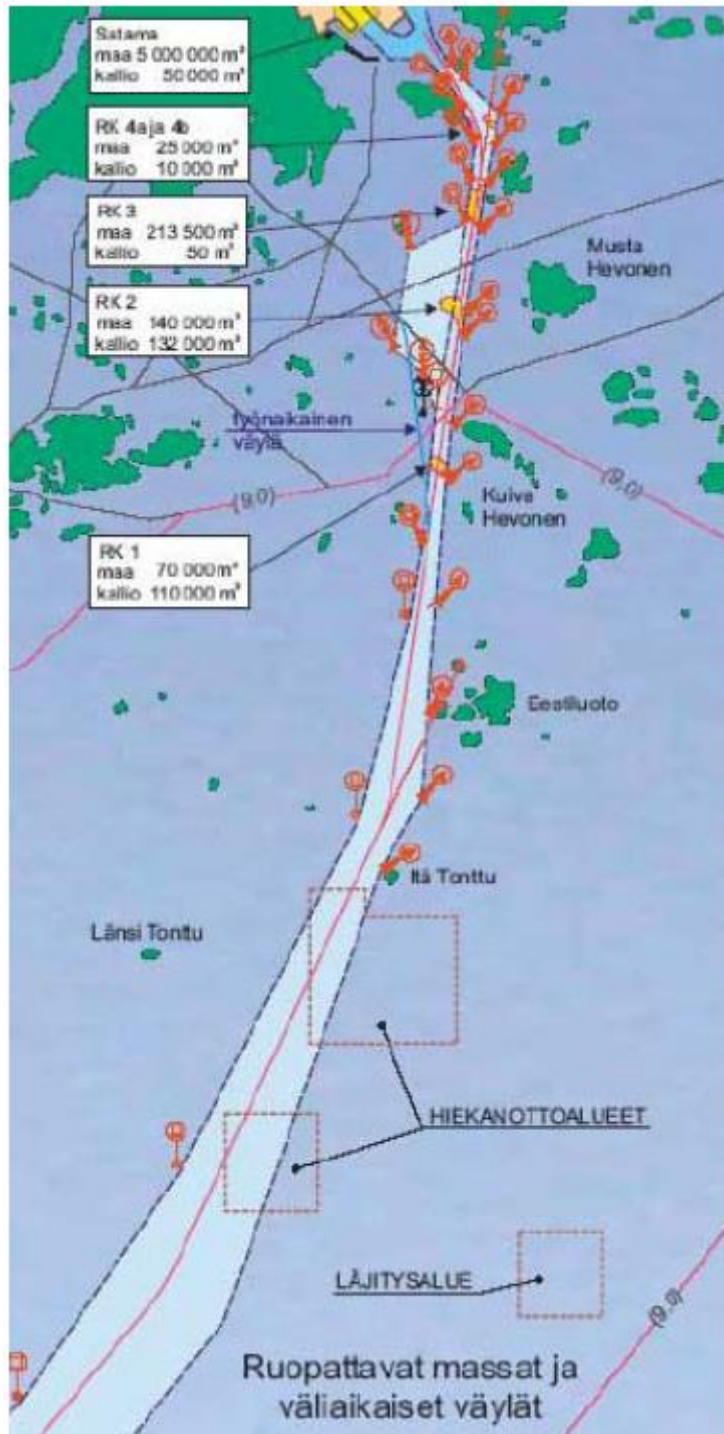
Ескіз фарватеру, оснащеного вогнями, нового порту Вуосаарі наведений на малюнку 1. Оскільки малюнок 1 є лише ескізом, кількість засобів навігаційного обладнання не співпадає з таблицею 2. Фарватер можна розбити на три ділянки. Перша ділянка йде від порту до першого повороту, друга – від нього до повороту між двома островами, Еестінлуото та Іта-Тонтту. Третя ділянка йде від цього повороту до відкритого моря.

Перша ділянка позначена двома лівосторонніми та двома правосторонніми знаками (усі є льодовими буями). Напрямок другої ділянки спершу показується двома створними знаками, на додаток до яких фарватер позначений шістьма лівосторонніми знаками (один крайовий знак та п'ять льодових буїв) і десятьма правосторонніми знаками (льодові буї). Друга ділянка також включає широку частину, яка позначена трьома східними знаками (льодові буї). На другій ділянці також наявний перетинаючий фарватер. На перетині поміщений південний знак (крайовий знак) для забезпечення зрозумілості. Напрямок третьої ділянки позначений двома щитами. Крім цього, фарватер позначений двома лівосторонніми знаками (крайові знаки), одним правостороннім знаком (льодовий буй), одним східним знаком (буй-маяк) та радіолокаційною ціллю.

Латеральні й кардинальні знаки на різних ділянках фарватеру наведені у таблиці 2. Послідовності спалахування цих знаків мають різну тривалість, і необхідною умовою для більшості способів синхронізації є те, що усі послідовності спалахування мають бути кратними одна одній. У фарватері Вуосаарі є один південний знак (тривалість послідовності 10 с) та три східних знаки (тривалість послідовності 5 с). Тривалість послідовності для латеральних знаків становить 3 с.

Таблиця 2 Латеральні та кардинальні знаки у фарватері Вуосаарі

	Латеральні знаки		Кардинальні знаки	
	Лівосторонні	Правосторонні	Східні	Західні
Ділянка 1	2 льодових буя	2 льодових буя		
Ділянка 2	1 крайовий знак 5 льодових буїв	10 льодових буїв	3 льодових буя	1 крайовий знак
Ділянка 3	2 крайових знаки	1 льодовий буй	1 буй-маяк	



Малюнок 2 Засоби навігаційного обладнання у фарватері Вуосаарі

2 ШВЕДСЬКА МОРСЬКА АДМІНІСТРАЦІЯ – ФАРВАТЕР, ПОЗНАЧЕНИЙ СИНХРОНІЗОВАНИМИ БУЯМИ

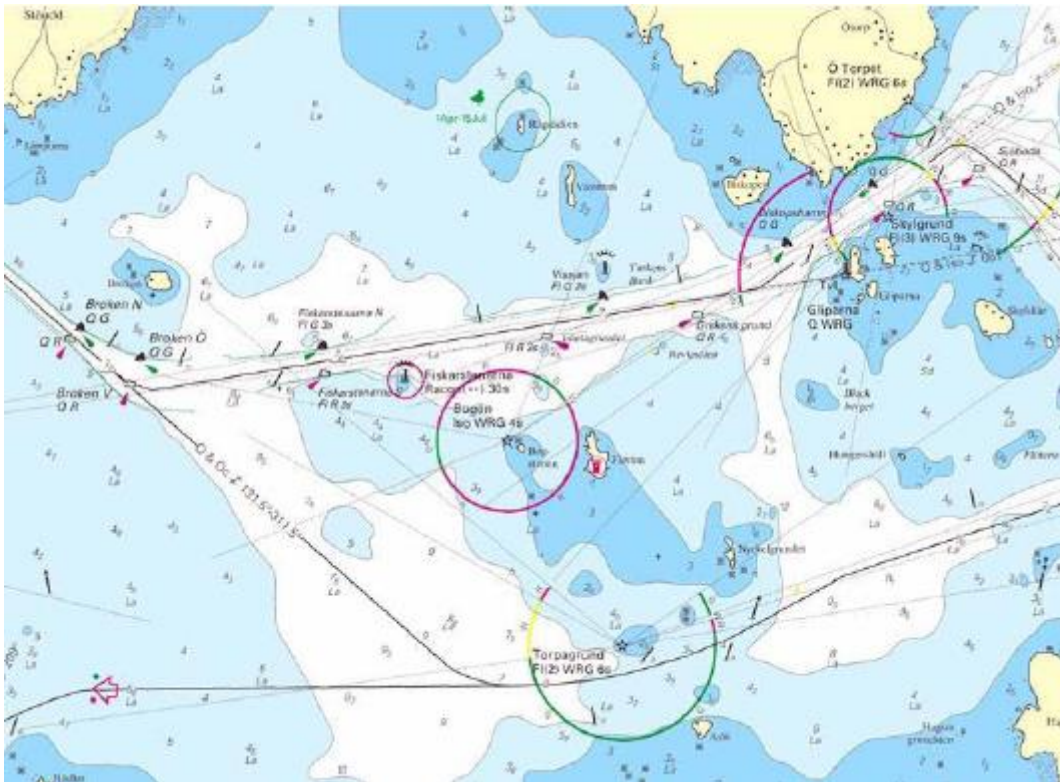
2.1 Гальтен

Фарватер розташований у Мьяларені, що на захід від Стокгольма. Синхронізація була запроваджена як перманентне рішення, уперше у Швеції, у 2000 році.

Напрямок фарватеру змінюється тричі, фарватер позначений 14 буями.

Спочатку, до запровадження синхронізації, характер був FI R 3с та FI (2) G 6с. Існуючий характер був уперше використаний при випробуванні синхронізації, і тоді він був сприйнятий як непомітний. Потім було проведено випробування з FI G 3с та FI R 3с на прямій ділянці та з Q у місці повороту фарватеру. Це рішення було визнане дуже хорошим, і воно використовується і сьогодні.

ГАЛЬТЕН 1:25000

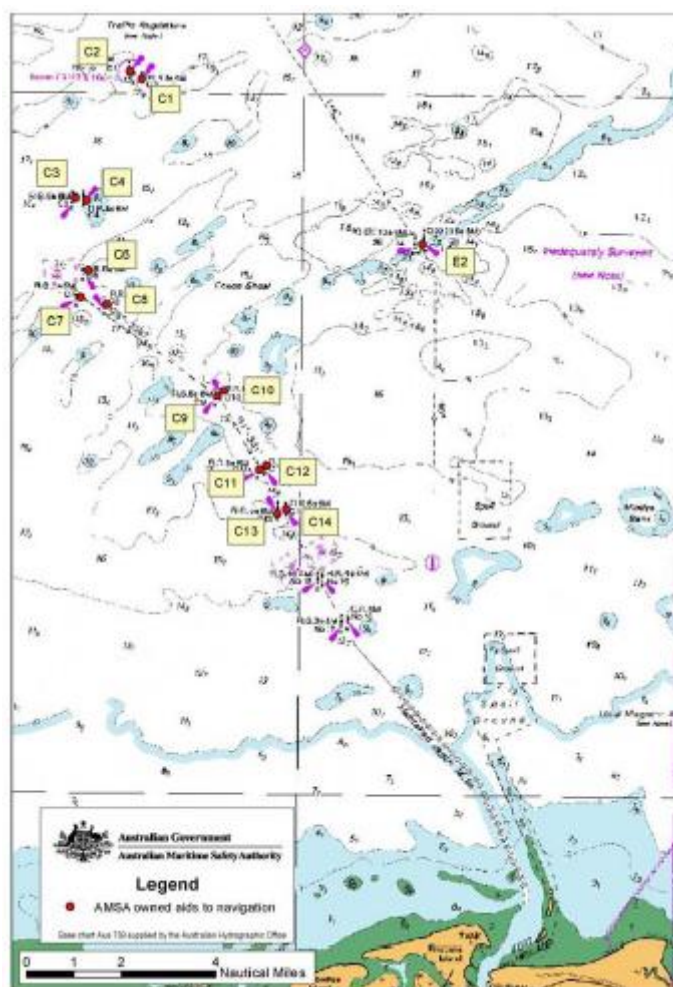


Малюнок 2 Підходи до Гальтена

3 АВСТРАЛІЙСЬКА СЛУЖБА БЕЗПЕКИ НА МОРІ (AMSA) – СИНХРОНІЗОВАНІ ВОГНІ НА МАЯКАХ НА ПАЛЯХ

Порт Хедленд є одним з найбільш завантажених портів Австралії, здебільшого він обробляє експортні вантажі залізної руди. Порт розташований на віддаленому, малонаселеному північно-західному узбережжі Австралії.

Для цього району характерні малі глибини, значні величини припливів (до 7,5 м) та сильні поперечні течії. Фарватер має довжину близько 23 морських миль, глибину 14-16 метрів та містить низку вигинів. Основний фарватер використовується здебільшого суднами, що виходять з порту повністю завантаженими. Судна, що входять до порту у баласті, зазвичай використовують альтернативний маршрут, який позначений 3 буями (E1, E2 та E3). Підняття містка на суднах, що використовують фарватер, зазвичай становить близько 30 метрів.



Малюнок 3 Засоби навігаційного обладнання у фарватері порту Хедленд

Фарватер позначений 30 маяками, 13 з яких експлуатуються AMSA, а решта знаходяться у межах границь порту та експлуатуються Портовою службою порту Хедленд. Освітлювальне обладнання включає 12 маяків LED155 та 1 маяк MLED350 у C1 для забезпечення більшої дальності дії, щоб судна мали змогу визначити зовнішній кінець фарватеру. Маяки знаходяться на палях, що мають підняття приблизно 8 метрів (над MHWS).

AMSA встановила теперішню систему синхронізації вогнів у жовтні 2006 року, замінивши стару систему, встановлену Портовою службою, де усі вогні спалахували разом з частотою раз на 2,5 секунди (0,5 с проблиск / 2,0 с затемнення). За допомогою характеристик, наведених у

таблиці 3, вогні синхронізовані з критичними точками поворотів, позначеними білими вогнями. Цю переглянута структуру синхронізації надзвичайно добре сприйняли лоцмани порту.

Таблиця 3 Синхронізовані маяки порту Хедленд – Нові характери та номінальна дальність дії

Код AMSA	Ім'я	Колір	Інтенсивність, кд	Характер	Номінальна дальність дії, морські милі
AN183	C1	Білий	1700	Fl 2с (0,5, 1,5)	10
AN184	C2	Червоний	220	Fl 2с (0,5, 1,5)	6
AN185	C3	Зелений	220	Fl 2с (0,5, 1,5)	6
AN186	C4	Білий	220	Fl 2с (0,5, 1,5)	6
AN187	C5	Білий	220	Fl 2с (0,5, 1,5)	6
AN188	C6	Червоний	220	Fl 2с (0,5, 1,5)	6
AN189	C7	Зелений	220	Fl 2с (0,5, 1,5)	6
AN190	C8	Білий	220	Fl 2с (0,5, 1,5)	6
AN191	C9	Білий	220	Fl 2с (0,5, 1,5)	6
AN192	C10	Червоний	220	Fl 2с (0,5, 1,5)	6
AN193	C11	Зелений	220	Fl 2с (0,5, 1,5)	6
AN194	C12	Червоний	220	Fl 2с (0,5, 1,5)	6
AN195	C13	Зелений	220	Fl 2с (0,5, 1,5)	6
AN196	C14	Червоний	220	Fl 2с (0,5, 1,5)	6

4 ЦЕНТР ТЕХНОЛОГІЙ РУХУ СУДЕН (НІМЕЧЧИНА) – СИНХРОНІЗОВАНІ БУЇ БРЕМЕРХАВЕНА

У вересні 2006 року ТТС обговорила з місцевим представництвом Бремерхавена кілька ідей стосовно підвищення помітності буїв, що світять, на підході до Бремерхавена. Це було необхідно тому, що новий контейнерний термінал спричиняє значне фонове освітлення, а відтак, буї, що світять, було важко розгледіти на відносно яскравому тлі.

4.1 Розташування

На підході до Бремерхавена маємо 6 пар буїв, що світять. Відстань між цими буями, що світять, становить від 1,5 до 2 км. Усі вони спарені та мають три різні характери через різне значення та своє місцезнаходження.

У Німеччині латеральні знаки можуть використовувати лише певні характери відповідно до національного нормативного акту:

Загальні латеральні знаки: fl (проблиск) або oc (затемнення)

Латеральний знак, що вказує на «зміну курсу»: q (швидкий) 0,5+ (0,5)

Часовий графік характерів для кожної пари буїв показаний на малюнку 4.

4.2 Пропозиції

Були висунуті різні пропозиції у відношенні характеру буїв:

oc 4c: 3 + (1)), fl 4c: (1 + (3)) та iso 4c: (2 + (2)). Для створення «ефекту злітно-посадкової смуги» кожен буй повинен мати однаковий характер. Ці ідеї можуть бути змодельовані за допомогою програми на екрані.

4.3 Результат

У відповідності до вимог мореплавців (розпізнавання місцезнаходження за характером спалахування), було вирішено, що усі пари буїв мають зберегти свій характер.

- Через відносно великі відстані між буями та погодні умови (слабкий туман) у випробувальний період можна було бачити лише найближчу пару. Ситуація, коли можна спостерігати усі 6 пар буїв одночасно, може бути змодельована лише на екрані.
- Через те, що можна було бачити лише одну пару, жодних інших експериментів проведено не було. Варіант «вогні злітно-посадкової смуги» як використовуються в аеропорту не вивчався; у цьому випадку він не дасть жодних переваг.
- Усі вогні мають бути синхронізовані: вони починають працювати одночасно («точка синхронізації» на малюнку 4), а їхні характери є такими, що можна бачити, як наступна пара буїв вмикається та вимикається одночасно.

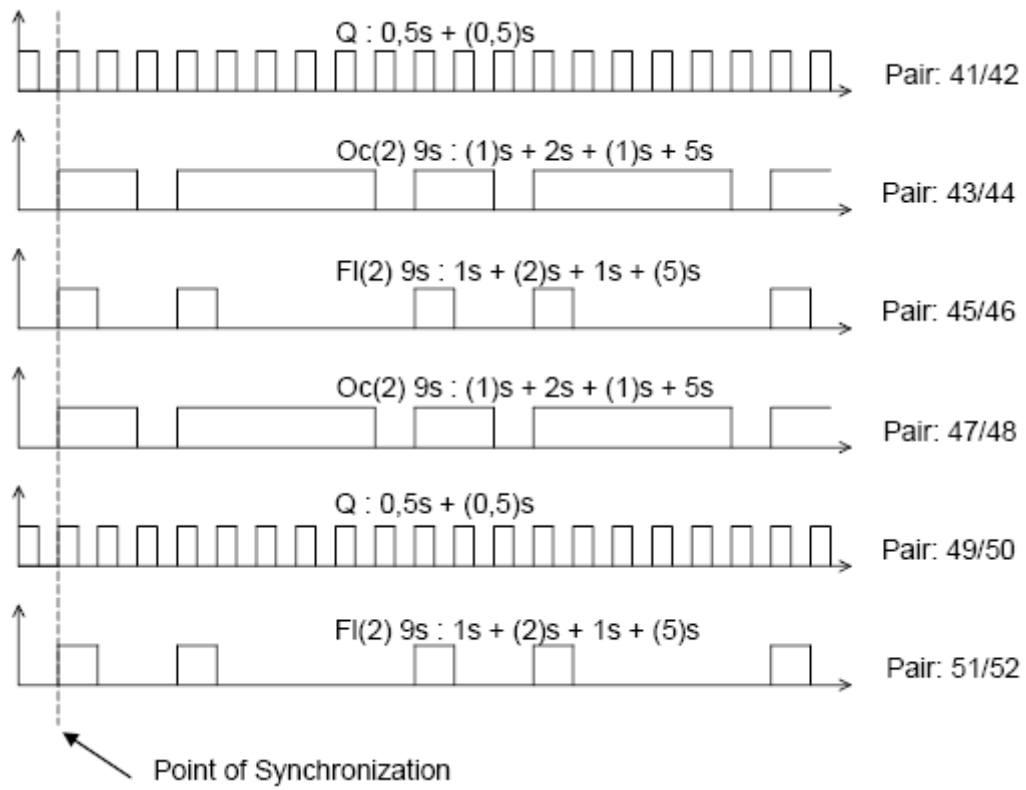
4.4 Резюме

У цій прикладній системі найбільш важливим результатом є те, що найбільше покращення ми одержуємо при синхронізації пари буїв. Синхронізація усього ланцюжка буїв не дала б практично жодних переваг.

4.5 Коментар

Візуальні засоби, як-от буї, та система GPS вважаються надлишковими одне для одного. У випадку синхронізації за допомогою GPS виникає певна залежність, тому у разі виходу з ладу системи GPS перевага синхронізації втрачається.

Особливо це актуально для створених вогнів.



Малюнок 4 Характеристики вогнів спарених буїв

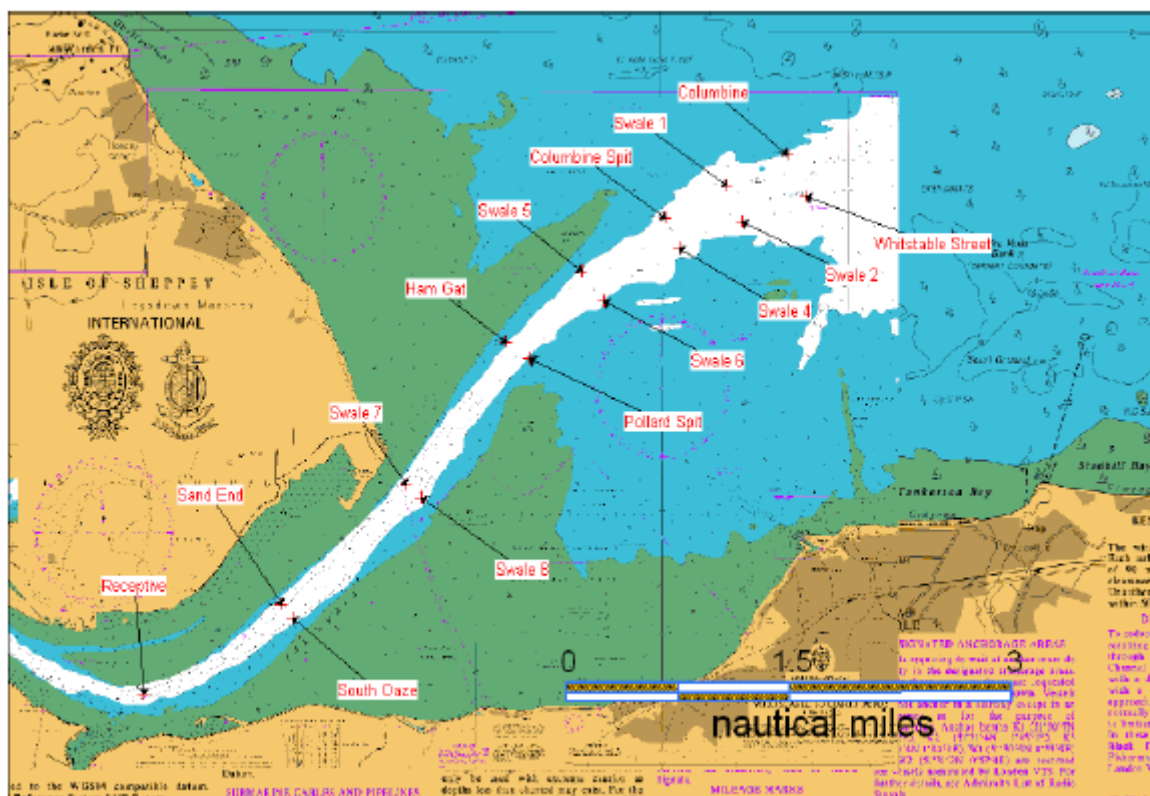
5 ЗАГАЛЬНІ МАЯКОВІ СЛУЖБИ – ВИПРОБУВАННЯ НА ПРЕДМЕТ ВИДИМОСТІ СИНХРОНІЗОВАНИХ ВОГНІВ

Trinity House – Випробування синхронізованих і послідовних вогнів на буях – Ріка Свейл – Англія – 2008 р.

5.1 Місце

Ріка Свейл протікає поблизу південного берега устя Темзи, східніше острова Шеппі.

У ріці були встановлені додаткові буї для забезпечення задовільної відстані, щоб краще продемонструвати концепцію синхронізованих і послідовних вогнів на буях.



Малюнок 5 Місце випробувань Trinity House

5.2 Випробування 1

За ним спостерігали загалом 59 зацікавлених осіб з усіх складових частин морської спільноти.

Усі буї були запрограмовані на характеристику Fl.G 2с або Fl.R 2с, 0,3с пробіск + 1,7с затемнення, та були синхронізовані.

Після того, як випробувальне судно вийшло на ріку через два буя, що утворювали ворота, Columbine та Whitstable Street були перепрограмовані на пробіск тривалістю 1с. Це дало змогу учасникам поспостерігати за помітністю, що змінюється, яка є можливою у рамках часової послідовності, але зі збереженням загальної синхронізації.

5.3 Випробування 2

Воно було проведено через приблизно 1 місяць, коли вогні на буях були запрограмовані на послідовне спалахування у напрямку вверх по ріці. Перша пара, що утворювала ворота, мала більш тривалий пробіск, і затемнення між буями було нульовим, як показано на малюнку 6.

	Columbine & Whitstable Street		Swale 1 & Swale 2		Columbine Spit & Swale 4		Swale 5 & Swale 6		Ham Gat & Pollard Spit		Swale 7 & Swale 8		Sand End & South Oaze		Receptive	
Проблиск	1,0		0,3		0,3		0,3		0,3		0,3		0,3		0,3	
Затемнення		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		0,0		1,9
Затримка синхронізації (с)	0,0		1,0		1,3		1,6		1,9		2,2		2,5		2,8	

ЧАС

Малюнок 6 Запрограмована послідовність проблисків

5.4 Випробування 3

Останнє випробування передбачало перепрограмування вогнів на спалахування як синхронізованими, так і послідовними комбінаціями. Додаткова пара буїв, що утворювали ворота, Ham Gat та Pollard Spit, мала більшу тривалість проблиску для потреб помітності. Після того, як усі буї на ріці спалахнули разом, з більшою тривалістю проблиску для двох пар, перші 4 пари буїв спалахнули разом, після чого усі буї знов спалахнули разом, а потім на ділянці вигину ріки буї спалахнули послідовно із загальним затемненням 0,25 секунди перед останнім затемненням 0,5 секунди, після якого уся послідовність повторюється.

	Пробл	Затемн	Пробл	Затемн	Пробл	Затемн	Пробл	Затемн		Усього сек
Columbine & Whitstable Street	1,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	1,5	2,75		8,25
Swale 1 & Swale 2	0,75	1,25					0,75	3,5		
Columbine Spit & Swale 4										
Swale 5 & Swale 6										
Ham Gat & Pollard Spit	1,5	2,5		1,5	2,75					
Swale 7 & Swale 8					0,75	1	0,5	2		
Sand End & South Oaze	0,75	3,25				1,75	0,5	1,25		
Receptive Point							2,5	0,5	0,5	
							4		4,25	

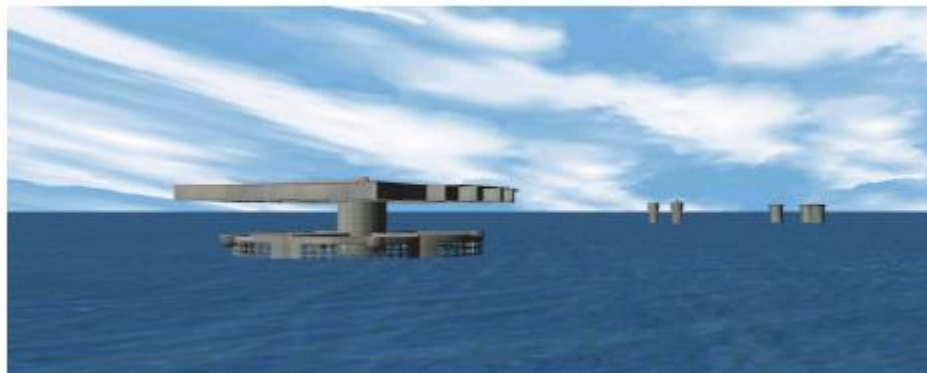
Малюнок 7 Випробування з синхронізованими й послідовними комбінаціями

При аналізі результатів усіх трьох випробувань були виділені наступні основні чинники:

- 1 Вимогу щодо розпізнавання окремих буїв необхідно оцінити, розглядаючи водний шлях як єдине ціле.
- 2 Затемнення між відповідними буями або парами буїв залежить від відстані між буями.
- 3 У місцях вигинів фарватеру слід розглянути можливість перерв у синхронізації та використання послідовних систем.

5.5 Проект з консервації родовища Фрігг – Норвегія

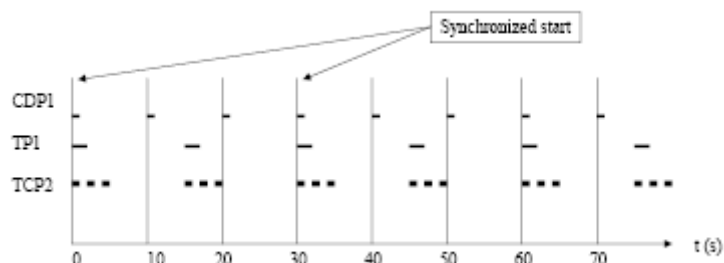
У рамках проекту з консервації родовища Фрігг коледжем Університету Алесунда за дорученням концесіонера було виконане моделювання засобів навігаційного обладнання для позначення неексплуатованих споруд за координації Норвезької берегової адміністрації.



Малюнок 8 Неексплуатовані споруди родовища Фрігг після консервації (CDP1, TP1 та TCP2)

Таблиця 4 Пропоновані характери вогнів

Платформа	Характер	Проблиск, с	Затемнення, с	Робочий цикл
CDP1	FI W 10с	0,8	9,2	0,087
TP1	LFI W 15с	2,4	12,6	0,190
TCP2	FI(3) W 15с	0,8	1,2 / 10,2	0,194



Малюнок 9 Схема послідовності. Початок послідовності синхронізується кожні 30 секунд

Для більшості моделювань використовувався танкер водотоннажністю 80 000 тонн з висотою рівня ока 20 м. Були розглянуті різні підходи, від 10 морських миль до 1 морської милі (CRA = 1 морська миля), та з різною інтенсивністю руху суден та рибальською активністю у районі.

Для забезпечення вірогідності, достовірності та об'єктивності при оцінці різних конфігурацій навігаційних вогнів були задіяні 20 судноводіїв як контрольна група.

Цій групі запропонували три сценарії останнього етапу консервації. Спершу вони спостерігали за родовищем Фрігг з відстані 5 морських миль за несинхронних характеристик вогнів, а потім – за синхронних характеристик вогнів. Після цього вони спостерігали за родовищем та різними режимами вогнів з того самого місця, але тепер також горіли вогні восьми рибальських суден, що знаходилися біля споруд, та вогні родовища Хеймдал, розташованого на більшій відстані.

Відповідаючи на конкретні запитання, група дійшла наступних висновків:

- Синхронізовані вогні є найкращою альтернативою за наявності фоновому освітленню (94%)

- Синхронізовані вогні є найкращою альтернативою за відсутності фонового освітлення (88%)

ДОДАТОК III АБРЕВІАТУРИ

DGPS	Диференційна глобальна система позиціонування
DVB-S	Диференційне супутникове цифрове відеомовлення
DVB-T	Наземне цифрове відеомовлення
GSM	Group Special Mobile Глобальна система мобільного зв'язку
GPS	Глобальна система позиціонування
HDTV	Телебачення високої чіткості
IALA	Міжнародна асоціація навігаційного забезпечення мореплавства і маякових служб
IEEE	Інститут інженерів з електротехніки та електроніки
IMSI	Міжнародний ідентифікатор абонента мобільного зв'язку
ISO	Міжнародна організація зі стандартизації
LED	Світлодіоди
LF	Низька частота
MSC	Мобільний комутаційний центр
NASA	Національне управління з авіації та дослідження космічного простору
NITZ	Ідентифікаційні дані та часовий пояс мережі
NTP	Синхронізуючий мережевий протокол
PAL	Порядкова зміна фази
RBS	Синхронізація опорною радіопередачею
RDS	Система радіоданих
SCTS	Мітка часу центру обслуговування
SMSC	Центр обслуговування коротких повідомлень
SMS	Обслуговування коротких повідомлень
TCP	Протокол управління передачею
TPSN	Протокол часової синхронізації для сенсорних мереж
UHF	Ультрависока частота
UTC	Всесвітній скоординований час
VLR	Реєстр роумінгових абонентів
WLAN	Бездротова локальна мережа

Примітка: Усі відповідні визначення можна знайти у Словнику IALA.

ДОДАТОК IV ТЕРМІНОЛОГІЯ ТА СИМВОЛІКА

1 ТЕРМІНОЛОГІЯ

Синхронізовані вогні	усі спалахують одночасно
Послідовні вогні	спалахують один за одним
Відставання синхронізації	похибка синхронізації між синхронізованими вогнями
Часове розділення	різниця у часі між проблісками
Помітність вогнів	здатність вогнів виділятися на тлі того, що їх оточує
Вогні злітно-посадкової смуги	ефект послідовних вогнів злітно-посадкової смуги
Затримка синхронізації	навмисна затримка у часі синхронізації
Стягуваний кут	спостережуване кутове розділення між двома вогнями
Кутове розділення	геометричне розділення між двома вогнями

2 СИМВОЛІКА

Картографування; Робоча група ІНО зі стандартизації карт і паперових карт розглянула питання картографування синхронізованих вогнів.

Робоча група ІНО вирішила, що слід використовувати аббревіатуру «sync», а «seq» використовуватися не буде. Незважаючи на те, що послідовні вогні не є чітко синхронізованими, було вирішено, що для обох випадків використовуватиметься кваліфікаційний термін «sync».

Синхронізовані вогні часто зустрічаються на буях та маяках. Подробиці про їх синхронність будуть наведені у «Вогнях і знаках», «Керівництвах для плавання» та/чи примітках на картах. До опису вогню може бути додана **міжнародна аббревіатура «sync»**.



ДОДАТОК V ДОВІДКОВІ МАТЕРІАЛИ

- [1] Г. Потті, В. Кайзер, «Датчики бездротової комплексної мережі», Communications of the ACM, 43(5), стор. 51-58, травень 2000 р.
- [2] Дж. Елсон, Л. Гірод, Д. Естрін, «Часова синхронізація багатошарової мережі за допомогою опорних передач», протокол 5-го симпозіуму з розробки та реалізації операційних систем, Бостон, Массачусеттс, 9-11 грудня 2002 р.
- [3] С. Пал Чаудхурі, А. Саха, Д.Б. Джонсон, «Імовірнісна служба синхронізації годинника у сенсорних мережах», технічний звіт TR 03-418, кафедра комп'ютерних наук, Університет Райс, 2003 р.
- [4] Директорат досліджень та радіонавігації Великої Британії, технічний звіт № RPT-09-03-MN-IT-07, «Випробування на предмет видимості синхронізованих вогнів», серпень 2007 р.