

IALA-MAMC
МІЖНАРОДНА АСОЦІАЦІЯ НАВІГАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
МОРЕПЛАВСТВА І МАЯКОВИХ СЛУЖБ

РЕКОМЕНДАЦІЯ IALA R-121

ЩОДО

ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА КОНТРОЛЮ
ПІДСИСТЕМ DGNSS У ЧАСТОТНОМУ ДІАПАЗОНІ 283,5 – 325 кГц

Видання 1.1

Грудень 2004 року

(попереднє видання 1.0 – червень 2001 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

Перед виданням переглянутого документа IALA дані щодо такого перегляду мають бути зазначені у таблиці.

Дата	Переглянута сторінка / розділ	Вимога до перегляду
Вересень 2004 року	5. Цілісність, 11. Підтвердження Нове Доповнення 1 «Установочні значення пункту радіопередачі DGNSS»	Надати кращі настанови стосовно цих важливих сфер адміністраціям, що встановлюють та експлуатують підсистеми DGNSS.

РЕКОМЕНДАЦІЯ IALA ЩОДО ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА МОНІТОРИНГУ ПІДСИСТЕМИ DGNSS У ЧАСТОТНОМУ ДІАПАЗОНІ 283,5 – 325 кГц

РАДА,

ВІДЗНАЧАЮЧИ функцію IALA стосовно безпеки мореплавства, ефективності морських перевезень та захисту навколишнього середовища,

ВІДЗНАЧАЮЧИ ТАКОЖ Резолюцію ІМО А.915(22) про морську політику у відношенні майбутньої глобальної навігаційної супутникової системи (GNSS) та Резолюцію А.953(23) про Всесвітню радіонавігаційну систему,

ВІДЗНАЧАЮЧИ ТАКОЖ Рекомендацію ІТУ-Р М.823-2 щодо технічних характеристик диференційних передач глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS) з морських радіопунктів DGNSS у частотному діапазоні 285 – 325 кГц (283,5 – 315 кГц у Регіоні 1),

ВИЗНАЮЧИ потребу у забезпеченні експлуатації підсистем диференційних GNSS (DGNSS) у частотному діапазоні 283,5 кГц – 325 кГц відповідно до певних мінімальних стандартів, що враховують відповідні рекомендації ІТУ-Р та резолюції ІМО,

ВИЗНАЮЧИ ТАКОЖ, що мінімальні стандарти мають включати формат сигналу, еталонний рівень приведення, експлуатаційну готовність, безперебійність, цілісність, точність, контроль рівня сигналу, дальність дії та покриття, надання даних про стан, підтвердження та публікацію інформації про систему,

РОЗГЛЯНУВШИ ПРОПОЗИЦІЇ, надані Комітетом з радіонавігації,

УХВАЛЮЄ Мінімальні стандарти щодо ефективності функціонування та контролю підсистем DGNSS у частотному діапазоні 283,5 – 325 кГц, встановлені у Додатку до цієї Рекомендації; та

РЕКОМЕНДУЄ національним членам та іншим відповідним установам, що надають або мають намір надавати підсистеми DGNSS у частотному діапазоні 283,5 – 325 кГц, використовувати Мінімальні стандарти, наведені у Додатку до цієї Рекомендації.

ДОДАТОК

МІНІМАЛЬНІ СТАНДАРТИ ЩОДО ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТА КОНТРОЛЮ ПІДСИСТЕМ DGNS У ЧАСТОТНОМУ ДІАПАЗОНІ 283.5 – 325 кГц

Зміст

1	ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ	5
2	ФОРМАТ СИГНАЛУ	5
3	ЕТАЛОННИЙ РІВЕНЬ ПРИВЕДЕННЯ	6
4	ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ГОТОВНІСТЬ ТА БЕЗПЕРЕБІЙНІСТЬ	6
4.1	ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ГОТОВНІСТЬ.....	7
4.2	БЕЗПЕРЕБІЙНІСТЬ.....	8
5	ЦІЛІСНІСТЬ	10
6	ТОЧНІСТЬ	11
7	ДАЛЬНІСТЬ ДІЇ/ПОКРИТТЯ	11
8	ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПЕРЕДАВАЧА	12
9	ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПРИЙМАЧА	12
10	КОНТРОЛЬ	13
11	ПІДТВЕРДЖЕННЯ	13
11.1	СКЛАДОВІ ЕФЕКТИВНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ.....	13
11.2	ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ГОТОВНІСТЬ.....	13
11.3	ПОКРИТТЯ.....	16
11.4	БЕЗПЕРЕБІЙНІСТЬ.....	17
11.5	СТАНЦІЯ УПРАВЛІННЯ.....	18
12	ПУБЛІКАЦІЯ ІНФОРМАЦІЇ	18
13	ДОВІДКОВА ЛІТЕРАТУРА	21
	ДОПОВНЕННЯ 1	24
	А – КОНТРОЛЬНО-КОРИГУВАЛЬНА СТАНЦІЯ.....	27
	В – ПРИСТРІЙ КОНТРОЛЮ ЦІЛІСНОСТІ.....	29
	ДОПОВНЕННЯ 2	34
	ВИЗНАЧЕННЯ ТА ГЛОСАРІЙ ТЕРМІНІВ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ У GNSS.....	34

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Глобальна навігаційна супутникова система (GNSS), наразі GPS та GLONASS, - це система визначення місцеположення, навігації та часового розподілу космічного базування, призначена для користування в усьому світі. Диференційна GNSS (DGNSS) є засобом підвищення точності GNSS та забезпечення контролю цілісності для цивільного користувача. DGNSS включає контрольні-коригувальні станції, у точно відомих місцях, що вносять поправки у режимі реального часу до сигналів GNSS та забезпечують контроль цілісності.

У цій Рекомендації описується використання передавачів у діапазоні морських частот 285 – 325 кГц / 283,5 – 315 кГц LF/MF для передачі даних DGNSS. Слід відзначити, що DGNSS – це підсилення GNSS, а не автономна радіонавігаційна система.

Вилучення селективної доступності (SA) з GPS у травні 2000 року не зумовило вилучення вимоги про підсилення GNSS. Без підсилення точність GNSS може містити значні похибки протягом великих періодів часу, а також не надається інформація про цілісність. Цілісність – це здатність надавати користувачам попередження протягом чітко визначеного періоду часу, коли система не має використовуватися для навігації. І хоча це може бути прийнятним для окремих користувачів, як-от риболовці та власники прогулянкових суден, це не є прийнятним для торгових суден, що зазвичай працюють за меншого запасу міцності та більших ризиків.

Ефективність функціонування системи ґрунтується на припущеннях, що оператор підсистеми дотримується цих настанов та що обладнання користувача відповідає стандартам щодо конструкції та встановлення, наведеним у Розділі 9.

2 ФОРМАТ СИГНАЛУ

Формат даних та характеристики передачі наведені у Рекомендації ITU-R M.823-2 (Довідк. літ. 1)¹.

Залежно від вимог, слід використовувати наступні типи повідомлень:

Тип 1 (Повний набір поправок GPS) або 31 (Повний набір поправок GLONASS)

Тип 9 (Частковий набір поправок GPS) або 34 (Частковий набір поправок GLONASS)

Тип 3 (Параметри контрольної-коригувальної станції GPS) або тип 32 (Параметри контрольної-коригувальної станції GLONASS)

Тип 7 (Календар радіомаяка DGPS) або тип 35 (Календар радіомаяка GLONASS)

Тип 6 (Нульовий фрейм, використовується як наповнення передачі)

Перевага віддається повідомленням, що являють собою часткові набори поправок, оскільки вони краще функціонують в умовах імпульсних перешкод.

¹ Ця Рекомендація ITU-R включає формат, розроблений Спеціальним комітетом 104 RTCM (Довідк. літ. 3)

Типи повідомлень 3/32 та 7/35 мають передаватися з мінімальними проміжками часу, встановленими у Рекомендації ITU-R M.823.

Тип повідомлення 5, що стосується справності угруповання GPS, включений до Рекомендації ITU-R M.823, але зазвичай не використовується.

Тип повідомлень 16/36 можна використовувати для передачі особливих повідомлень у текстовій формі, але зазвичай не слід використовувати для попереджень щодо цілісності, які включаються до заголовків повідомлень. Повідомлення типу 16/36 можна використовувати для інформації про стан або для інформації, пов'язаної з навігацією, як-от гідрографічні чи метеорологічні дані. Повідомлення типу 16/36 не слід передавати послідовно, оскільки це спричинить сигнали тривоги на приймачі, перевантаження пам'яті приймача та/чи завантаження каналу передачі даних.

Повідомлення типу 16/36 не слід передавати протягом періоду тривалістю щонайменше дев'яносто секунд, що передує або йде за повідомленням типу 3/32, 5 чи 7/35, а проміжок часу між двома повідомленнями типу 16/36 не має бути меншим за три хвилини.

Пропонований тип повідомлень 27 (розширений календар радіомаяка DGPS) може знадобитися у майбутньому для його передачі разом з типом повідомлень 7 для здійснення режиму автоматичного вибору радіомаяка IMO [MSC 114(73)].

3 ЕТАЛОННИЙ РІВЕНЬ ПРИВЕДЕННЯ

Рівень приведення має бути зазначений у публікаціях адміністрації. Зазвичай більшість операторів підсистем використовують WGS84. Якщо використовується рівень приведення, що не узгоджується з WGS84 у випадку GPS або PE90 у випадку GLONASS, має передаватися тип повідомлення 4 для зазначення рівня приведення. Слід відзначити, що використання невірного рівня приведення може призвести до похибок величиною до кількох сотень метрів.

4 ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ГОТОВНІСТЬ ТА БЕЗПЕРЕБІЙНІСТЬ

Резолюцією IMO A.953(23) передбачено три стандарти щодо точності, експлуатаційної готовності та безперебійності для супутникової радіонавігаційної системи. Вони стосуються ситуацій, коли покриття забезпечується системою, що включає лише супутникові передачі, коли додаткова передавальна станція підсилює супутникові передачі та коли дві чи більше додаткових передавальних станцій підсилюють супутникові передачі. У табличній формі ці стандарти виглядають наступним чином:

Таблиця 1

Район	Абсолютна горизонтальна точність	Доступність сигналу	Безперебійність	Підсилення
Океанський	≤ 100 м	> 99,8% протягом	Немає даних	Немає

		30 днів		
Прибережний/гавань з низьким рівнем ризику	≤ 10 м	> 99,5% протягом 2 років	≥ 99,85% протягом 3 годин	Одна станція
Прибережний/гавань з високим рівнем ризику	≤ 10 м	> 99,8% протягом 2 років	≥ 99,97% протягом 3 годин	2 чи більше станцій

4.1 Експлуатаційна готовність

Стандарт щодо експлуатаційної готовності, ухвалений для підсистеми DGNSS, у даному частотному діапазоні стосується методик, що використовуються при плануванні та впровадженні підсистеми. Експлуатаційна готовність супутникового угруповання GNSS не враховується при визначенні експлуатаційної готовності підсистеми DGNSS.

Експлуатаційна готовність визначається у Резолюції ІМО А.915 (22) (Довідк. літ. 4) як:

«Частка часу у відсотках, протягом якого засіб навігаційного обладнання або система засобів навігаційного обладнання виконує необхідну функцію за зазначених умов. Експлуатаційна неготовність може бути спричинена плановими та/чи позаплановими перервами».

Доступність сигналу визначається як доступність радіосигналу у заданому районі покриття.

Експлуатаційна готовність системи визначається як доступність системи для користувача, в тому числі доступність сигналу та функціонування приймача користувача.

Математично це можна виразити таким чином:

$$\text{Експлуатаційна готовність (A)}^* = \frac{\text{MTBO}}{\text{MTBO} + \text{MTSR}}$$

Де:

MTBO – середній час між відключеннями; на основі 2-річного періоду усереднення (30-денна океанська фаза)

MTSR – середній час відновлення працездатності; на основі 2-річного періоду усереднення (30-денна океанська фаза)

Це стосується планових та позапланових перерв у обслуговуванні, тобто профілактичного та позапланового технічного обслуговування.

Приклад з розв'язанням №1:

Припустимо, що цикл планового технічного обслуговування складає 6 місяців, тобто середній час між плановими технічними обслуговуваннями становить 0,5 року. Відтак, за 2 роки буде 4 перерви на планове технічне обслуговування.

* Або ж відношення ЧАСУ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ до ЗАГАЛЬНОГО ЧАСУ, де ЗАГАЛЬНИЙ ЧАС становить 2 роки

Припустимо, що MTBF складає 2 роки. Відтак, середня кількість відмов за 2 роки становить приблизно 1.

Отже, протягом дворічного періоду матиме місце 5 відключень. Відтак, середній час між відключеннями становить 2/5 року, або приблизно 3500 годин.

Якщо середній час простою через планове технічне обслуговування складає 6 годин, загальний час простою через планове технічне обслуговування за дворічний період становить 24 години. Аналогічно, якщо час позапланового технічного обслуговування складає 12 годин, загальний час простою за дворічний період становить 36 годин. Він охоплює 5 подій технічного обслуговування, і, відтак, середній час відновлення працездатності складає 36/5 годин, або приблизно 7 годин.

Отже, загальна експлуатаційна готовність протягом дворічного періоду становить $3500/(3500+7) = 99,8\%$.

Приклад з розв'язанням №2:

Припустимо, що цикл технічного обслуговування складає 6 місяців, тобто середній час між плановими технічними обслуговуваннями становить 0,5 року. Відтак, за 2 роки буде 4 перерви на планове технічне обслуговування.

Припустимо, що для позапланового технічного обслуговування МТВО складає 2000 годин. Відтак, середня кількість відмов за 2 роки (17 520 годин) становить приблизно 9 (Насправді 8,76; округляємо до 9).

Отже, протягом дворічного періоду матиме місце 13 відключень (4 планових + 9 позапланових). Відтак, середній час між відключеннями становить 17 520 годин/13 = 1348 годин.

Якщо середній час простою через планове технічне обслуговування складає 6 годин, загальний час простою через планове технічне обслуговування за дворічний період становить 24 години. Аналогічно, якщо час позапланового технічного обслуговування складає 63 години (у середньому приблизно 7 годин на відключення – десь буде більше, а десь менше), загальний час простою за дворічний період становить 87 годин. Він охоплює 13 подій технічного обслуговування, і, відтак, середній час відновлення працездатності складає 87/13 годин, або приблизно 7 годин.

Отже, загальна експлуатаційна готовність протягом дворічного періоду складає $1348/(1348+7) = 99,5\%$.

4.2 Безперебійність

Безперебійність, або надійність, - це *здатність* системи функціонувати у заданих межах експлуатаційних характеристик без перерви протягом чітко визначеного періоду часу (зазвичай невеликого).

Наведене нижче рівняння відноситься до типового розрахунку експлуатаційної готовності, тобто середнє значення часу за часовий інтервал безперебійної роботи (СТІ), коли система перебуває в експлуатаційній готовності, або імовірність того, що система перебуває в експлуатаційній готовності у будь-який момент часу в межах СТІ. Більш доцільно обчислити імовірність того, що система знаходиться в експлуатаційній готовності протягом усього СТІ. Пропонований підхід наводиться нижче:

Припустимо, що система функціонує з самого початку її роботи, тоді імовірність того, що вона все ще функціонує у момент часу t , складає:

$$C = \exp(-t/MTBF)$$

Це – стандартний вираз для надійності, який не включає планові відключення (тобто, використовується MTBF), оскільки припускаємо, що про планові відключення буде повідомлено і що роботу буде призупинено. Імовірність того, що система знаходитиметься в експлуатаційній готовності у момент часу CTI , тобто безперебійність, становить:

$$C = \exp(-CTI/MTBF)$$

Якщо величина MTBF є значно більшою за величину CTI , цю формулу можна спростити:

$$C = 1 - (CTI/MTBF)$$

Де:

MTBF – Середній час безвідмовної роботи; на основі 2-річного періоду усереднення

CTI – Часовий інтервал безперебійної роботи; у випадку морської безперебійності становить 3 години

Включати експлуатаційну готовність на початку періоду роботи не потрібно, оскільки обслуговування відсутнє, а тому робота не розпочнеться.

Приклад з розв'язанням №1:

Використовуючи числа, наведені у попередньому прикладі для системи, MTBF якої складає 2 роки, визначаємо, що безперебійність за тригодинний період становить $1 - (3/17520) = 99,98\%$.

Приклад з розв'язанням №2:

Використовуючи числа, наведені у попередньому прикладі для системи, MTBF якої складає 2000 годин, визначаємо, що безперебійність за тригодинний період становить $1 - (3/2000) = 99,85\%$.

Таблиця 2

Вимоги ІМО А.915(22) щодо безперебійності у прибережній зоні

Категорія	Проміжок часу	Ефективність функціонування	Цільове значення	Відмови (у середньому)
Високий ризик	3 години	2 роки	99,97%	2
Низький ризик/Покриття з одного пункту DGNSS	3 години	2 роки	99,85%	9

5 ЦІЛІСНІСТЬ

«Цілісність – це здатність надавати користувачам попередження протягом чітко визначеного часу, коли система не має використовуватися для навігації». (Довідк. літ. 4)

Цілісність або контроль цілісності можна розбити на кілька різних областей:

а. Місцевий контроль цілісності

Місцевий контроль цілісності здійснюється на контрольно-коригувальній станції в межах приймача контролю цілісності (ІМ). ІМ направляє прапорці (сигнали тривоги) приймачу контрольно-коригувальної станції (RS) разом зі зворотним зв'язком системи. Сигнали тривоги можна розбити на наступні категорії:

- Сигнали тривоги області місцеположення

Сигнали тривоги області місцеположення активуються тоді, коли радіальна похибка місцеположення, обчислена ІМ, перевищує межу захисту оператора підсистеми DGNSS на величину, більшу за заданий період часу. Коли RS отримує прапорець області місцеположення, вона встановлює *Поле справності станції* у заголовку кожного повідомлення, що передається, для зазначення цього стану «*несправності*».

- Сигнали тривоги області псевдодальності

Сигнали тривоги області псевдодальності активуються тоді, коли обчислений залишок для даної псевдодальності перевищує задане порогове значення на величину, більшу за заданий період часу. По отриманні сигналу тривоги області псевдодальності RS встановлює значення PRC та RRC для супутника на значення «*не використовувати*», як визначено у SC 104 RTCM.

- Зворотний зв'язок системи контролю цілісності

Коли порогове значення сигналу тривоги області псевдодальності та/чи місцеположення перевищується, ІМ негайно направляє RS повідомлення про зворотний зв'язок системи. Крім цього, це повідомлення, RTCM SC104 RSIM 20, направляється на заданий періодичній основі, що підтверджує для RS, що контроль її дійсно здійснюється. Якщо RS не отримала зворотний зв'язок від системи ІМ протягом чітко визначеного періоду часу, вона встановлює *Поле справності станції* у заголовку кожного повідомлення, що передається, на «*контроль відсутній*».

- Контроль радіомаяка MSK

Також ІМ контролює деякі характеристики сигналу радіомаяка MSK, як-от інтенсивність сигналу, співвідношення сигнал-перешкода, пропускна здатність повідомлення RTCM (WER) та вік корекції. Цей вид контролю позначається як сигнал тривоги чи попередження ІМ для оператора підсистеми DGNSS та може спричинити переключення на резервне обладнання.

б. Контроль цілісності у далекій зоні

Окремі держави також впровадили обладнання контролю цілісності у далекій зоні. У цьому випадку ІМ встановлюється у віддалених місцях. Цей вид

контролю може надавати кращу інформацію про поточне покриття та експлуатаційну готовність пункту DGNS.

Критерії, що використовуються для виявлення порушення цілісності, мають бути зазначені адміністрацією у її публікаціях. Час передачі попередження щодо цілісності користувачу, з моменту виявлення проблеми з цілісністю, не має перевищувати 10 секунд.

Рекомендовані порогові значення для виявлення порушень наведені у Таблиці 3 Розділу 12 «Установочні значення станції DGNS».

Якщо встановлено, що стану похибки вже не існує, може бути затримка, подібна до тієї, що використовується для вихідного виявлення похибки, до зняття попередження про похибку.

6 ТОЧНІСТЬ

Абсолютна горизонтальна точність має бути вищою за 10 м з 95%-ним рівнем імовірності у зазначеному районі покриття. Рівень оповіщення є у 2,5 рази більшим за точність, зазначену у ІМО А.915 (22).

Абсолютна горизонтальна точність координат місцеположення на контрольно-коригувальній станції має становити від 0,5 до 1 метра. Це може бути досягнуто за допомогою високоякісного контрольного приймача зі згладжуванням носія, і для досягнення цього рівня точності місцеположення антен контрольно-коригувального приймача мають бути визначені з точністю просторових координат, вищою за 20 см.

Через просторову декореляцію досяжна точність погіршується по мірі збільшення відстані від пункту радіопередачі (зазвичай 0,4-1 м на 100 морських миль). Точність також погіршується через невизначеності, пов'язані з обчисленнями, чи інші невизначеності в обладнанні користувача, а також здатність обладнання користувача робити поправку на інші джерела похибок, як-от викривлення, зумовлені багатопроменним поширенням радіохвиль, та викривлення при поширенні радіохвиль. Зазвичай, за помірних атмосферних умов, можливі досяжні точності у 0,5-5 метрів. Наразі кілька операторів підсистем здійснюють подальші дослідження фактичної абсолютної горизонтальної точності.

7 ДАЛЬНІСТЬ ДІЇ/ПОКРИТТЯ

Значення номінальної дальності дії станцій для морських шляхів слід публікувати для зазначеної напруженості поля (наприклад, 50, 75 чи 100 мкВ/м) (Довідк. літ. 5). Діаграми покриття, що публікуються, зазвичай ґрунтуються на прогнозах, складених за допомогою програмного моделювання, і мають підтверджуватися вимірюваннями. Процес моделювання може бути досить складним та важким, особливо у відношенні мішаних наземних/морських шляхів. Консультації щодо моделювання можна одержати в IALA. При прогнозуванні покриття кожен оператор підсистеми має встановити необхідну напруженість поля, взявши до уваги наступні чинники:

- Потужність випромінювання – конфігурація антенної системи, в тому числі полярні діаграми для горизонтальної та вертикальної площин.

- Наземні шляхи – Додаткове послаблення над землею має бути обчислене за допомогою поточних кривих та практики, наведених у ІТУ-R, що застосовуються при 300 кГц (Довідк. літ. 6 та 7).
- Затухання через іоносферне поширення сигналу станції – Вночі напруженість поля у кожній точці в зоні покриття має бути не меншою за напруженість, визначену для номінальної дальності дії, протягом щонайменше 95% часу. Значення напруженості поля для нічного часу можна обчислити відповідно до довідкової літератури 8, 9 та 10.
- Атмосферні перешкоди – Орієнтовні рівні атмосферних перешкод мають відповідати поточним даним та практиці ІТУ-R, що застосовуються при 300 кГц. Рекомендується, щоб рівень перешкод був таким, що не перевищується протягом більш ніж 95% часу у середньому за рік (Довідк. літ. 11 та 12).
- Перешкоди електростатичного походження, зумовлені опадами – У тих районах, де відомо, що перешкоди електростатичного походження, зумовлені опадами, є істотною проблемою, відповідний чинник слід додати до атмосферних перешкод (Довідк. літ. 13).
- Промислові перешкоди – У місцях, як-от гавані, де промислові перешкоди є істотними порівняно з джерелами природних перешкод, слід враховувати рівень місцевих промислових перешкод (Довідк. літ. 14).
- Швидкість передачі інформації – Зазвичай використовується швидкість передачі 100 біт за секунду (б/с). Передачі зі швидкістю 200 б/с можна використовувати для досягнення більшої пропускної здатності в умовах імпульсних перешкод, але вони більш чутливі до гауссівських перешкод, ніж передачі зі швидкістю 100 б/с, та зазвичай забезпечують меншу дальність дії.
- Радіоперешкоди – Слід враховувати радіоперешкоди від станцій по пропонованому каналу та по каналах до 1,5 кГц в обидва боки. Захисні відношення, що мають застосовуватися, - це захисні відношення, наведені у ІТУ-R (Довідк. літ. 1), які відповідають типу радіоперешкоди та рознесенню частот. Слід брати до уваги як поверхневе, так і іоносферне поширення радіохвиль.

8 ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПЕРЕДАВАЧА

На ефективність функціонування передавача LF/MF та його антени можуть впливати погодні умови. Для мінімізації такого впливу слід використовувати автоматичний блок настройки антени (ATU).

Деякі адміністрації надають резервні антени для забезпечення обслуговування у разі пошкодження через шторм або відключення для технічного обслуговування. Загальноприйнятою практикою є дублювання передавача, контрольно-коригувальної станції та джерела живлення.

Існують загальноприйнятні методи вимірювання потужності випромінювання, напруженості поля та ефективності функціонування антени.

9 ЕФЕКТИВНІСТЬ ФУНКЦІОНУВАННЯ ПРИЙМАЧА

Для того, щоб мати змогу користуватися усіма можливостями підсистеми DGNSS, користувачі повинні мати приймач GPS, що відповідає технічним специфікаціям, наведеним у *IEC 61108-1*, або приймач GLONASS, що відповідає технічним специфікаціям, наведеним у *IEC 61108-2*, а також диференційний приймач GNSS, що відповідає технічним специфікаціям, наведеним у *IEC 61108-4* (Довідк. літ. 16 та 17).

На ефективність функціонування приймача LF/MF та його антени також можуть впливати умови навколишнього середовища, наприклад, перешкоди електростатичного походження, зумовлені опадами, у високих широтах та атмосферні перешкоди від електричних бурь (Довідк. літ. 14). Антени магнітного поля є зазвичай кращими у цьому відношенні, хоча й менш чутливими за антени електричного поля (штирові антени). Суднові перешкоди також можуть обмежувати ефективність функціонування, і важливо забезпечувати належним заземленням установки з антенами електричного поля. Місце встановлення на судні також може бути важливим, і місцеві радіоперешкоди та джерела перешкод слід виявити та вжити відповідних заходів (Довідк. літ. 17).

10 КОНТРОЛЬ

На кожній передавальній станції мають бути пристрої контролю цілісності на місці, для перевірки сигналу, що передається, та вмісту даних. Рекомендується додатковий контроль сигналу за допомогою приймачів, розташованих у місцях на деякій відстані від контрольно-коригувальної станції (пристрої контролю у далекій зоні), але у районі покриття, для підтвердження RF та якості сигналу у пункті радіопередачі.

Лінії зв'язку з центральним пунктом управління й контролю можуть з'єднувати пристрої контролю цілісності. Може бути забезпечений другий пункт контролю й управління як резервний. Дані можуть або реєструватися на станції та періодично завантажуватися, або передаватися безпосередньо у центральний пункт управління. Рекомендується зберігати ці дані в архіві протягом періоду, достатнього для задоволення місцевих вимог щодо судового провадження. Див. також Розділ 5.

11 ПІДТВЕРДЖЕННЯ

Ця процедура підтвердження надається для забезпечення експлуатаційного стану підсистеми DGNSS.

11.1 *Складові ефективності функціонування*

Ефективність функціонування радіонавігаційної системи радіопередачі визначається п'ятьма основними компонентами: *точність, цілісність, експлуатаційна готовність, покриття та безперебійність*. А.953(23) наводить стандарти щодо ефективності функціонування для трьох фаз навігації: *океанська, прибережна / гаванна з низьким ризиком та прибережна / гаванна з високим ризиком*. Стандарти щодо ефективності функціонування ґрунтуються на визначеннях точності, експлуатаційної готовності та безперебійності як описані у цій рекомендації та Резолюції ІМО А.915(22) про морську політику у відношенні майбутніх систем DGNSS. При обчисленні параметрів

ефективності функціонування морської підсистеми DGNSS слід брати до уваги лише морські райони покриття.

11.2 Експлуатаційна готовність

Призначенням радіонавігаційної підсистеми є надання якісної навігаційної інформації, щоб користувачі в усьому районі покриття підсистеми мали змогу обчислювати точне місцеположення та приймати рішення, пов'язані з безпекою життя, на основі цієї інформації. Тоді як передачі сигналів DGNSS можуть перешкоджати різні умови, підсумковий результат завжди однаковий: користувачі втрачають здатність визначити своє місцеположення за допомогою цієї підсистеми. Оскільки однією з головних вигід є значне підвищення позиційної точності, DGNSS можна використовувати на водних шляхах з більш жорсткими допустимими відхиленнями для навігації, аніж ті, що їх могли забезпечити попередні навігаційні системи. Відтак, ці більш вибагливі способи застосування також зумовлюють жорсткіші стандарти щодо ефективності функціонування у відношенні сигналу, що передається.

Експлуатаційну готовність у районі покриття можна визначити (1) у пункті радіопередачі, (2) за допомогою пристрою контролю у далекій зоні або (3) за допомогою поєднання цих двох способів, як визначає адміністрація. Експлуатаційна готовність обчислюється на основі періодів придатності та непридатності до користування за загальний період часу. Періоди часу визначаються з точністю до секунди. У районах з подвійним покриттям сумарна експлуатаційна готовність буде вищою за окремі значення експлуатаційної готовності.

Період функціонування, для обчислення експлуатаційної готовності та безперебійності DGNSS (як визначено Стандартом ІМО щодо ефективності функціонування А.953(23)), складає два календарних роки для прибережної / гаванної фази навігації. А.953(23) визнає, що угруповання GNSS не має 100-відсоткову експлуатаційну готовність, та не враховує час, коли угруповання є непрацездатним, при обчисленні планових координат місцеположення. **Відкоригований період функціонування** – це період функціонування за вирахуванням часу, протягом якого угруповання GNSS є непрацездатним.

Адміністрації матимуть можливість визначити, у своїй експлуатаційній доктрині, коли угруповання GNSS вважається непрацездатним. Зазвичай таке визначення включає певні міркування щодо зниження точності угруповання GNSS як фіксується контрольно-коригувальною станцією.

Відкоригований період функціонування слід обчислювати за допомогою кількох джерел, в тому числі для GPS – за допомогою веб-сайту Навігаційного центру USCG www.navcen.uscg.gov/gpsnotices, даних, зареєстрованих на контрольно-коригувальній станції та у пунктах реєстрації та контролю ефективності функціонування GPS. Для GLONASS – за допомогою веб-сайту www.glonass-center.ru. Позапланові реконфігурації у пункті, як-от заміна антени MF, слід виключити з відкоригованого періоду функціонування. Адміністрації перед такою подією мають надати відповідне завчасне повідомлення користувачам.

Приклад: У дворічний період (1999-2000 роки) угруповання GPS не підтримувало двовимірну навігацію протягом 137 хвилин. Відкоригований період функціонування дорівнює загальному періоду функціонування (262 800 хвилин) за вирахуванням періоду непридатності до користування угруповання GPS (137 хвилин), тобто 262 663 хвилини.

Умови непридатності до користування: Радіопередача DGNSS є непридатною до користування за наступних умов (або будь-якого неперервного поєднання умов):

- 1) **Відключення сигналу:** Коли диференційна радіопередача не здійснюється протягом періоду, що перевищує період короткочасної непридатності до користування².
- 2) **Сигнал неконтрольований:** Коли стан справності диференційної радіопередачі є неконтрольованим протягом періоду, що перевищує період короткочасної непридатності до користування. Періоди відключення мережі управління не враховуються як «контроль сигналу відсутній», якщо система спроектована належним чином для реагування на аномалії автономно **або може бути підтверджена за допомогою ретроспективних аналізів**.
- 3) **Мала потужність сигналу:** Коли потужність сигналу, що передається, падає нижче заданого рівня, встановленого адміністрацією, приміром, на 4 дБ³, протягом періоду, що перевищує період короткочасної непридатності до користування, описаний нижче. Сигнал вважається таким, що має недостатню потужність, якщо умови малої потужності створюють прогалину у заданому покритті.
- 4) **Сигнал несправний:** Біт справності радіопередачі іноді встановлюється на «несправність», **коли порогове значення місцеположення пристрою контролю цілісності перевищується**.
- 5) **Поєднання умов короткочасної непридатності до користування:** Коли будь-яке неперервне поєднання умов непридатності до користування має місце протягом періоду, що перевищує період короткочасної непрацездатності.

Приклад: 12:15:10 Мала потужність сигналу
12:15:25 Відключення сигналу
12:15:40 Сигнал передається, але мала потужність
12:15:55 Сигнал придатний до користування

Кожна з цих окремих подій непридатності до користування вважається подією короткочасної відмови. Проте оскільки поєднання подій було неперервним, весь 45-секундний період (від 12:15:10 до 12:15:55) вважається періодом непридатності до користування.

- 6) **Переривчасті сигнали:** Сигнал, переривчасто придатний до користування (сигнал, що непридатний до користування протягом щонайменше 20 неперервних секунд), означає, що періоди непридатності до користування передують та йдуть за періодом короткочасної придатності до користування. Такий час не враховується як час придатності до користування та включається до сукупного періоду непридатності до користування, що починається у момент початкового порушення періоду придатності до

² Роз'яснення терміну «період короткочасної непридатності до користування» наведено на сторінці 14.

³ Адміністрації зазвичай встановлюють такі рівні потужності, що забезпечують більше покриття, ніж задане мінімальне, забезпечуючи таким чином певний запас міцності з вироблення потужності.

користування і закінчується у момент відновлення часу придатності до користування. **Якщо сукупний період перевищує період короткочасної непридатності до користування, визначений нижче, такий період є періодом непридатності до користування.**

Приклад: 12:15:10 Мала потужність сигналу
12:15:25 Сигнал придатний до користування
12:15:40 Мала потужність сигналу
12:15:55 Сигнал придатний до користування

Кожна з цих окремих подій малої потужності й непридатності до користування вважається подією короткочасної відмови. Проте невеликого проміжку часу придатності до користування недостатньо для того, щоб він вважався придатним до користування, а тому часи непридатності до користування та короткочасної непридатності до користування поєднуються (з 12:15:10 до 12:15:55), що утворює 45-секундний період часу непридатності до користування.

Час придатності до користування – це неперервний період справних диференційних поправок та відповідних повідомлень з інтенсивністю сигналу, достатньою для покриття району обслуговування. Період придатності до користування складає мінімум 20 секунд.

Період короткочасної непридатності до користування – це період, коли сигнал є непридатним до користування протягом малих проміжків часу та не порушує здатність приймача користувача обчислювати «скориговані» координати місцеположення. Період короткочасної непридатності до користування – це будь-який період, тривалість якого не перевищує 21 секунди. **Задані значення часу короткочасної непридатності до користування та часу придатності до користування не залежать одне від одного.** Час короткочасної непридатності до користування ґрунтується на наступному:

- 1) **Допустиме відхилення точності** – Коли селективна доступність застосовувалася до сигналів GPS, максимальний період, протягом якого приймач міг використовувати набір поправок, складав 30 секунд до статистичного перевищення 10-метрового порогового значення допустимого відхилення для місцеположення. У деяких приймачів це 30-секундне порогове значення досі запрограмоване у їхньому логічному пристрої, і це порогове значення є незмінюваним. Тоді як поправки псевдодальності у середовищі, що не є середовищем SA, придатні до користування протягом значно більших періодів часу, 30-секундне допустиме відхилення залишається максимальним короткочасним періодом для морально застарілого обладнання. **Приймач має повернутися до роботи лише для GPS, якщо отриманий стан «несправності».** Такі умови виключають концепцію здатності приймача забезпечувати 30-секундний запас часу у період короткочасної непридатності до користування.
- 2) **Час передачі повідомлення:** За швидкості передачі 100 б/с максимальний час передачі RTCM типу 9-3, одного з трьох наборів, становить 2,1 с. Відтак, для очищення буферу повідомлень та передачі трьох повідомлень типу 9-3 необхідно 6,3 с.

- 3) **Неодержані повідомлення** – Якщо припустити, що принаймні одне з трьох згаданих вище повідомлень не одержано чітко, користувач має дочекатися одержання ще одного повідомлення (2,1 с), щоб надати необхідні поправки.

Завершення – Рушійними силами є №2 та №3, що діють загалом протягом 8,4 секунд проти максимального періоду 30 секунд (від №1). Відтак, проміжок часу < 21,6 секунд (30-8,4) не порушить здатність приймача надавати точні координати місцеположення. Для практичних потреб максимальний час короткочасної непридатності до користування визначається як 21 секунда, а будь-які значення, більші за нього, становлять час непридатності до користування.

Час на оповіщення – Користувач може очікувати, що отримає відповідне оповіщення протягом 10 секунд, якщо пристрій контролю цілісності бачить місцеположення, що знаходиться за межами допустимого відхилення. Якщо передача сигналу перервана, користувачі повідомляються про втрату сигналу приймачем та не мають очікувати на подальші повідомлення щодо цілісності.

11.3 Покриття

Підсилення DGNSS призначені для забезпечення підвищеної точності та цілісності, яких потребують більш жорсткі прибережні / гаванні фази навігації. У цій фазі навігації виділяють дві категорії: з високим ризиком та з низьким ризиком. Два чи більше пунктів DGNSS, забезпечуючи покриття з перекриттям, зазвичай обслуговують водні шляхи з високим ризиком. Водні шляхи з низьким ризиком зазвичай обслуговуються покриттям від одного пункту DGNSS.

Покриття з перекриттям: Якщо покриття від двох чи більше пунктів DGNSS забезпечує покриття з перекриттям, доки щонайменше один сигнал є доступним в усіх частинах водного шляху, вимога щодо покриття сигналом в межах водного шляху задовольняється. Відтак, з точки зору покриття, час непридатності до користування для водного шляху можна обчислити як час, коли будь-яка ділянка водного шляху не має придатних до користування сигналів. Пункти DGNSS, весь заданий район покриття яких повністю покривається одним чи кількома сусідніми пунктами DGNSS, вважаються **пунктами DGNSS подвійного покриття**. Покриття DGNSS, що забезпечується сусідніми країнами, може, за домовленості, враховуватися при обчисленні ефективності функціонування морської підсистеми DGNSS.

Одинарне покриття: Якщо тільки по всьому району покриття не забезпечується подвійне покриття, деякі пункти DGNSS забезпечують поєднання покриття з перекриттям та одинарного покриття. Пункти DGNSS, що забезпечують одинарне покриття для принаймні якоїсь ділянки водного шляху, вважаються **пунктами DGNSS одинарного покриття**.

Розрахунок

Адміністрації можуть вирішити провести розрахунок експлуатаційної готовності підсистеми за допомогою одного з наступних методів:

- 1) модель для водного шляху, або
- 2) модель для пункту DGNSS/поєднання пунктів DGNSS.

Модель експлуатаційної готовності для водного шляху: В рамках цієї моделі адміністраціям потрібно визначити, які водні шляхи є водними шляхами з високим ризиком, а які – водними шляхами з низьким ризиком. Необхідно провести окремі розрахунки для водних шляхів з високим ризиком та водних шляхів з низьким ризиком, за умови, що у межах району покриття наявні і перші, і другі. Потім окремі розрахунки експлуатаційної готовності для водних шляхів усереднюються для одержання однієї цифри по кожній з категорій ризику. За бажання можна навести цифру по кожному з водних шляхів.

Модель експлуатаційної готовності для пункту DGNSS: В рамках цієї моделі адміністрації мають визначити, які пункти DGNSS обслуговують водні шляхи з низьким ризиком та які обслуговують водні шляхи з високим ризиком. Загальна експлуатаційна готовність обчислюється шляхом усереднення експлуатаційної готовності відповідних окремих пунктів DGNSS як показано у наведених нижче прикладах.

Приклад 1: Водний шлях з високим ризиком одержує повне покриття DGNSS від кожного з двох пунктів DGNSS. Експлуатаційна готовність пункту А DGNSS становила 99%, експлуатаційна готовність пункту В DGNSS становила 99,7%, але обидва пункти DGNSS зазнали одночасного відключення під час 0,2% періоду. І хоча жоден з цих пунктів DGNSS окремо не задовольняв цільове значення експлуатаційної готовності, сукупна експлуатаційна готовність становила 99,8% та відповідала цільовому значенню ефективності функціонування.

Приклад 2: Пункт А DGNSS (з попереднього прикладу) також забезпечує покриття водного шляху з низьким ризиком. Пункт С DGNSS, розташований неподалік пункту А DGNSS, забезпечує покриття з повним перекриттям ділянки водного шляху з низьким ризиком, що обслуговується пунктом А DGNSS. Ефективність функціонування пункту С DGNSS становила 99%, але періоди непридатності до користування (для пунктів А та С DGNSS) не співпадали один з одним. Водний шлях з низьким ризиком, що одержує покриття від пункту А DGNSS, отримував придатні до користування сигнали протягом 100% часу.

Обчислення експлуатаційної готовності для водних шляхів з високим ризиком/низьким ризиком (див. Таблицю 1 у Розділі 4): При проектуванні мереж DGNSS адміністрації мають розглянути такі чинники, як інтенсивність руху та ступінь ризику. Якщо водний шлях має високий ступінь ризику, адміністрація може вирішити встановити більш ніж один пункт DGNSS для підвищення експлуатаційної готовності підсистеми DGNSS.

Розрахунки IALA передбачають наявність щонайменше двох сигналів для задоволення заданих цільових значень експлуатаційної готовності DGNSS для водних шляхів з високим ризиком. У районах з низьким навігаційним ризиком адміністрації можуть вирішити надавати обслуговування лише з одного пункту DGNSS. Забезпечення подвійного покриття водних шляхів з низьким ризиком не змінює вимогу щодо експлуатаційної готовності підсистеми для такого району покриття стосовно категорії високого ризику.

Тоді як у цих явно різних ситуаціях маємо різні вимоги щодо експлуатаційної готовності виходячи з рівня ризику, концепція експлуатаційної готовності залишається незмінною – доступність щонайменше одного сигналу (що задовольняє мінімальну інтенсивність сигналу, встановлену адміністрацією) в усіх частинах району покриття.

11.4 Безперервність

Невід'ємною властивістю радіонавігаційної системи є здатність забезпечувати точне визначення місцеположення та надавати інформацію щодо цілісності без перерв. Перерви у роботі DGNSS перешкоджають надходженню важливої інформації до користувачів та, якщо вони часті, знижують впевненість користувачів у спроможності підсистеми надавати таку інформацію. Саме кількість подій непридатності до користування, а не тривалість періодів придатності користування, визначає безперервність.

Окрім цього, у разі, якщо на справному та контрольованому пункті DGNSS починаються переривчасті відмови (тобто відмови, відокремлені одна від одної у часі періодом, меншим за один часовий інтервал безперервної роботи (СТІ)), період переривчастої роботи вважається однією подією відмови для потреб безперервності.

Безперервність у районі покриття можна визначити (1) у пункті радіопередачі, (2) за допомогою пристрою контролю у далекій зоні або (3) за допомогою поєднання цих методів. Безперервність ґрунтується на середньому часі безвідмовної роботи, що визначається за дворічний період, та тригодинному інтервалі безперервної роботи. Період функціонування не коригується на непрацездатність угруповання GPS, а дефекти угруповання GPS не вважаються відмовами для потреб безперервності.

Події безперервності: Усі позапланові події не короткочасної непридатності до користування, описані у підрозділі про експлуатаційну готовність, вважаються відмовами. На відміну від експлуатаційної готовності, для потреб безперервності планове технічне обслуговування не вважається відмовою. Оскільки офіційні повідомлення передбачені для усіх подій планового технічного обслуговування, користувач має знати про такі планові відключення та планувати свій рейс відповідним чином.

11.5 Станція управління

Станція управління – це станція, якій надають відповідні повідомлення контрольно-коригувальні станції/пристрої контролю цілісності за допомогою ліній передачі даних. Станція управління зазвичай обслуговується персоналом цілодобово. У разі одержання повідомлень про помилки від контрольно-коригувальних станцій/пристроїв контролю цілісності персонал станції управління вживає необхідних заходів. У цей час до станції управління не застосовуються жодні стандарти чи рекомендації.

12 ПУБЛІКАЦІЯ ІНФОРМАЦІЇ

Окремим адміністраціям рекомендується публікувати описи підсистеми, в тому числі прогнози щодо покриття та статистику з ефективності функціонування системи; приклади наведені у довідковій літературі з 18 по 23.

Окрім інформації, що міститься у стандартних типах повідомлень, описаних у Розділі 1, користувачам має надаватися повідомлення про поточну чи планову недоступність сигналу за допомогою відповідної системи (приміром, берегової радіостанції, VTS, Navtex, Safetynet тощо).

Якщо це є здійсненним, інформацію про планові та позапланові періоди непрацездатності слід поширювати для користувачів наступним чином:

Таблиця 4

Планове технічне обслуговування	Дата та очікуваний час простою	Рекомендується за один місяць заздалегідь, але принаймні за тиждень заздалегідь – обов'язково
Позапланові відключення	Очікуваний час простою	Якомога скоріше, але не пізніше ніж через 1 годину після відключення

Керівництво IALA про двосторонні угоди та міжвідомчі меморандуми про порозуміння з питань надання послуг DGNSS у частотному діапазоні 283,5 кГц – 325 кГц містить приклади таких документів. До числа цих прикладів входять настанови щодо інформації, якою мають обмінюватися відомства, що співпрацюють одне з одним, та, по можливості, обставин та часу здійснення обміну нею.

IALA і надалі вестиме базовий перелік радіомаякових станцій DGNSS у мережі Інтернет. Вхідні дані до базового переліку готуються кожною адміністрацією. IALA надає електронний шаблон, який слід використовувати для початкового введення даних по станції та складання повного подання адміністрації. Після початкового подання адміністрації відповідають за оновлення своїх підрозділів базового переліку IALA. Процес внесення змін потребує від кожної адміністрації надання повного, оновленого підрозділу переліку по всіх пунктах DGNSS, експлуатацію яких вона здійснює. Кожне повне подання відображується в такому вигляді, у якому воно надане.

У таблицях 5.1 та 5.2 міститься інформація, що має бути надана адміністраціями, які планують запровадити повідомлення типу 7 або типу 27 відповідно.

Файл містить наступну інформацію:

Інформація у заголовку:

Країна, організація, назва файлу, дата останнього оновлення та загальна кількість пунктів у файлі.

Інформація про пункт:

По кожному пункту є наступні поля інформації, які відокремлені одне від одного комами.

Таблиця 5.1

Шаблон для адміністрацій, що використовують повідомлення типу 7

Поле	Атрибут
Назва пункту	Максимум 32 символи ASCII (з пробілами)
ID передавача	Ціле число, від 0 до 999
ID RS1	Ціле число, від 0 до 999
ID RS2	Ціле число, від 0 до 999
Широта	ГГ ХХ
Північна/Південна	Півн/Півд

Довгота	ГГГ XX
Східна/Західна	Сх/Зах
Радіочастота	Діапазон 283,5 – 325,0
Рівень приведення	ASCII, WGS-84 для GPS, PE90 для GLONASS або місцевий рівень приведення
Офіційний експлуатаційний стан	Ціле число 0 – перебуває в експлуатації 1 – випробування/попередній 2 – не перебуває в експлуатації
Швидкість передачі інформації	Ціле число, 25, 50, 100, 200 б/с
Тип синхронізації	(Зарезервовано)
Кодування радіопередачі	Ціле число 0 – жодного додаткового кодування 1 – кодування FEC

Приклад подання:

Поле	Дані, що вводяться
Назва пункту	ISLE OF NAVIGATIONAL EXCELLENCE
ID передавача	000
ID RS1	000
ID RS2	999
Широта	90 00
Північна/Південна	Півн
Довгота	180 00
Східна/Західна	Зах
Радіочастота	283,5
Рівень приведення	WGS-84
Офіційний експлуатаційний стан	2
Швидкість передачі інформації	200
Тип синхронізації	(Зарезервовано)
Кодування радіопередачі	0

Таблиця 5.2

Шаблон для адміністрацій, що використовують повідомлення типу 27

Поле	Атрибут
Стисла назва (максимум 9 символів)	Той самий формат, що й для повідомлення типу 16. Назва має відповідати переліку IALA, стисла форма.
ID контрольно-коригувальної станції (RS) 1	Ціле число, 0-1023
ID контрольно-коригувальної станції (RS) 2	Ціле число, 0-1023

Широта (градуси / хвилини)	ГГ XX; північна / південна
Довгота (градуси / хвилини)	ГГГ XX; східна / західна
Експлуатаційний стан	00 – перебуває в експлуатації 01 – режим випробування 10 – інформація відсутня 11 – не перебуває в експлуатації (планується)
Радіочастота (кГц)	Від 283,5 кГц до 325 кГц
Швидкість передачі інформації	000 – 25 б/с 001 – 50 б/с 010 – 100 б/с 011 – 200 б/с
Рівень приведення	0 – WGS-84 1 – місцевий
Тип синхронізації	(Зарезервовано)

13 ДОВІДКОВА ЛІТЕРАТУРА

1. Міжнародний союз телекомунікацій – Відділ радіозв'язку (ITU-R), «Технічні характеристики диференційних передач глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS) з морських радіопунктів DGNSS у частотному діапазоні 283,5-315 кГц у Регіоні 1 та 285-325 кГц у Регіонах 2 та 3», Рекомендація М.823-2, Женева, 1997 рік.
2. Резолюція ІМО А.953(23), «Всесвітня радіонавігаційна система», Відділ публікацій, Міжнародна морська організація, 4 Albert Embankment, London SE1 7SR, tel: +44 1725873241, fax: +44 1715873210.
3. Радіотехнічна комісія з питань морських систем, «Рекомендовані стандарти RTCM для диференційних підсистем GNSS (глобальних навігаційних супутникових систем), версія 2.3», Спеціальний комітет 104 RTCM, Радіотехнічна комісія з питань морських систем, 1800 N. Kent St., Suite 1060, Arlington, Virginia 22209 U.S.A.
4. Резолюція ІМО А.915(22), «Морська політика щодо майбутньої глобальної навігаційної супутникової системи (GNSS)», Відділ публікацій, Міжнародна морська організація, 4 Albert Embankment, London SE1 7SR, tel: +44 1725873241, fax: +44 1715873210.
5. *Регламент радіозв'язку* ІТУ, том 1, Женева, 1998 рік.
6. ІТУ, «Криві поверхневого поширення радіохвиль для частот між 10 кГц та 30 МГц». ІТУ-R Р.368-7, Женева, 1992 рік.
7. ІТУ, «Світовий атлас електропровідності землі», ІТУ-R Р.832-2, Женева, 1999 рік.
8. ІТУ, «Прогнозування напруженості поля іоносферних хвиль на частотах між 150 та 1700 кГц». ІТУ-R Р.1147-1, Женева, 1999 рік.

9. Ласт, Дж.Д., Поппе, Д.С., «Вплив іоносферних радіоперешкод на покриття радіомаякових станцій DGPS». Доповіді ІЕЕ на тему радіолокації, гідролокації та навігації, том 144, №3, червень 1997 року, стор. 163-168.
10. Поппе, Д.С., «Покриття та прогнозування ефективності функціонування систем DGPS, що використовують передачі за допомогою радіомаяків». Дипломна робота, Університет Уельса, м. Бангор, жовтень 1995 року.
11. ССR, «Характеристики та способи застосування даних про атмосферні перешкоди», звіт ІТУ 322-3, Женева, 1990 рік.
12. ІТУ, «Радіоперешкоди», ІТУ-R P.372-6, Женева, 1996 рік.
13. Енге та інші, «Вплив перешкод електростатичного походження, зумовлених опадами, на дальність дії та доступність передачі радіомаяком даних диференційної GPS». DSNS '95, 1995 рік.
14. Спектер, Х.Е., Хоппе, М. та Вальтерфанг, М., «Ефективність функціонування приймачів пунктів DGPS DGNSS у середовищі з перешкодами», XV-а КОНФЕРЕНЦІЯ IALA, ГАМБУРГ, 1998 рік, «Радіозасоби навігаційного обладнання». AISM/IALA Headquarters, tel: +33134517001, fax: +33134518205, e-mail: aismiala@easynet.fr.
15. Гудмен, С.В.С та Уорд, Н., «Процедура вимірювання антен радіомаяка», Загальні маякові служби Сполученого Королівства та Ірландії, Інформаційний бюлетень Департаменту розвитку INF.47, випуск 1. Маякова служба Трінті-Хаус. East Cowes. Isle of Wight. Tel: +44 1983 292651, fax: +44 1983 294 317, e-mail: dev@thls-rad.demon.co.uk.
16. Міжнародна електротехнічна комісія (ІЕС), 61108-1:2003 «Глобальні навігаційні супутникові системи (GNSS), Частина 1: Глобальна система визначення місцеположення (GPS) 'Приймальне обладнання' Стандарти щодо ефективності функціонування, методи випробування та необхідні результати». 2004 рік; та
17. 61108-2 «Обладнання та системи морської навігації та радіозв'язку ' Глобальні навігаційні супутникові системи, Частина 2: Глобальна навігаційна супутникова система (GLONASS) ' Приймальне обладнання ' Стандарти щодо ефективності функціонування, методи випробування та необхідні результати». 1998-06.
18. Міжнародна електротехнічна комісія (ІЕС), Публікація 61108-4 «Приймальне обладнання морського радіопункту DGNSS суднової DGPS та DGLONASS».
19. Лисейко, А. та Дзієвіцкі, М., «Впровадження супутникової навігації – системи DGPS у Польщі у 1995-97 рр.», XV-а КОНФЕРЕНЦІЯ IALA, ГАМБУРГ, 1998 рік, «Радіозасоби навігаційного обладнання». AISM/IALA Headquarters, tel: +33134517001, fax: +33134518205, e-mail: aismiala@easynet.fr.
20. Королівська датська адміністрація навігації та гідрографії, «Опис датської системи, в тому числі контролю», tel: +45 32689500, fax: +45 31574341.
21. Шведська морська адміністрація, «Технічні характеристики шведської морської підсистеми DGPS», tel: +46 11191512, fax: +46 11126791, e-mail: rolf.zetterberg@sjofartsverket.se.

22. Шведська морська адміністрація, «Вивчення впливів іоносферних хвиль на покриття морської підсистеми GPS», tel: +46 11191512, fax: +46 11126791, e-mail: rolf.zetterberg@sjofartsverket.se.
23. Фінська морська адміністрація, «Специфікація фінської передачі DGPS, 1998 рік». Можна завантажити з: www.fma.fi/radionavigation. Tel: +358204484262, fax: +358204484470, e-mail: kaisu.heikonen@fma.fi.
24. Берегова охорона Сполучених Штатів, «Стандарт радіопередачі для навігаційної підсистеми USCG DGPS», tel: +17033135900, fax: +17033135920, e-mail: nisws@smtp.navcen.uscg.mil.

ДОПОВНЕННЯ 1

УСТАНОВОЧНІ ЗНАЧЕННЯ ПУНКТУ РАДІОПЕРЕДАЧІ DGNSS

Визнається, що окремі порогові установочні значення контрольно-коригувальної станції та пристрою контролю цілісності є важливими для належного функціонування станції DGNSS. У Таблиці 3 міститься перелік параметрів та рекомендований діапазон установочних значень, що мають вплив на підсистему DGNSS та/чи оператора підсистеми. Щоб одержати певне уявлення про функції контрольно-коригувальної станції та пристрою контролю цілісності, оператори підсистеми мають звернутися до Рекомендованих стандартів RTCM для диференційних контрольно-коригувальних станцій NAVSTAR GPS та пристроїв контролю цілісності (RSIM), версія 1.1.

Таблиця 3 – Установочні значення пункту радіопередачі DGNS

Параметр	Установочне/ Порогове значення	Проміжок	Вплив системи	
			На оператора підсистеми	На користувача
а) КОНТРОЛЬНО-КОРИГУВАЛЬНА СТАНЦІЯ				
Мінімальна кількість супутників	4		- Активує сигнал тривоги на контрольно-коригувальній станції - Переключає на резервний приймач RS, якщо він перебуває в експлуатаційній готовності	Місцеположення може бути визначене погано через надто мало скоригованих SV (погане HDOP)
Корекція псевдодальності	90 – 600 м		- Активує сигнал тривоги на контрольно-коригувальній станції - Встановлює PRC та значення PRC для конкретного SV на «не використовувати» як описано у SC104 RTCM	Зніме SV, позначене «не використовувати», з координат місцеположення
Корекція швидкості за дальністю	0,5 – 10 м/с		Див. вище	Див. вище
Зворотний зв'язок від пристрою контролю цілісності	3 – 12 с		- Спричиняє встановлення справності станції (заголовка) на «контроль відсутній» - Переключає на резервний приймач IM, якщо він перебуває в експлуатаційній готовності	- Використовувати обрану станцію з обережністю - Переключає на інший пункт DGNS, якщо він перебуває в експлуатаційній готовності
Кут перевищення	5 – 10 градусів		- Підвищена експлуатаційна готовність за нижчого установочного значення кута перевищення	- Незначне погіршення точності місцеположення користувача при роботі за нижчого установочного значення кута перевищення
б) ПРИСТРІЙ КОНТРОЛЮ ЦІЛІСНОСТІ				
Вік корекції RTCM	10 – 30 с	1 – 30 с	- Активує попередження або сигнал тривоги станції IM - Переключає на резервний приймач RS, якщо він перебуває в експлуатаційній готовності	- Якщо вік корекції перевищує 10 с, це може вплинути на вимоги ТТА - Переключає на інший пункт DGNS, якщо він перебуває в експлуатаційній готовності
Частка помилок у повідомленні	0,1 (10%)	10 – 60 с	Див. вище	Див. вище
SNR радіомаяка	> 7 дБ	> 7 с	Див. вище	Зменшити район покриття
Інтенсивність сигналу радіомаяка	4 – 7 дБ від номінальної	10 – 60 с	Див. вище	Зменшити район покриття
Мінімальна кількість супутників	3-4		- Активує сигнал тривоги на станції IM - Спричиняє встановлення справності станції (заголовка) на «контроль відсутній» лише у разі, якщо засічка місцеположення не може бути встановлена через малу кількість SV	- Використовувати обрану станцію з обережністю - Переключає на інший пункт DGNS, якщо він перебуває в експлуатаційній готовності

Параметр	Установочне/ Порогове значення	Проміжок	Вплив системи	
			На оператора підсистеми	На користувача
Інтервал SV (розбіжність для супутників, що використовуються)		0 – 10 с	<ul style="list-style-type: none"> - Активує сигнал тривоги на станції ІМ - Спричиняє встановлення справності станції (заголовка) на «контроль відсутній» - Переключає на резервний приймач ІМ, якщо він перебуває в експлуатаційній готовності - Переключає на резервний приймач RS, якщо він перебуває в експлуатаційній готовності 	<ul style="list-style-type: none"> - Використовувати обрану станцію з обережністю - Переключає на інший пункт DGNS, якщо він перебуває в експлуатаційній готовності
HDOP	< 7,5	10 – 30 с	<ul style="list-style-type: none"> - Активує сигнал тривоги на станції ІМ - Спричиняє встановлення справності станції (заголовка) на «контроль відсутній» - Переключає на резервний приймач ІМ, якщо він перебуває в експлуатаційній готовності 	<ul style="list-style-type: none"> - Використовувати обрану станцію з обережністю - Переключає на інший пункт DGNS, якщо він перебуває в експлуатаційній готовності
Абсолютне планове місцеположення	1,5 – 10 м	10 – 30 с	<ul style="list-style-type: none"> - Активує сигнал тривоги на станції ІМ - Спричиняє встановлення справності станції (заголовка) на «контроль відсутній» - Переключає на резервний приймач ІМ/RS, якщо він перебуває в експлуатаційній готовності 	<ul style="list-style-type: none"> - Не використовувати цю станцію - Переключає на інший пункт DGNS, якщо він перебуває в експлуатаційній готовності
Залишкова псевдодальність (PRR)	< 12 м	10 – 30 с	<ul style="list-style-type: none"> - Активує сигнал тривоги на станції ІМ - Встановлює значення PRC та RRC для конкретного SV на «не використовувати» як описано 	Зніме SV, позначене «не використовувати», з координат місцеположення
Залишкова швидкість за дальністю	< 10 м/с	10 – 60 с	Див. вище	Див. вище
Мале UDRE	1 – 100 м	Будь-ласка, проконсультуйтеся з виробником	<ul style="list-style-type: none"> - Активує сигнал тривоги станції ІМ - Спричиняє встановлення справності станції (заголовка) на «контроль відсутній» - Переключає на резервний приймач ІМ/RS, якщо він перебуває в експлуатаційній готовності 	<ul style="list-style-type: none"> - Переключає на інший пункт DGNS, якщо він перебуває в експлуатаційній готовності
Кут перевищення	0 – 10 градусів		- Оптимальний контроль радіопередачі, коли установочне значення дорівнює установочному значенню RS	- Оптимальна радіопередача

ПРИМІТКИ ЩОДО ТАБЛИЦІ 3

A – Контрольно-коригувальна станція

A-1. Мінімальна кількість супутників

Поправок псевдодальності трьох супутників достатньо для встановлення планових координат місцеположення та корекції систематичної похибки датчика часу, припускаючи, що вхідні дані по висоті є незмінними. Генерування поправок псевдодальності чотирьох супутників дозволить користувачу встановити висоту та одержати просторове місцеположення. Оскільки користувач не завжди знає точну вхідну висоту, просторові координати місцеположення за допомогою чотирьох супутників є кращим варіантом.

Відповідно, установочне значення мінімальної кількості супутників має бути чотири для зазначення наявності чотирьох поправок псевдодальності радіопередачі. Якщо видиме угруповання супутників зменшується до кількості, меншої за це порогове значення, оператору підсистеми може бути відправлений внутрішній сигнал тривоги. Це установочне значення не впливає на видачу повідомлення типу 9, оскільки, приміром, три поправки псевдодальності трьох супутників передаватимуться.

A-2. Корекція псевдодальності

Поправки псевдодальності генеруються контрольно-коригувальною станцією для компенсації затримок, з якими стикаються сигнали при проходженні через іоносферу та тропосферу, а також ефемеридних похибок датчика часу та супутника, що фіксуються на контрольно-коригувальній станції. Контрольно-коригувальна станція обчислює псевдодальність до супутника та порівнює її з абсолютною дальністю, виходячи з відомого місцеположення антени. Контрольно-коригувальна станція визначає різницю між псевдодальністю й абсолютною дальністю та генерує диференційні поправки. Поправки псевдодальності не компенсують місцеві похибки, спричинені перешкодами багатошляхового поширення або перешкодами приймача.

Порогове значення для сигналу тривоги встановлюється на 100-600 м. Якщо поправка псевдодальності перевищує це значення, це може вказувати на проблему із супутником. Менші порогові значення можуть спричинити призупинення контрольно-коригувальною станцією поправок для супутника. Більші порогові значення можуть зумовити передачу користувачу дещо більших системних неточностей.

Примітка: Коли пристрій контролю цілісності сигналізує прапорцем про погану псевдодальність для конкретного SV, контрольно-коригувальна станція може встановити PRC на визначене RTCM значення «не використовувати це SV», яке перевищує +/- 655,344 м або 1 +/- 10 485,44 м. Отже, якщо має місце сигнал тривоги, він може бути викликаний значенням «не використовувати», а впливом на користувача буде зняття цього SV, поки PRC встановлений на «не використовувати».

A-3. Корекція швидкості за дальністю

Швидкість за дальністю визначається шляхом вимірювання доплеровського зсуву носія супутника. Контрольно-коригувальна станція обчислює швидкість зміни псевдодальності усіх супутників, які вона відстежує. Корекція швидкості за дальністю була дуже ефективним способом пом'якшення збурення селективної доступності (SA).

Порогове значення для сигналу тривоги встановлюється на 1-10 м/с. Якщо поправка псевдодальності перевищує це значення, це може вказувати на те, що супутник рухається у невизначеному напрямку або має проблему з датчиком часу. Менші порогові значення можуть зумовити непотрібне призупинення контрольної-коригувальної станцією поправок для супутника. Більші порогові значення можуть зумовити передачу користувачу дещо більших системних неточностей.

Поправки швидкості за дальністю можуть бути встановлені на нуль для усунення впливу випадкової похибки через перешкоди, доки поправки DGPS передаються протягом 30 – 60 секунд.

Примітка:

Коли пристрій контролю цілісності сигналізує прапорцем про погане RRC для конкретного SV, контрольна-коригувальна станція може фактично встановити RRC на визначене RTCM значення «не використовувати це SV», що є більшим за +/- 0,254 м/с або +/- 4,064 м/с. Отже, якщо з'являється сигнал тривоги, він може бути викликаний значенням «не використовувати», а впливом на користувача буде зняття цього SV, поки RRC встановлений на «не використовувати».

A-4. Зворотний зв'язок пристрою контролю цілісності

Зворотний зв'язок пристрою контролю цілісності надає контрольній-коригувальній станції інформацію про точність радіопередачі DGPS. Порогове установочне значення визначає максимальну кількість часу, протягом якого контрольна-коригувальна станція продовжуватиме передавати поправки, на основі останнього моменту часу, коли вона контролювалася пристроєм контролю цілісності.

Пристрій контролю цілісності забезпечує точність радіопередачі шляхом визначення власного місцеположення за допомогою внутрішнього приймача GPS та контролю радіопередачі MSK від передавача DGPS. Пристрій контролю цілісності вносить поправки до неопрацьованих даних GPS та визначає обчислене місцеположення приймальної антени. Якщо обчислене місцеположення знаходиться за межами допустимого вікна, що ґрунтується на встановленому місцеположенні антени, пристрій контролю цілісності направляє повідомлення RSIM#20 як на контрольну-коригувальну станцію, так і, за необхідності, на станцію управління. Таке RSIM#20 повідомляє контрольну-коригувальну станцію про погані значення псевдодальності для 1 SV у часі, а також про перебування у межах/поза межами допустимого відхилення для місцеположення. Коли пристрій контролю цілісності сигналізує прапорцем про погане SV PRR (залишкова псевдодальність), контрольна-коригувальна станція реагує лише на цей 1 SV відповідно до Довідк. літ. 3. Якщо пристрій контролю цілісності повідомляє про те, що місцеположення перебуває за межами допустимого відхилення, контрольна-коригувальна станція встановлює заголовок усіх повідомлень RTCM на «несправність». Якщо RSIM#20 не одержана протягом порогового значення, то контрольна-коригувальна станція встановлює заголовок усіх повідомлень на «контроль відсутній». Після цього контрольна-коригувальна станція позначає прапорцем дані типу RTCM як несправні, і резервна контрольна-коригувальна станція / пристрій контролю цілісності може за необхідності бути введена в роботу.

Порогове значення для сигналу тривоги встановлюється на 3-12 с. Якщо контрольна-коригувальна станція не одержує повідомлення зі зворотним зв'язком від пристрою

контролю цілісності протягом періоду часу, визначеного цим пороговим значенням, вона починає позначати заголовки своїх повідомлень прапорцем «контроль відсутній».

Менші порогові значення можуть зумовити значний час експлуатаційної неготовності у пункті. Більші порогові значення можуть зумовити передачу користувачу неконтрольованих поправок або поправок поганої якості.

A-5. Кут перевищення (кут перекриття)

Метою кута перекриття є виявлення усіх супутників нижче встановленого кута над горизонтом. Контрольно-коригувальна станція не використовує супутники нижче цього рівня при визначенні координат місцеположення та/чи часу. Більшість контрольно-коригувальних станцій все ж відстежують супутники нижче кута перекриття, якщо наявний відкритий канал, за допомогою якого можна передавати зафіксовані дані через відкритий порт зв'язку.

Кут перекриття встановлюється на значення від 5 до 10 градусів. Робота на нижній межі цього діапазону є більш вигідною для оператора підсистеми, оскільки завдяки більшій кількості придатних до користування супутників підвищується експлуатаційна готовність, особливо якщо деякі супутники є недоступними. Разом з тим, похибки, пов'язані з багатошляховим поширенням радіохвиль, поширенням радіохвиль у тропосфері та зафіксованими супутниковими даними, як правило, чинять більший вплив на визначення координат місцеположення користувача по мірі зменшення кута перекриття (тобто, супутники малого кута перевищення враховуються при визначенні координат місцеположення). Для користувача деякі з цих впливів наразі не пом'якшуються оператором підсистеми.

V. Пристрій контролю цілісності

V-1. Вік корекції RTCM

Вік корекції RTCM (вимірюється у секундах) – це часова різниця між часом, коли набір поправок обчислюється контрольно-коригувальним приймачем, та часом, коли поправки одержуються приймачем DGPS пристрою контролю цілісності.

Вік корекції безпосередньо пов'язаний зі швидкістю передачі даних, що використовується на контрольно-коригувальній станції. За нормальної роботи вік корекції є наступним:

(з використанням набору 9 SV та типу повідомлень 9-3)

- 50 біт/с: ця швидкість передачі зазвичай не використовується
- 100 біт/с: 6-7 с
- 200 біт/с: 3-4 с.

Оскільки S/A була встановлена на нуль, на результуючу точність місцеположення на приймачі GPS користувача вже не впливає вік корекції, менший за кілька хвилин. Похибки у сигналі GPS, що залишаються, як-от похибки через іоносферне та тропосферне поширення радіохвиль, змінюються з часом повільно.

Відтак, у середовищі, де S/A встановлена на нуль, вік корекції вище наведеного порогового значення матиме вплив на цілісність контрольно-коригувальної станції.

Зважаючи на вимогу щодо цілісності з ТТА, що складає 10 секунд, для інформування користувача, вік корекції не має значно перевищувати це значення.

Через метод обчислення віку корекції може бути потреба у використанні високих установочних значень (>10 с) у деяких пристроях для уникнення частих сигналів тривоги.

Інтервал віку корекції

Цей інтервал являє собою період часу, протягом якого дані щодо корекції фіксуються та усереднюються. Пристрій контролю цілісності постійно контролює інтервал віку корекції, щоб зміна, пов'язана з часовими витратами на обробку даних, була незначною або нульовою. Якщо значення знаходиться за межами допустимого відхилення, активується сигнал тривоги.

Це значення встановлюється на 1-30 секунд. Більші інтервали зумовлюють повільніше виявлення віку корекції надмірної псевдодальності. Менші інтервали додають часові витрати на обробку даних для пристрою контролю цілісності.

В-2. Частка помилок у повідомленні

Під час прийому по каналу передачі даних частка помилок у повідомленні обчислюється як відношення кількості дефектних бітів до загальної кількості бітів.

Це значення встановлюється на 0,1. Більш висока частка помилок вказує на те, що може бути проблема з каналом передачі даних. Нижчі порогові значення зумовлюють вищий стандарт модуляції для передавача.

Якщо одне з 30-бітових слів у фреймі повідомлення не проходить тест на парність, біти усього повідомлення вважаються дефектними.

Інтервал частки помилок у повідомленні

Цей інтервал являє собою період часу, протягом якого фіксуються дані для обчислення частки помилок у повідомленні. Мають бути незначні або нульові часові витрати на обробку даних у пристрої контролю цілісності по цьому інтервалу, оскільки приймач MSK постійно контролює частку помилок у повідомленні. Якщо значення знаходиться за межами допустимого відхилення, активується сигнал тривоги.

Це значення встановлюється на 10-60 секунд. Більші інтервали зумовлюють повільніше виявлення проблем з каналом передачі даних. Менші інтервали додають часові витрати на обробку даних для пристрою контролю цілісності.

В-3. SNR радіомаяка

Співвідношення сигнал-перешкода (SNR) – це мінімальне допустиме відношення амплітуди сигналу каналу передачі даних до амплітуди зовнішньої перешкоди, яке виражається у дБ.

Це значення встановлюється на >7 дБ. Якщо SNR ближньої зони падає нижче цього значення, сигнал каналу передачі даних може бути недостатньо якісним для того, щоб приймач користувача міг належним чином декодувати радіопередачу.

Інтервал SNR радіомаяка

Цей інтервал являє собою період часу, протягом якого фіксуються дані. Пристрій контролю цілісності постійно контролює SNR, щоб зміна, пов'язана з часовими

витратами на обробку даних, була незначною або нульовою. Якщо значення знаходиться за межами допустимого відхилення, активується сигнал тривоги.

Це значення встановлюється на 10-30 секунд. Більші інтервали зумовлюють повільніше виявлення проблем з каналом передачі даних. Менші інтервали додають часові витрати на обробку даних для пристрою контролю цілісності.

В-4. Інтенсивність сигналу радіомаяка

Інтенсивність сигналу радіомаяка є мірилом інтенсивності сигналу ближньої зони, що виражається у дБ (мкВ/м).

Порогове значення для сигналу тривоги встановлюється на 4-7 дБ нижче номінального. Якщо інтенсивність сигналу радіомаяка падає нижче порогового значення, сигнал каналу передачі даних може бути нижче рівня, достатнього для того, щоб приймач користувача міг належним чином декодувати радіопередачу.

Номінальне порогове значення для сигналу тривоги встановлюється оператором підсистеми з урахуванням вимірювань у конкретному пункті.

Примітка: інтервали частки помилок у повідомленні, SNR радіомаяка та інтенсивності сигналу подібні до змінних середніх вікна – ви здійснюєте обчислення щосекунди, незалежно від того, яким є інтервал, але якщо під час або протягом усього інтервалу значення є нижчим за порогове значення, активується сигнал тривоги. На менших інтервалах зміни відображаються швидше, а на більших інтервалах зміни відображаються повільніше (тому що для підвищення «середнього» потрібна велика кількість змін).

Інтервал інтенсивності сигналу радіомаяка

Цей інтервал являє собою період часу, протягом якого фіксуються дані. Пристрій контролю цілісності постійно контролює інтенсивність сигналу радіомаяка, щоб зміна, пов'язана з часовими витратами на обробку даних, була незначною або нульовою. Якщо значення знаходиться за межами допустимого відхилення, активується сигнал тривоги.

Це значення встановлюється на 10-30 секунд. Більші інтервали зумовлюють повільніше виявлення проблем з каналом передачі даних. Менші інтервали додають часові витрати на обробку даних для пристрою контролю цілісності.

В-5. Мінімальна кількість супутників

Це установочне значення визначає мінімальну кількість супутників з супроводжуючими поправками псевдодальності, необхідними для встановлення достовірних просторових диференційних координат місцеположення. Пристрій контролю цілісності має бути встановлений на виявлення PRC щонайменше 4 супутників. *Якщо видиме угруповання супутників зменшується до кількості, меншої за це порогове значення, оператору підсистеми може бути відправлений внутрішній сигнал тривоги. Встановлення останньої обчисленої незмінної висоти як значення для одержання планових координат місцеположення слід уникати, оскільки така передбачувана висота внесе похибку у визначення місцеположення.*

Це значення встановлюється на сигнал тривоги у разі, якщо видимими є 4 супутники.

В-6. Інтервал SV (розбіжність для супутників, що використовуються)

Цей параметр не описується у Довідк. літ. 3. Проте окремі виробники запровадили це установочне значення. Цей інтервал являє собою період часу, протягом якого фіксуються дані, який визначає максимальну різницю в часі між поправками для використання при обчисленні координат місцеположення. Пристрій контролю цілісності постійно контролює інтервал SV, щоб зміна, пов'язана з часовими витратами на обробку даних, була незначною або нульовою. Якщо значення знаходиться за межами допустимого відхилення, активується сигнал тривоги.

Оператори підсистем, що застосовують цей параметр, зазвичай встановлюють його значення на 0-10 с.

B-7. HDOP

Пристрій контролю цілісності використовує горизонтальне зниження точності (HDOP) для визначення поточної якості геометрії угруповання, оскільки вона має відношення до триангуляції псевдодальностей.

Ці значення встановлюються на $< 7,5$. Малі величини HDOP вказують на добру геометрію угруповання. Великі значення HDOP вказують на погану геометрію угруповання. Якщо HDOP перевищує порогове значення, достовірність поправок стає сумнівною, і встановлення псевдодальності пункту має бути призупинене.

Інтервал HDOP

Цей інтервал являє собою період часу, протягом якого фіксуються дані. Пристрій контролю цілісності постійно контролює HDOP, щоб зміна, пов'язана з часовими витратами на обробку даних, була незначною або нульовою. Якщо значення знаходиться за межами допустимого відхилення, активується сигнал тривоги.

Ці значення встановлюються на 10-30 секунд. Більші інтервали зумовлюють повільніше виявлення проблем з даними HDOP. Менші інтервали додають часові витрати на обробку даних для пристрою контролю цілісності.

B-8. Абсолютне планове місцеположення

Також похибка планового місцеположення. Пристрій контролю цілісності застосовує поправки, одержані по каналу передачі даних, до псевдодальностей, що встановлюються його внутрішнім приймачем GPS. Він використовує ці скориговані псевдодальності для встановлення скоригованого DGPS місцеположення. Радіальна похибка для такого місцеположення у відношенні встановленої опорної точки являє собою похибку планового місцеположення.

Ці значення встановлюються на 5-10 метрів. Менші порогові значення можуть зумовити більший час експлуатаційної неготовності пункту – більший час перебування за межами допустимого відхилення. Більші порогові значення можуть зумовити передачу користувачу більших системних неточностей.

Інтервал планового місцеположення

Цей інтервал являє собою період часу, протягом якого фіксуються дані. Пристрій контролю цілісності постійно контролює інтервал планового положення, щоб зміна, пов'язана з часовими витратами на обробку даних, була незначною або нульовою. Якщо значення знаходиться за межами допустимого відхилення, активується сигнал тривоги.

Це значення встановлюється на 10-30 секунд. Більші інтервали зумовлюють повільніше виявлення проблем з системною точністю визначення місцеположення, які можуть походити з низки джерел. Менші інтервали додають часові витрати на обробку даних для пристрою контролю цілісності.

В-9. Залишкова псевдодальність

Пристрій контролю цілісності застосовує поправки псевдодальності, одержані по каналу передачі даних, до окремих псевдодальностей, встановлених його внутрішнім приймачем GPS, а потім порівнює їх з відомим місцеположенням встановленої опорної точки. Результуюче значення є залишковою псевдодальністю.

Це значення встановлюється на <12 метрів. Менші порогові значення можуть зумовити видачу наказу пристроєм контролю цілісності для контрольно-коригувальної станції припинити здійснювати непотрібну корекцію супутників. Більші порогові значення можуть зумовити передачу користувачу більших системних неточностей.

Інтервал залишкової псевдодальності

Цей інтервал являє собою період часу, протягом якого фіксуються дані. Пристрій контролю цілісності постійно контролює інтервал залишкової псевдодальності, щоб зміна, пов'язана з часовими витратами на обробку даних, була незначною або нульовою. Якщо значення знаходиться за межами допустимого відхилення, активується сигнал тривоги.

Це значення встановлюється на 10-30 секунд. Більші інтервали зумовлюють повільніше виявлення проблем з точністю псевдодальності. Менші інтервали додають часові витрати на обробку даних для пристрою контролю цілісності.

В-10. Залишкова швидкість за дальністю

Різниця між останньою одержаною поправкою швидкості за дальністю та поточною швидкістю за псевдодальністю, визначеною пристроєм контролю цілісності.

Це значення встановлюється на <10 м/с. Рух зі швидкістю, більшою за порогове значення, може вказувати на проблему з супутником, який рухається у невизначеному напрямку, або може вказувати на проблему із датчиком часу супутника. Менші порогові значення можуть зумовити видачу наказу пристроєм контролю цілісності для контрольно-коригувальної станції припинити здійснювати непотрібну корекцію супутників. Більші порогові значення можуть зумовити передачу користувачу більших системних неточностей.

Інтервал залишкової швидкості за дальністю

Цей інтервал являє собою період часу, протягом якого фіксуються дані. Пристрій контролю цілісності постійно контролює інтервал залишкової швидкості за дальністю, щоб зміна, пов'язана з часовими витратами на обробку даних, була незначною або нульовою. Якщо значення знаходиться за межами допустимого відхилення, активується сигнал тривоги.

Це значення встановлюється на 10-60 секунд. Більші інтервали зумовлюють повільніше виявлення надмірних значень корекції швидкості за дальністю контрольно-коригувальною станцією. Менші інтервали додають часові витрати на обробку даних для пристрою контролю цілісності.

В-11. Мала похибка диференційної дальності користувача (UDRE)

UDRE – це оцінка, що відповідає середньоквадратичному відхиленню, похибки корекції псевдодальності, зумовленої зовнішніми перешкодами та залишковим багатошляховим поширенням радіосигналів. По суті, кожне PRC, генероване контрольно-коригувальною станцією, має «повідомлене» значення UDRE, і коли пристрій контролю цілісності використовує PRC, він намагається визначити, чи «повідомлене» UDRE є вірним. Якщо пристрій контролю цілісності визначає, що повідомлене UDRE встановлене на значення, «МЕНШЕ», аніж воно має бути, маємо стан «малої UDRE».

Це значення встановлюється на 1-100 м. Використання вищих порогових значень UDRE може уможливити вплив перешкод через багатошляхове поширення радіосигналів та перешкод приймача на користувача. Менші значення можуть зумовити надмірний час експлуатаційної неготовності пункту.

Інтервал малої UDRE

Цей інтервал являє собою період часу, протягом якого фіксуються дані. Пристрій контролю цілісності постійно контролює інтервал залишкової швидкості за дальністю, щоб зміна, пов'язана з часовими витратами на обробку даних, була незначною або нульовою. Якщо значення знаходиться за межами допустимого відхилення, активується сигнал тривоги.

Це значення встановлюється на 10-30 секунд. Більші інтервали зумовлюють повільніше виявлення надмірних перешкод приймача та проблем з багатошляховим поширенням радіосигналів. Менші інтервали додають часові витрати на обробку даних для пристрою контролю цілісності.

В-12. Кут перевищення (кут перекриття)

Кут перекриття виявляє усі супутники нижче заданого кута над горизонтом. Пристрій контролю цілісності не використовує супутники нижче цього рівня при визначенні координат місцеположення та/чи часу.

Кут перекриття встановлюється на значення від 5 до 10 градусів, на те саме значення, що й для контрольно-коригувальної станції. Він ніколи не повинен бути більшим за кут перекриття для контрольно-коригувальної станції. Робота на нижній межі цього діапазону є більш вигідною для оператора підсистеми, оскільки більша кількість придатних до користування супутників підвищить експлуатаційну готовність, особливо якщо кількість видимих супутників обмежена. Ті самі коментарі з А.5 у відношенні користувачів, що працюють на нижній межі діапазону кута перекриття, стосуються супутників, що спостерігаються за кутів перевищення, нижчих за 10 градусів; на визначення місцеположення може чинити негативний вплив багатошляхове поширення радіохвиль.

ДОПОВНЕННЯ 2

Визначення та глосарій термінів, що використовуються у GNSS

Точність. Ступінь відповідності оціненого чи виміряного параметра судна у конкретний момент часу його фактичному параметру у цей момент часу. (Параметрами у цьому контексті можуть бути координати місцеположення, швидкість, час, кут тощо.)

- *Абсолютна точність (геодезична чи географічна точність).* Точність оцінки місцеположення відносно географічних чи геодезичних координат Землі.
- *Геодезична чи географічна точність.* Див. Абсолютна точність.
- *Прогнозована точність.* Точність оцінених координат місцеположення відносно картографованих координат місцеположення.
- *Відносна точність.* Точність, з якою користувач може визначити місцеположення відносно місцеположення іншого користувача тієї самої навігаційної системи у той самий момент часу.
- *Повторювана точність.* Точність, з якою користувач може повернутися до місцеположення, координати якого визначені у попередній момент часу, за допомогою некорельованих вимірювань тієї самої навігаційної системи.

Підсилення. Будь-який спосіб забезпечення вдосконалення GNSS для підвищення ефективності навігації для користувача.

- *Супутникова система підсилення (SBAS).* Система, що надає додаткові супутникові сигнали для підвищення ефективності функціонування підсистеми GNSS.
- *Наземна система підсилення (GBAS).* Система, що надає додаткові сигнали з наземної станції для підвищення ефективності функціонування підсистеми GNSS.

Експлуатаційна готовність. Відсоткова частка часу, протягом якого засіб навігаційного обладнання або система засобів навігаційного обладнання виконує чітко визначену функцію за зазначених умов. Експлуатаційна неготовність може бути спричинена плановими та/чи позаплановими перервами.

- *Доступність сигналу.* Доступність радіосигналу у чітко визначеному районі покриття.
- *Експлуатаційна готовність системи.* Доступність системи для користувача, в тому числі доступність сигналу та ефективність функціонування приймача користувача.

Пункт радіопередачі. Уся установка DGNS, до складу якої входять контрольно-коригувальні станції, пристрої контролю цілісності, передавач/антени LF/MF тощо. Також її можна називати станцією радіопередачі.

Безперебійність. Імовірність того, що, якщо припустити, що приймач не має дефектів, користувач зможе визначити місцеположення з чітко визначеною точністю та зможе здійснювати контроль цілісності визначеного місцеположення протягом (невеликого) проміжку часу, застосовного до конкретної операції у межах обмеженої частини району покриття.

Часовий інтервал безперебійної роботи. Період часу, який зазвичай потрібен для виконання маневру або знаходження безпечної якірної стоянки. При визначенні безперебійності цей період часу складає 3 години.

Поправка. Числовим значенням поправки є найкраща оцінка, що може бути здійснена, різниці між фактичним та виміряним значенням параметра. Позначення є таким, що поправка, що має бути додана до зафіксованого значення, вважається позитивною.

Покриття. Покриття, що забезпечується радіонавігаційною системою, - це район поверхні або простір, у якому сигнали дозволяють користувачу визначити місцеположення відповідно до чітко визначеного рівня ефективності функціонування.

Диференційна система. Система підсилення, за допомогою якої здійснюється контроль радіонавігаційних сигналів у відомому місцеположенні, а поправки, визначені таким чином, передаються користувачам, що перебувають у районі покриття.

Зниження точності. Чинник, який погіршує точність координат місцеположення та часу GNSS через геометричні міркування угруповання супутників GNSS, що використовуються приймачем.

- *Геометричне зниження точності (GDOP).* Чинник поєднаної точності просторового місцеположення та часу.
- *Позиційне зниження точності (PDOP).* Чинник точності просторового місцеположення.
- *Горизонтальне зниження точності (HDOP).* Чинник точності планового місцеположення.
- *Вертикальне зниження точності (VDOP).* Чинник вертикальної точності.
- *Часове зниження точності (TDOP).* Чинник часової точності.

Середньоквадратична відстань (dRMS). Середньоквадратичне значення радіальних відстаней від фактичного місцеположення до зафіксованих місцеположень, одержаних після низки спроб.

Відмова. Ненавмисне припинення здатності системи, або частини системи, виконувати свою чітко визначену функцію.

Засічка. Місцеположення, визначене шляхом обробки інформації від низки навігаційних спостережень.

Швидкість встановлення засічок. Кількість засічок на одиницю часу.

GLONASS (Глобальна навігаційна супутникова система) – Це система радіопозиціонування, навігації та передачі у часі космічного базування, що експлуатується Урядом Російської Федерації.

GNSS – Глобальна навігаційна супутникова система. Всесвітня система радіовизначення місцеположення, часу та швидкості, що включає космічний, поверхневий та користувацький сегменти. Ця система стосується властивостей підсистеми GNSS плюс приймач.

GPS – Глобальна система позиціонування. Це – система радіопозиціонування, навігації та передачі у часі космічного базування, що експлуатується Урядом Сполучених Штатів.

Підсистема GNSS. Ця підсистема стосується властивостей сигналу у просторі, який забезпечується космічним та поверхневим сегментами GNSS.

Інтегрована навігаційна система. Система, у якій інформація від двох чи більше засобів навігаційного обладнання поєднується у символічний спосіб для одержання вихідного сигналу, кращого за вихідний сигнал будь-якого зі складових засобів навігаційного обладнання.

Цілісність. Здатність надавати користувачам попередження протягом чітко визначеного періоду часу, коли система не має використовуватися для навігації.

Контроль цілісності. Процес визначення того, чи ефективність функціонування системи (або окремі спостереження) дозволяє її використання для потреб навігації. Цілісність усієї підсистеми GNSS описується трьома параметрами: *порогове значення або межа оповіщення, час на оповіщення та загроза цілісності*. Підсумком контролю цілісності є те, що окремі (хибні) спостереження або уся підсистема GNSS не може використовуватися для навігації.

- *Внутрішній контроль цілісності* здійснюється на борту судна

- *Зовнішній контроль цілісності* забезпечується зовнішніми станціями.

ІМО – Міжнародна морська організація.

ITU – Міжнародний союз телекомунікацій.

ITU-R – Сектор радіокомунікацій ІТУ.

ІЕС – Міжнародна електротехнічна комісія.

Час очікування. Проміжок часу між навігаційними спостереженнями та наданими навігаційними координатами.

MTBF – *Середній час безвідмовної роботи*. Середній час між двома відмовами системи або частини системи.

MTBO – *Середній час між відключеннями*.

MTRS – Середній час відновлення працездатності системи.

Навігація. Процес планування, фіксування та управління рухом судна з одного місця до іншого.

Геодезична система PE-90. Несуперечливий набір параметрів, що використовуються GLONASS, які описують розмір та форму Землі, місцеположення мережі точок відносно центру ваги Землі, перетворення від основних геодезичних рівнів приведення та потенціал Землі, розроблені у 1990 році.

Радіонавігація. Використання радіосигналів для підтримки навігації для визначення місцеположення чи напрямку, або для попередження про перешкоду.

Автономний контроль цілісності на приймачі (RAIM). Методика, за допомогою якої надлишкова інформація, наявна на приймачі GNSS, автоматично обробляється для здійснення контролю цілісності навігаційних сигналів. (Див. також автономний контроль цілісності на судні.)

Резервування. Наявність кількох одиниць обладнання або засобів для виконання конкретної функції з метою підвищення надійності загальної системи.

Повторюваність. Точність системи позиціонування, враховуючи лише випадкові похибки. Повторюваність зазвичай виражається у колі 95%-ої імовірності.

Середньоквадратична похибка (RMS). RMS-похибка відноситься до непостійності вимірювання в одному вимірі. У випадку одного виміру RMS-похибка також є оцінкою стандартного відхилення похибок.

RTCM – Радіотехнічна комісія для морських систем.

Порогове значення (або межа оповіщення) – це максимальна допустима похибка вимірюного місцеположення – при контролі цілісності – до активації сигналу тривоги.

Час на оповіщення. Час, що пройшов з моменту відмови у системі до моменту одержання інформації про неї на містку.

Фактичне місцеположення (планове). Безпомилкові координати широти й довготи за конкретного геодезичного рівня приведення.

Фактичне місцеположення (просторове). Безпомилкові координати широти, довготи та висоти за конкретного геодезичного рівня приведення.

VTS – Система управління рухом суден.

Всесвітня геодезична система (WGS). Несуперечливий набір параметрів, що описують розмір та форму Землі, місцеположення мережі точок відносно центру ваги Землі, перетворення від основних геодезичних рівнів приведення та потенціал Землі.