

УДК 621.396.96

С. В. КОЗЕЛКОВ, доктор техн. наук, професор;

Н. В. КОРШУН, канд. техн. наук;

В. Ф. ЗАЙКА, канд. військ. наук;

А. П. БОНДАРЧУК, канд. техн. наук, доцент,
Державний університет телекомунікацій, Київ

ГЛОБАЛЬНІ НАВІГАЦІЙНІ СУПУТНИКОВІ СИСТЕМИ: НАДІЙНІСТЬ І ВРАЗЛИВІСТЬ

Проаналізовано шляхи розвитку глобальних навігаційних супутникових систем і загроз їх функціонуванню. Подано рекомендації, спрямовані на підвищення стійкості навігаційного і координатно-часового забезпечення.

Ключові слова: ГАЛІЛЕО; ГЛОНАСС; ГНСС; КЧЗ; надійність; уразливість; COMPASS; eLoran; Loran-C; GPS.

У сучасному світі з розширенням зв'язків і зміцненням кооперації посилюється залежність від координатно-часового забезпечення (КЧЗ). Вільний і безкоштовний доступ до ресурсів глобальної системи позиціонування (GPS) та інших глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС) призводить до значної й стрімко зростаючої залежності економіки від засобів ГНСС. Застосування ГНСС вийшло далеко за рамки навігації і постійно розширюється. Проте ГНСС не мають достатньої надійності для всього кола застосувань у всіх трьох своїх складових: засобах космічного базування, наземних комплексах управління та апаратурі споживача. Що ж до відмінних від ГНСС систем резервування та підтримки, то їх часто або зовсім немає, або вони недостатньо підтримуються та експлуатуються.

Згідно зі звітом Європейської Комісії від 18 січня 2011 року, поданим до Європарламенту та Ради Європи за результатами середньострокового аналізу європейських супутникових радіонавігаційних програм, «від супутникової радіонавігації залежить 6-7% ВВП у країнах Заходу, тобто 800 млрд євро в Європейському Союзі». При розгортанні ГАЛІЛЕО багато загроз зберігається. Закриття станцій Loran-C у США лише посилює занепокоєність фахівців.

У ході виконаного дослідження було розглянуто шляхи розвитку ГНСС у частині супутникового сегмента, приймачів і кола споживачів. Оцінювалися локальні і глобальні загрози ГНСС.

Пропонуємо стислий аналіз систем ГНСС (GPS, ГЛОНАСС, ГАЛІЛЕО і COMPASS) і їх функціональних доповнень.

Згідно з передбаченням, приймачі працюватимуть за багатьма системами, а тому є побоювання, що наявність великої кількості сигналів підвищить рівень шуму і знизить стійкість до завад.

Головні сфери застосування ГНСС: транспорт (залізничний і автомобільний, авіаційний, морський, річковий); сільське господарство; рибальство; керування далекими перевезеннями; обслуговування вразливих категорій громадян; виробництво та розподіл енергії; розвідка та пошукові роботи; дренажні роботи; служби здоров'я; фінансові служби; інформаційні служби; картографія; моніторинг безпеки; екологічні дослідження; пошукові та рятувальні служби; телекомунікації; супровід транспортних засобів та цінних і небезпечних вантажів; криптографія тощо.

Деякі з цих застосувань критичні з погляду життєзабезпечення, а отже, неможливо дати оцінку наслідків втрати сигналів ГНСС. Необхідні інвестиції в аналіз шляхів підвищення надійності або в пошук інших джерел даних КЧЗ.

У плані стійкості до зриву функціонування служб ГНСС можна позитивно відзначити систему навігації та визначення місцезнаходження eLoran. Навпаки, незадовільні результати дає визначення місцезнаходження за допомогою мобільної телефонії, радіо- та телепередавачів, що не проектувалися для тріангуляції і мають нестійку робочу зону. Розглядаються різні види кварцових генераторів і їхні характеристики часової стабільності. На високих широтах (Великобританія) сонячна активність має сильний негативний вплив на характеристики ГНСС, можливий ефект Каррінгтона (надсильний космічний шторм), коли доступність знижується або втрачається на багато днів (хоча це можливо раз на сторіччя). Вплив іоносфери багаторазово посилюється за наявності випадкових або умисних завад. Цей ефект можна послабити, скориставшись сигналами з різних угруповань супутників. Втрату навігації можна компенсувати за допомо-

гою глибокої інтеграції ГНСС та інерційних систем. У Великобританії діють програми дослідження впливу перешкод ГНСС і Loran-C на території країни.

Висновки

1. Залежність КЧЗ від ГНСС велика і постійно зростає.
2. GPS, ГАЛІЛЕО, ГЛОНАСС і COMPASS характеризуються вразливістю і незахищеністю щодо всіх видів помилок, завад і впливів.
3. Зростає ризик впливу навмисних завад.

Рекомендації

1. У критичних службах оцінка загроз має бути включена в реєстри, тоді як самі загрози слід постійно коригувати й ефективно компенсувати.
2. Національні та регіональні служби боротьби з надзвичайними ситуаціями повинні аналізувати залежності від ГНСС і відповідно зменшувати ризики.
3. Служби, залежні від ГНСС у частині КЧЗ, повинні документувати й пояснювати плани дій при відмовах ГНСС (наприклад, тривалістю 10 хв, 2 год, 5 днів, 1 місяць і т. д.)

Політичне реагування

1. Продаж постачальників завад ГНСС уже заборонено в ЄС за Директивою щодо електромагнітної сумісності (ЕМС). У Великобританії діють закони і процедури заборони роботи з такими засобами.
2. Уряду потрібно ініціювати аналіз переваг, що їх забезпечує створення мережі моніторингу та оповіщення споживачів про порушення роботи ГНСС.

3. Слід розглянути можливість проведення офіційних випробувань впливів перешкод на діяльність служб ГНСС, щоб споживачі ознайомилися із системою оповіщення та оцінили вплив від втрати ГНСС.

4. Служби антиугону та збору дорожніх платежів повинні використовувати конструкторські рішення, що мінімізують або повністю усувають вплив постановки завад сигналам ГНСС, причому це не менш важливо й для інших служб.

5. Доступність і якість КЧЗ стають питанням національної безпеки через його вплив на зв'язок, фінанси, МНС та всю національну інфраструктуру.

Підвищення надійності

1. Розгортання широко доступної служби КЧЗ, альтернативної ГНСС, має розглядатись як важлива складова національної інфраструктури. Служба КЧЗ має використовуватися на безоплатній основі та з економічним зиском упроваджуватися в цивільні приймачі ГНСС. Окрім того, ця служба повинна мати додаткові переваги, наприклад бути доступна всередині будівель і в «сліпих» точках ГНСС. У цій ролі доцільно використовувати eLoran.

2. Рекомендується розглянути можливість створення програми НДДКР (Науково-дослідні та дослідно-конструкторські розробки) з удосконалення антен і приймачів, що матимуть на меті підвищення стійкості систем, незалежних від ГНСС.

Реалізація визначених рекомендацій з урахуванням особливостей національної економіки України дозволить суттєво знизити ризик зриву надання послуг користувачам ГНСС. А це надзвичайно актуальне завдання, особливо в плані підвищення обороноздатності держави.

Рецензент: доктор техн. наук, професор О. В. Барабаш, Державний університет телекомунікацій, Київ.

S. V. Kozelkov, N. V. Korshun, V. F. Zaika, A. P. Bondarchuk

ГЛОБАЛЬНЫЕ НАВИГАЦИОННЫЕ СПУТНИКОВЫЕ СИСТЕМЫ: НАДЕЖНОСТЬ И УЯЗВИМОСТЬ

Осуществлен анализ путей развития глобальных навигационных спутниковых систем и угроз их функционированию. Даны рекомендации, направленные на повышение устойчивости навигационного и координатно-временного обеспечения.

Ключевые слова: ГАЛІЛЕО; ГЛОНАСС; ГНСС; КЧЗ; надежность; уязвимость; COMPASS; eLoran; Loran-C; GPS.

S. V. Kozelkov, N. V. Korshun, V. F. Zaika, A. P. Bondarchuk

GLOBAL NAVIGATION SPACE SYSTEMS: RELIABILITY AND VULNERABILITIES

The paper deals with the trends of the development of the global navigation satellite systems (GNSS) and the threats for their functioning. Recommendations are given to improve robustness of the PNT services.

Keywords: GALILEO; GLONASS; GNSS; KChZ; reliability; vulnerabilities; COMPASS; eLoran; Loran-C; GPS.