

УДК 528.016.1:692.9

Нестеренко Світлана, к.т.н., доцент,

ORCID: 0000-0002-2288-3524, e-mail: NesterenkoS2208@gmail.com

Міщенко Роман, к.т.н., доцент,

ORCID: 0000-0003-1027-0541, e-mail: rom2014rom2014@gmail.com

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»

НАДІЙНІСТЬ КОНСТРУКЦІЙ ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ АНТЕН GNSS–СТАНЦІЙ

Анотація. Для встановлення антен GNSS–станцій глобальної навігаційної супутникової системи виникає потреба у пошуку об'єктів, які можуть бути місцем розташування. Одним із основних факторів впливу на розміщення є стан зовнішніх конструкцій будівель і споруд, до яких будуть кріпитися елементи GNSS–станції. Таким чином, виникає потреба у обстеженні конструкції щодо їх стійкості в умовах дії зовнішніх чинників гідротермічного походження, що можуть впливати на їх рух.

Досліджені різні способи установаження GNSS–станцій. Зазначено переважні умови вибору місця для закріплення приймальної антени GNSS–станції. Виділено групи місць установаження приймальних антен на опорних частинах дахів будівель. Доведена необхідність попереднього обстеження місць розміщення геодезичних пунктів перманентних мереж, конструктивної можливості кріплення приймальної антени.

Ключові слова: надійність, обстеження, будівлі і споруди, зовнішні конструкції, GNSS–станція, встановлення приймальних антен.

Nesterenko Svitlana, PhD, Associate Professor,

ORCID: 0000-0002-2288-3524, e-mail: NesterenkoS2208@gmail.com

Mishchenko Roman, PhD, Associate Professor,

ORCID: 0000-0003-1027-0541, e-mail: rom2014rom2014@gmail.com

National university «Yuri Kondratyuk Poltava polytechnic»

RELIABILITY OF STRUCTURES FOR INSTALLATION OF GNSS-STATION ANTENNAS

Abstract. To install GNSS antennas from global navigation satellite systems, there is a need to search for objects that may be locations. One of the main factors influencing the location is the condition of the external structures of buildings and structures to which the elements of the GNSS station will be attached. Thus, there is a need to study the structure of their real estate under the influence of external factors of hydrothermal origin, which may affect their movement. Various ways of installing GNSS stations have been studied. The preferred conditions for choosing the location for mounting the receiving antenna of the GNSS station are indicated. Preferential conditions for choosing the location for installation and operation of the GNSS receiving antenna are specified. Groups of places for installation of receiving antennas on bearing parts of constructions of buildings and constructions are defined. The necessity of preliminary inspection of the locations of geodetic points of permanent networks, constructive possibility of mounting the receiving antenna is proved.

Keywords: reliability, inspection, buildings and structures, external structures, GNSS-station, installation of receiving antennas.

Високоточне координатно-часове забезпечення значної частки геодезичних, землепорядних та інших робіт із застосуванням GNSS–технологій суттєво підвищує ефективність та темпи їх виконання. Наявність у будь-якому регіоні мережі GNSS–станцій дозволяє забезпечити централізовану інформаційну підтримку геодезичних робіт користувачів на всій території регіону. Приймальні антени GNSS–апаратури розташовують на спорудах, будівлях, спеціальних постаментях, фундаменти яких часто перебувають у зоні значних деформацій ґрунту під дією варіації гідротермічних чинників. Це може спотворювати отримані результати моніторингу земної поверхні і поставити під сумнів достовірність їх інтерпретації [1].

На даний час близько 200 організацій, що займаються збором GNSS–даних з базових станцій по всьому світу, об'єднані в IGS (International GNSS Service), яка, в свою чергу, входить до Міжнародної асоціації геодезії.

В Європі існують кілька сотень інших регіональних перманентних (референцних) GNSS–станцій спостереження власних регіональних мереж згущення EPN. Для проведення досліджень розглянемо деякі з цих мереж.

До складу Чеської GNSS–мережі CZEPOS входить 28 постійних станцій, рівномірно розташованих по території на відстані приблизно 60 км. На території Чеської Республіки знаходяться 23 станції CZEPOS, які розташовані на будівлях кадастрових відділень Управління землепорядного бюро, і 5 зовнішніх станцій, що беруть участь у дослідницькій мережі VESOG [2]. Приймальні антени кріпляться до нерухомих частин будівель. Вони розташовані так, щоб забезпечити постійний якісний прийом сигналів супутників GNSS (кут маскування – 5°). Конструкція антен – Dorne & Margolin: дросельне кільце антени пригнічує багатопробієвий ефект і забезпечує стабільність фазового центру антени. Антени обладнані захисним кожухом (обтічником). Структура антени з'єднана з громовідведенням будівлі, провід антени між антеною і приймачем закріплений громозахисником, з'єднаним з еквіпотенціальною системою будівлі.

Опорні станції, розташовані на території Словаччини, встановлюються здебільшого на опорних частинах дахів будівель переважно кадастрових відділів районних рад, або, залежно від обставин, вони монументовані залізобетонним стовпом. LatPos – глобальна навігаційна супутникова система, яка постійно працює в Латвії, включає 25 базових станцій GNSS, які постійно експлуатуються і рівномірно розподілені на території Латвії. Станції оснащені геодезичними кільцевими антенами з дроселем з куполом над ними, які зменшують багатопробієвий ефект відбитого сигналу, що може заважати точності вимірювань. Усі антени розташовані таким чином, щоб мати максимальну експозицію до неба, що дозволяє їм приймати сигнали з усіх можливих супутників.

Для порівняння із закордонним досвідом охарактеризовано процес встановлення GNSS–станції в Україні. Перманентна (постійна) станція системи позиціонування GNSS «Прилуки» PRYL розміщена у місті Прилуки Чернігівської області [3]. З метою визначення місця встановлення станції було досліджено різні висотні споруди у Прилуках – Прилуцький агротехнічний коледж, Прилуцький професійний ліцей, Прилуцьке районне управління земельних ресурсів. Обрано споруду Прилуцької районної державної адміністрації. У процесі виконання рекогносцивальних робіт 4–х поверхової споруди було досліджено конструкцію даху, бетонних плит перекриття та технічного поверху, технічну можливість встановлення опори антени GNSS–приймача над приміщенням, де буде розташований програмно-апаратний комплекс, визначена видимість горизонту $\pm 5^\circ$. З урахуванням таких вимог була запроєктована опора антени з примусовим центруванням. Стабільність планово-висотного положення антени забезпечується невеликими розмірами опори (1 м) та надійним її кріпленням (4 анкерні болти) крізь бетонну плиту перекриття даху. У верхній частині опора захищена гофрованою трубою та скріплена хомутами для запобігання проникнення вологи усередину опори. Для забезпечення антикорозійних процесів спеціально

виготовлений становий гвинт з латуні. Знайдено рішення під'єднання автономного кабелю мережі Інтернет, забезпечено автономне живлення 220 В.

Досліджуючи постійнодіючі перманентні мережі, можна виділити переважні умови вибору місця для встановлення і експлуатації приймальної антени GNSS-станції: 1 – забезпечення відкритості небесної сфери для отримання якісного прийому сигналу при кутах елевації супутників 5° – 90° ; 2 – повна відсутність (за окремими виключеннями) поряд зі станцією кабелів і дротів, а також металевих конструкцій; 3 – бажана наявність блискавковідводу на цьому ж даху; 4 – можливість кріплення до нерухомих частин будівель і споруд для уникнення горизонтальних і вертикальних рухів станції (металева зварна конструкція складається з вертикальної труби і елементів закріплення, попередньо фарбується і закріплюється анкерними гвинтами, на кінець труби встановлюється накінецьник з різьбою 5/8 дюйма або трегер); 5 – віддаленість від станцій мобільних операторів не менше 400 м, так як антени стільникового зв'язку і антени GNSS-станцій працюють в одному діапазоні частот (близько 1800 MHz); 6 – забезпечення безперебійного електроживлення базової станції (встановлення джерела безперебійного живлення), віддаленість від потужних електричних приладів (котлів, насосів, водонагрівачів, кондиціонерів тощо); 7 – дотримання чинних нормативів з питань санітарного та епідеміологічного благополуччя населення, екології, охорони праці, енергозбереження, пожежної безпеки, міцності, надійності та необхідної довговічності будинків і споруд, а також архітектурних вимог. Антена може бути встановлена на споруді або на даху будівлі, бажано без скатів, висотою не більше 4-6 поверхів. При цьому будівля має бути розташована на твердому ґрунті з мінімальними зрушеннями (не більше 10–15 мм на рік). Приймальна антена встановлюється на спеціальному сталевому репері заввишки 1–1,5 метра, який кріпиться до конструкцій за допомогою анкерних болтів. Довжина кабелю від приймальної антени до приймача, обмежена виробником апаратури, не повинна перевищувати 30 м-коду. Місце встановлення антени має бути захищене від проникнення сторонніх осіб. Станція має бути розташована в максимально захищеному від вандалізму місці – будинках адміністрацій, муніципальних утворень та ін.

Згідно вищенаведених умов можна виділити групи місць спеціального установавання приймальних антен: безпосередньо на даху будівлі, на парпетних стінках, до вентиляційних шахт споруд, до зовнішніх стін будівель і споруд, на спеціальних постаментах. Приймальні антени GNSS-станцій влаштовують на відкритій ділянці місцевості (даху) з максимально відкритим горизонтом, щоб отримувати безперешкодний радіонавігаційний сигнал із супутників.

Література

1. Павлик В.Г., Кутний А.М., Нестеренко С.В. *Визначення локальних вертикальних рухів перманентної GPS – станції у Полтаві. XIII Міжнародна науково-практична конференція «Академічна й університетська наука: результати та перспективи», НУПП, 10-11.12.2020. С. 141-145.*
2. *Офіційний сайт Чеської GNSS мережі. URL: <http://czepos.cuzk.cz/>.*
3. *Ishchenko M., Khoda O. On GNSS Activity at the Main Astronomical Observatory NASU // International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2020», Lviv (Ukraine). 2020. URL: <https://openreviewhub.org/geoterrace/paper-2020/gnss-activity-main-astronomical-observatory-nasu>*