

## VHF і UHF АНТЕНА ДЛЯ НАНОСУПУТНИКА

**Бендасюк Н., Прищепя Т.О.**

*Інститут телекомунікаційних систем НТУУ «КПІ», Україна*

*E-mail: prischepa@i.ua, Bendasiuk@gmail.com*

### VHF & UHF Antena for nanosatellite

Today nanosatellite has become standard for universities and other research groups. NANOSATELLITE - the future of communication technology and a huge step forward in space exploration. One of the main components of the complex, while a new generation of spacecraft is their communication system.

На зміну великих Космічних апаратів приходить нове покоління супутників - легкі, економічні у витраті енергії, маленькі і високоманеврені апарати. Зазвичай їх поділяють на три категорії: мікросупутники, вагою від 10 до 100 кілограмів, наносупутники - від 1 до 10 кг і пікосупутники (менше одного кілограма). Часто зустрічаються в літературі супутники формату Cubesat, це є наносупутники із стандартизованим розміром (100 × 100 × 100 мм). На сьогоднішній день вони стали стандартом для ВУЗів, та інших дослідницьких груп. Наносупутники - майбутнє комунікаційних технологій і величезний крок вперед в дослідженні космосу. Одним з найголовніших і одночасно складних компонентів космічних апаратів нового покоління є їх система зв'язку [2].

Основною складовою є антена з жорсткими масо-габаритними характеристиками. З точки зору електромагнітної сумісності антен, необхідні багато-променеві направлені та ненапрявлені діаграми спрямованості. Ефективним рішенням для таких вимог є багатофункціональні антенні системи [2], що дозволяють одночасне використання в різних режимах випромінювання.

Нами була розроблена телекомунікаційна система PolyITAN-1, яка має два види передачі даних. Це радіомаяк (20,8 дБм або 120 мВт, 10 біт/с в азбуці Морзе на 437 МГц) який функціонує постійно, який по команді із наземної станції перемикається в режим зв'язку з FSK модуляцією на швидкості 9600 біт/с та вихідною потужністю 30дБм dBm (1Вт) на частоті 437 МГц. Сигнал висхідній лінії зв'язку використовує 145 МГц несучої частоти з модуляцією AFSK та швидкістю передачі 1200 біт/с.

Елементами антен використовуються бронзові смужки (вібратори) зображені на рис.1, з довжиною 570 мм для приймального діапазону 144 МГц

та 175 мм для робочого діапазону частот 435 МГц. Для придання бронзовим смужкам пружних властивостей, вони проходять термічну обробку

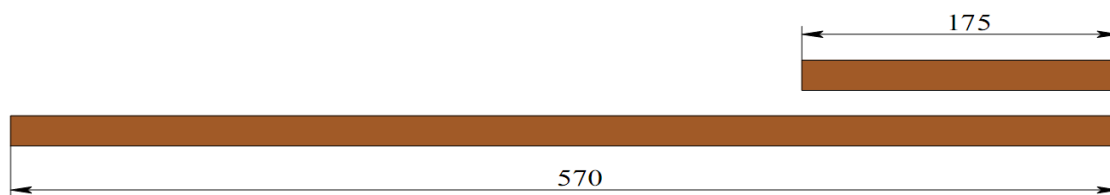


Рис. 1 Зовнішній вигляд бронзових смужок.

Так як конфігурація PolyITAN-1 відноситься до формату Cubesat [1], то габарити не повинні перевищувати  $100 \times 100$  мм на стороні, тому для двох антен, що використовується для зв'язку з наземними станціями, використовується система розгортання антен. На Рис.2 показаний зовнішній вигляд антенної системи у згорнутому вигляді, габарити якої складають  $100 \times 100 \times 8$  мм.

Передбачається механізм розкриття вібраторів після виводу супутника у відкритий космос. Механізм розкриття антен представлений на рис. 3, реалізований переплавленням капронової нитки діаметром 0,15 мм на нагріваючому елементі, що керується центральним процесором наносупутника.

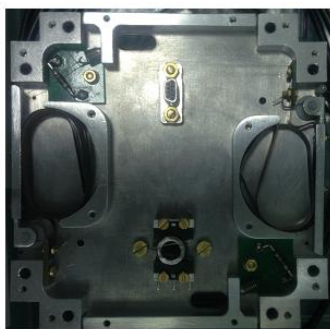


Рис. 2 Зовнішній вигляд двох діапазонної антени (144 МГц та 435 МГц) наносупутника при згорнутих вібраторах.



Рис. 3 нагріваючий елемент з капроною ниткою .

Нагріваючий елемент представляє собою ніхромовий провід діаметром 0,2мм. та питомим опором 2,8 Ом, що намотаний на циліндричний корпус діаметром 2мм та довжиною 8мм. Після виходу супутника з контейнеру через 30хв. на нагріваючий елемент подається напруга з батареї 3,3 В на 10 секунд температура на якому підіймається до  $190^{\circ}\text{C}$  та переплавляє капронову нитку. І антена під дією пружинки та пружинних властивостей, приймає форму штиря.

Характеристика коефіцієнту відбиття (Рис. 4) показує, що антени добре узгоджена в діапазоні частот 435 МГц. Розраховані діаграми направленості випромінювання дещо відрізняються від діаграми направленості класичного несиметричного вібратора. На Рис. 5 наведені діаграми направленості антен в площинах Н та Е відповідно. Так на Рис. 4 видно спотворення діаграми в обох

площинах: немає ідеального кола в Н-площині та ідеальної вісімки в Е-площині. Спотворення зумовлені близьким розташуванням антенних вібраторних елементів один до одного, а також малими габаритами самого наносупутника по відношенню до довжини хвилі. Вказані спотворення не вплинуть негативно на якість зв'язку.

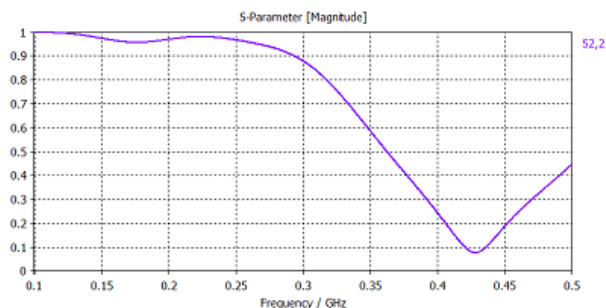


Рис. 4. Характеристика коефіцієнту відбиття антен, налаштованих на діапазон частот 435 МГц.

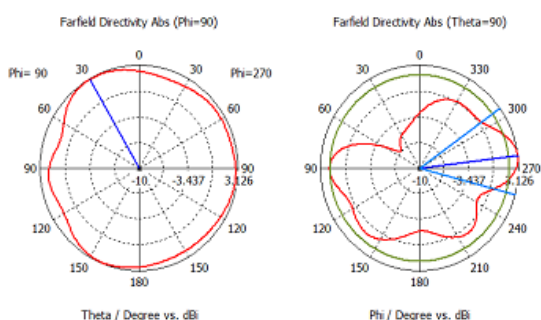


Рис. 5. Діаграми направленості в Н-площині (зліва) та Е-площині (справа) випромінювача 435 МГц

В діапазоні 144 МГц характеристики вібраторних антен ближчі до ідеальних і показані на Рис. 6.

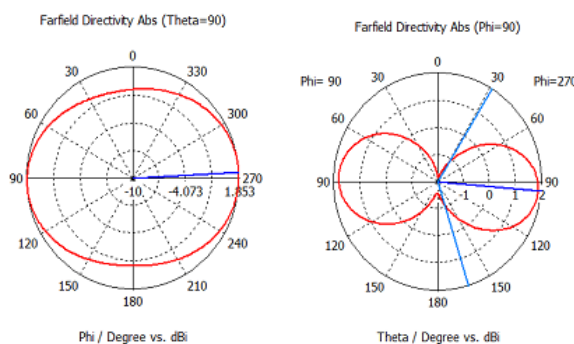


Рис. 6. Діаграми направленості в Н-площині (ліворуч) та Е-площині (праворуч) випромінювача 144 МГц

### Література

1. Биндель Д., Овчинников М.Ю., Селиванов А.С. и др. Наноспутник GRESAT. Общее описание / Препринт ИПМ им. М.В. Келдыша РАН. — М., 2009. — 35 с.
2. Камнев В. Е. Спутниковые сети связи: учеб. пособие / В. Е. Камнев, В. В. Черкасов, Г. В. Чечин. — М.: Альпина Паблицер, 2004. — 536 с.