

УДК 621.396.7

Ю.М. БОЙКО, В.В. МІШАН, А.А. АКУЛНИЧЄВ, О.С. БАБІЧ

Хмельницький національний університет

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ РОЗРАУНОК ЛІНІЇ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ
СУПУТНИК METOP/FENGYUN – ЗЕМЛЯ

Проведено огляд особливостей побудови приймальної частини обладнання для вирішення завдань дистанційного зондування Землі. Розглянуто принципи енергетичного розрахунку приймального обладнання даних з полярно-орбітального супутника Metop та Fengyun. Проведений енергетичний розрахунок лінії передачі інформації супутник – Земля та здійснено вибір оптимальних значень коефіцієнту посилення антени, геометричних розмірів, шумових характеристики приймача з метою забезпечення передачі сигналів на трасі супутник Metop/Fengyun – Земля.

The review of features of construction of receiving part of equipment is conducted for the decision of tasks of the remote sensing Earth. Principles of power calculation of receiving equipment are considered arctic orbital companion Metop and Fengyun. The power calculation of line of information transfer is conducted sputnik is Earth and the choice of optimum is conducted value an amplification factor aeriels, geometrical sizes, noise descriptions of receiver with the purpose of providing of transmission of signals on a route companion Metop/ Fengyun is Earth.

Ключові слова: порогова чутливість, діаграма спрямованості, шумова температура.

Вступ

Станції для прийому інформації з супутників на Землі (їх прийнято називати земними станціями) містять антену з опорно-обертальним пристроєм (ООП), радіоприймальний пристрій і засоби обробки, зберігання і відображення інформації. Найчастіше використовуються дзеркальні антени з параболічним рефлектором. ООП служить для наведення антени на супутник по командах комп'ютера, в яких закладені орбітальні дані. У фокусі антени встановлений опромінювач, сигнал з якого посилюється малопотужним підсилювачем (МШУ) [1,2]. Далі сигнал по кабелю надходить на приймач, цифровий сигнал з виходу приймача обробляється на комп'ютері. Найбільш дорогою часткою станції є антена з ООП. Найчастіше використовуються ОПП з азимутально-кутомісною підвіскою антени, що дозволяє розгортати її на $\pm 180^\circ$ по горизонталі і на $0^\circ - 90^\circ$ або $(-90^\circ) - (+90^\circ)$ по зенітному куту, який відраховується від зеніту до горизонту.

При виборі конструкції антени доводиться враховувати різні фактори, зокрема особливості поширення радіохвиль на трасі Земля – космос. Передача інформації з супутників Metop і Fengyun здійснюється в L – діапазоні [3]. У вказаному діапазоні частот окремі смуги переуцільнені різними радіослужбами. Тут існує підвищений рівень взаємних завад які знижують якість радіозв'язку. Радіохвилі від супутника до земної станції проходять крізь атмосферу Землі. Доводиться враховувати вплив тропосфери (8-16 км) і іоносфери (вище 80 км). Поширення радіохвиль у вказаному інтервалі частот супроводжується невеликим затуханням в атмосферних газах і в опадах (гідрометеорах), змінюється поляризація хвилі, виникають дисперсійні спотворення [3].

Потужність сигналу в місці прийому може бути оцінена таким чином. Якщо L – відстань між передавачем і приймачем, $P_{пер}$ – потужність передавача, то за умови, що випромінювання енергії відбувається рівномірно по всіх напрямках (ізотропний випромінювач), вся енергія розподіляється за площею сфери радіусу L , рівної $4\pi L^2$. Потужність, що припадає на 1 м^2 , тобто щільність потоку потужності, дорівнює:

$$P = \frac{P_{пер}}{4\pi L^2}, \quad (1)$$

Реальна передача інформації з супутника відбувається лише в нижню півсферу, у бік Землі. Тому приведений вираз слід помножити на коефіцієнт $D \geq 1$, який називається коефіцієнтом напрямленої дії антени (КНД). КНД – це відношення щільності потоку потужності, випромінюваною антенною у напрямі максимуму її діаграми спрямованості до щільності потоку потужності, яка випромінювалася б ізотропним випромінювачем, за умови рівності загальної випромінюваної потужності. КНД пов'язаний з ефективною площею апертури S і довжиною хвилі λ співвідношенням:

$$D = \frac{4 \cdot \pi \cdot S}{\lambda^2}. \quad (2)$$

Якщо випромінювання відбувається рівномірно по всіх напрямках в нижню півсферу, то $D = 2$ [2]. На метеорологічних супутниках (Metop, Fengyun) звичайно встановлюють передавальні антени з $D = 3-4$, це дозволяє земним станціям приймати інформацію практично з будь-яких напрямків – від горизонту до горизонту. Таким чином:

$$\Pi = \frac{P_{пер} \cdot D}{4 \cdot \pi \cdot L^2} \quad (3)$$

Приймальна антена – це бар'єр, що поглинає потік енергії, що випромінюється передаючою антеною. Нехай площа апертури приймальної антени дорівнює S_{np} . Якщо нехтувати втратами в приймальній антені, то потужність сигналу на її виході може бути розрахована так:

$$P_{пр} = S \cdot \Pi = \frac{S_{пер} \cdot P_{пер} \cdot D}{4 \cdot \pi \cdot L^2} \quad (4)$$

У цей вираз в явному вигляді не входить КНД приймальної антени, але, робимо висновок, із зростанням S_{np} збільшується відношення $\frac{S_{np}}{\lambda^2}$, збільшується КНД і звужується діаграма спрямованості.

Остання властивість особлива тим, що знижується рівень завад і шумів, які можуть надходити в антену з бічних напрямків. Однак дуже вузька діаграма спрямованості вимагає великої точності наведення антени.

Для впевненого прийому сигналів без застосування складних способів завадостійкого кодування потрібно, щоб потужність сигналу принаймні на порядок перевищувала потужність шуму. Джерелом внутрішніх шумів радіопристроїв зрештою є дискретна природа електрики, оскільки електричний струм – це потік дискретних частинок – електронів [3]. Інтенсивність шуму прийнято описувати таким чином: всі джерела зовнішніх і внутрішніх шумів замінюються еквівалентним джерелом шуму у вигляді деякого активного опору (резистора). Відомо, що на затискачах резисторів внаслідок хаотичного теплового руху електронів виникає різниця потенціалів, що змінюється випадковим чином. Середня потужність такого шуму (його називають тепловим) описується формулою Найквіста: $P = 4 \cdot k \cdot T \cdot \Delta f$, де k – стала Больцмана, T – температура резистора, Δf – смуга частот, в межах якої проводиться вимірювання середньої потужності шуму. Якщо вхідний опір приймача дорівнює вхідному опору антени (тобто приймач і антена узгоджені), то еквівалентна потужність шуму може бути визначена з формули:

$$P_{ш} = k \cdot T_{ш} \cdot \Delta f \quad (5)$$

У нашому випадку Δf дорівнює ширині смуги пропускання приймача, яка дорівнює, ширині смуги частот яка необхідна для передачі інформації з супутника. Крім того, $T_{ш}$ – це еквівалентна шумова температура антени і приймача, яка не співпадає з термодинамічною температурою, при якій знаходяться антена і приймач. Земні станції для прийому сигналів з метеорологічних супутників встановлюють в таких місцях, де невеликий рівень завад, в цьому випадку найбільший вплив вносять внутрішні шуми, головним чином шуми перших каскадів підсилювача радіосигналів. Тому у вхідних каскадах застосовують малозумлячі підсилювачі (МШП) [2], які конструктивно звичайно розміщують безпосередньо в опромінювачі антени і поєднують з перетворювачем частоти, який перетворює несучу частоту сигналу на нижчу.

Потужність сигналу за інших рівних умов визначається розмірами антени і її КНД, а середня потужність шуму – шумовою температурою. Відношення потужності сигналу до середньої потужності шуму (відношення сигнал/шум) – найважливіша характеристика якості прийому. Вибір розмірів приймальної антени визначається вимогами до коефіцієнта якості і ширини смуги частот, яка необхідна для передачі інформації з супутника. Остання залежить від швидкості передачі інформації C . Для обчислення C необхідно знати параметри скануючого пристрою і швидкість переміщення підсупутникової точки V_3 по Землі рис. 1. Якщо розрізнявальна здатність сканера вздовж напрямлення руху супутника дорівнює ΔL , то в

секунду прочитується інформація з $\frac{V_3}{L}$ рядків.

Підвищення розрізнявальної здатності приводить до збільшення інформаційного потоку, який обернено пропорційний квадрату розрізнявальної здатності. Смуга частот Δf необхідна для передачі інформації з супутника залежить від виду модуляції високочастотного коливання, орієнтовно $\Delta f = (3-3,5)C$.

Крім антенної системи, до складу приймальної станції входить приймальний блок, універсальний демодулятор, інтерфейс зв'язку з комп'ютером, програмне забезпечення для управління прийомом і записом даних на жорсткий диск комп'ютера, наприклад для попередньої обробки даних з супутника Metop з метою візуалізації і аналізу зображень ScanMagic® LL, для ведення електронного каталогу космічних зображень ScanEx Catalogue Manager®. Крім того, для забезпечення максимального радіусу огляду місце встановлення антени повинне відповідати умові: кути закриття від будь-яких завад не більш 5° від горизонту в будь-якому напрямленні. Якісний прийом можливий за відсутності радіозавад в L – діапазоні, які створюють пристрої радіорелейних ліній зв'язку, та базові станції стільникового зв'язку.

Для підвищення ефективності процесу обробки інформації дистанційного зондування Землі та отримання оперативних даних при вирішенні завдань геологічного моніторингу із супутників Metop/Fengyun слід вирішити завдання вибору та розробки структури приймальної системи та алгоритму приймання та обробки спеціалізованих сигналів [1]. Важливим етапом вирішення цього завдання є етап пов'язаний з енергетичним розрахунком радіотраси Земля – супутник, визначенням енергетичних параметрів прийнятого сигналу, чинників які впливають на потужність прийнятого інформативного сигналу,

наявність мультиплікативних та адитивних шумів та завад, питання розрахунку параметрів приймальної антени. Цим питанням присвячена стаття.

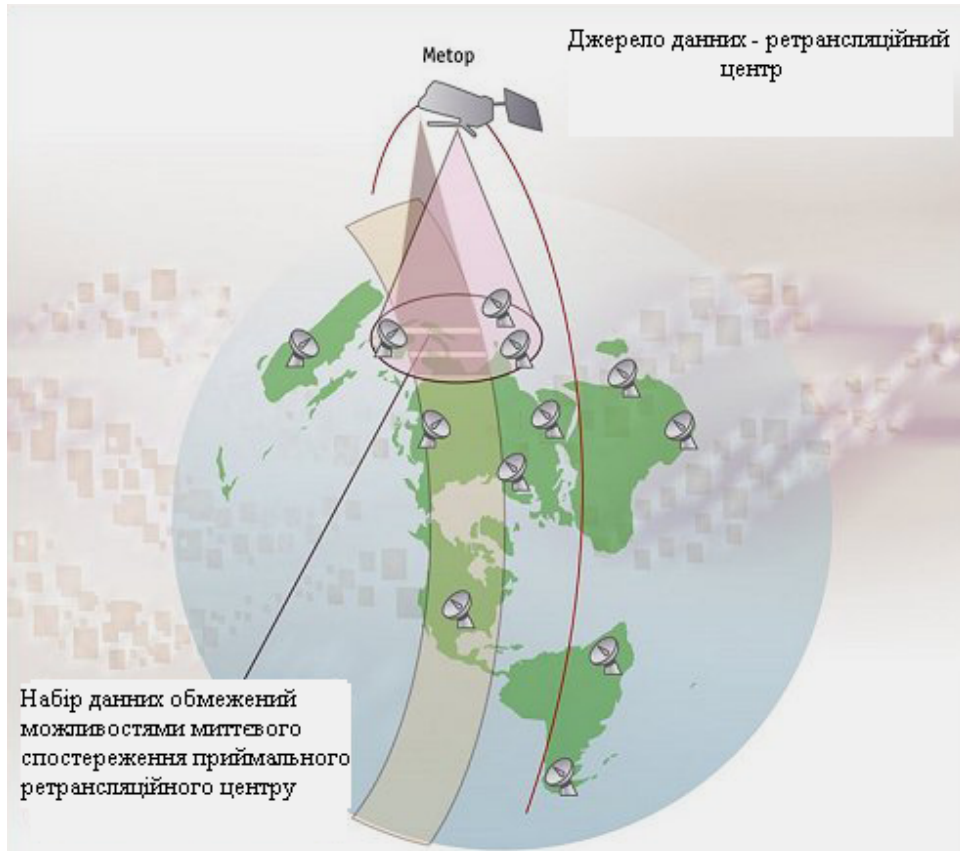


Рис. 1. Схема розташування супутника Metop при передачі даних формату АНРПТ

Методика енергетичного розрахунку лінії передачі супутникової інформації

Проведення енергетичного розрахунку лінії передавання інформації систем супутникового зв'язку зводиться до визначення наступних параметрів. Випромінювана супутниковим передавачем потужність $P_{прд}$, яка підводиться до антени з коефіцієнтом підсилення $G_{прд}$ і коефіцієнтом корисної дії $\eta_{прд}$ характеризується так званою еквівалентною ізотропно-випромінюваною потужністю, *EIBП* [3]:

$$EIBП = P_{прд} \cdot G_{прд} \cdot \eta_{прд} \quad (6)$$

Якщо в точці прийому встановлена антена з коефіцієнтом підсилення $G_{прм}$, з'єднана з приймачем антенно-фідерним трактом (АФТ) з ККД $\eta_{АФТ}$, то потужність на виході приймача:

$$P_{прм} = \frac{EIBП}{A_e A_{дод}} G_{прм} \cdot \eta_{АФТ}, \quad (7)$$

де A_B – затухання сигналу у вільному середовищі, $A_{дод}$ – додаткові затухання сигналу (в тропосфері, гідрометеорах тощо).

Враховуючи, що: $G_{прм} = \frac{4\pi S_{E.прм}}{\lambda^2} \eta_e$, $A_B = \left(\frac{4\pi L}{\lambda}\right)^2$ [4] отримаємо:

$$P_{прм} = \frac{EIBП \cdot S_{E.прм}}{4\pi L^2 A_{дод}} \eta_e \eta_{АФТ} = W \cdot S_{E.прм}, \quad (8)$$

де вираз W – щільність потоку потужності, що створюється біля поверхні землі в розкритті антени; η_e – єдиний еквівалентний коефіцієнт корисної дії антени, який через коефіцієнт використання антени $K_{ВП}$ та коефіцієнт корисної дії антени η_A , може бути визначений так $\eta_e = \eta_A \cdot K_{ВП}$.

Відношення потужності сигналу до потужності завади на вході приймача, нехтуючи коефіцієнтами $\eta_{прд} \cdot \eta_{прм} = 1$:

$$BCП_{ex} = \frac{P_{прм}}{P_{ш}} = \frac{P_{прд} \cdot G_{прд} \cdot G_{прм}}{k \cdot T_{\Sigma} \cdot \Delta f \cdot A_e \cdot A_{дод}} \quad (9)$$

Дане співвідношення комплексно характеризує всі основні параметри, які описують процес

передачі-прийому сигналів супутникового зв'язку на радіотрасі супутник-Земля.

Крім того для якісного прийому та подальшого відтворення сигналів необхідно отримати на вході супутникового приймача (ресивера) відношення С/Ш \geq 10-12 дБ (відповідно до рекомендації SSO 308.2 для QPSK – яка використовується на лінії супутник Metop/Fengyun – Земля) [5]. До сумарної потужності шумів, віднесених до входу приймача, входять наступні складові: шуми антени які наводяться атмосферою, Сонцем, найбільш потужними зірками та деякими планетами Сонячної системи; шуми антенно-фідерного тракту (АФТ); власні шуми приймача, потужність яких пропорційна еквівалентній шумовій смузі до демодулятора. Шумові властивості приймачів земних станцій найчастіше оцінюється сумарною еквівалентною шумовою температурою приймальної установки в цілому що складається з антени, фідерного тракту і приймача

$$T_{\Sigma} = T_A \cdot \eta_A + T_{АФТ} + T_{Епрм} = T_A \cdot \eta_A + T_0(1 - \eta_{АФТ}) + \left(10^{\frac{n_{шпрм}}{10}} - 1 \right) \cdot T_0, \quad (10)$$

де $n_{ш.прм}$ – коефіцієнт шуму приймача; для сучасних цифрових приймачів $n_{ш.прм}$ =1-3 дБ [4]; T_0 – номінальна температура навколишнього середовища, в якому знаходиться приймач, T_A – шумова температура антени, $T_{Епрм}$ – еквівалентна шумова температура приймача, $T_{АФТ}$ – шумова температура антенно-фідерного тракту, $\eta_{АФТ}$ – коефіцієнт корисної дії антенно-фідерного тракту, η_A – коефіцієнт корисної дії антени. Для АФТ середнє значення рівня шумів $T_{АФТ}$ =50...200 °К. Причому у якісних дзеркальних антен T_A =15...25 °К, а решти фідерного тракту – 20...30 °К [4].

Реальна чутливість приймача оцінюється мінімальною ЕРС, E_{A0} (або потужністю P_{A0}) сигналу на вході приймача, при якій сигнал на вході приймача досягне потрібного значення при заданому відношенні сигнал/шум на його виході.

Значення реальної чутливості при стандартній температурі T_0 =290 °К оцінюється наступним виразом:

$$E_{A0} = h_{вих} \cdot \sqrt{4k \cdot T_0 \cdot n_{ш} \cdot \Delta f_{ш} \cdot R_A} \text{ В}, \quad (11)$$

де $n_{ш}$ – коефіцієнт шуму приймача ($n_{ш}$ =1-3 дБ [4]); $\Delta f_{ш} = \gamma \cdot \Delta f$ – еквівалентна шумова смуга приймача, Гц; γ – коефіцієнт, що визначається вибірковыми властивостями приймача. Зазвичай γ =1,1...1,2, $\Delta f_{ш}$ – еквівалентна (ефективна) шумова ширина смуги пропускання приймача (для одного супутникового каналу $\Delta f_{ш}$ =27...36 МГц) [4]; R_A – опір антени.

Знижувати смугу $\Delta f_{ш}$ не рекомендується, так як при її зменшенні до 12...14 МГц починає зникати звуковий супровід, потім, при подальшому звуженні смуги, зникає колір зображення, а також починає знижуватися загальна чіткість зображення. Звідси видно, що для зниження $P_{ш}$ (вираз 5) можна працювати лише над зниженням сумарної еквівалентної шумової температури T_{Σ} . (вираз 10).

Визначення енергетичних параметрів лінії передачі інформації супутник Metop/Fengyun – Земля

Проведемо розрахунок коефіцієнта посилення антени $G_{прм}$. Розглянемо залежності $G_{прм}$ =f (D), $G_{прм}$ =f (λ) та проаналізуємо результати. Будемо вважати, що для прийому використовуються антени, діаметром D=0,2...2 м в L діапазоні частот на якому використовуються супутники Metop/Fengyun.

$$G_{прм} = \left(\frac{\pi \cdot D}{\lambda} \right)^2 \cdot \eta_e = \left(\frac{3,14 \cdot D}{0,17} \right)^2 \cdot 0,64 = (19 \cdot D)^2 \cdot 0,64.$$

Зазвичай приймають $K_{ВП}$ =0,6...0,8 і η_A =0,6...0,8. Таким чином добуток η_e =0,8·0,8=0,64 [4].

Результати розрахунку зведемо в таблицю 1.

Таблиця 1

Розрахунок залежності G_A =f (D) при λ_L =0,17

D, м	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
$G_{прм}$, дБ	9,65	15,67	19,19	21,69	23,63	25,22	26,55	27,72	28,74	29,65

Аналіз рис. 2 дозволяє зробити наступний висновок, антени розміром більше 1,2 м не дають істотного виграшу за підсиленням (при зміні розмірів антени від 0,2 до 1,2 м коефіцієнт підсилення збільшився на 15,57 дБ, а при зміні розмірів від 1,2 до 2,0 м лише на 4,43 дБ). Тому приймальну станцію достатньо обладнати антеною діаметром до 2м. Цей висновок добре узгоджується з даними представленими Eumetsat протокол TD 18 Metop-A Direct Readout AHRPT Technical. Description.

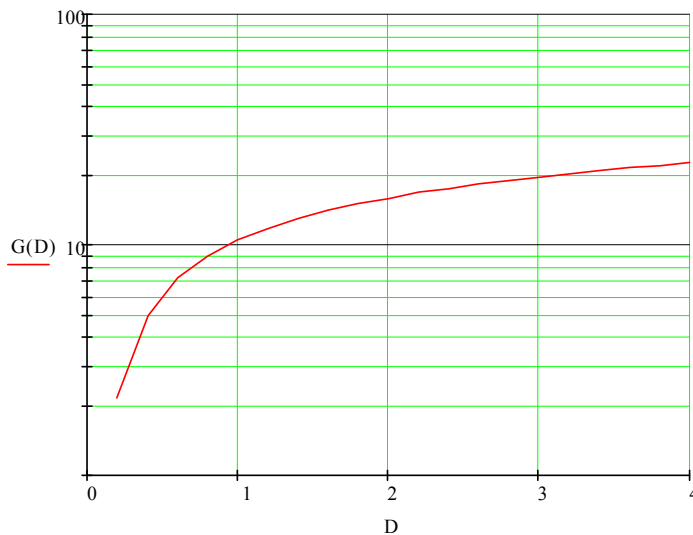


Рис. 2. Залежність коефіцієнта підсилення антени від її діаметра для L – діапазону

Розрахуємо шумові характеристики приймальної установки. Будемо вважати для більшості обладнання $T_A=25\text{ }^\circ\text{C}$, $n_{ш.прм.} = 1-3\text{ дБ}$, $\eta_{АФТ}=0,8$, $\eta_{ЛФТ}=0,8$, тоді використовуючи формулу 10 отримаємо:

$$T_{\Sigma} = 25 \cdot 0,8 + T_0 \left[(1 - 0,8) + (10^{\frac{1}{10}} - 1) \right] = 20 + 0,46 \cdot T_0.$$

Для Подільського регіону річний перепад температур складає інтервал $[-30; +30]\text{ }^\circ\text{C}$. Зведемо результати розрахунків в таблицю 2.

Таблиця 2

Функція залежності $T_{\Sigma} = f(T_0)$

$T_0, \text{ }^\circ\text{C}$	-30	-20	-10	0	+10	+20	+30
$T_{\Sigma}, \text{ }^\circ\text{K}$	279,2	283,8	288,4	293	296,7	302,2	306,8

На основі даних про середньорічну температуру для України [3] приблизно $9\text{ }^\circ\text{C}$ ($282\text{ }^\circ\text{K}$) з рис. 3 можна зробити наступний висновок: для такої температури сумарна еквівалентна шумова температура приймальної установки складає 295 K° .

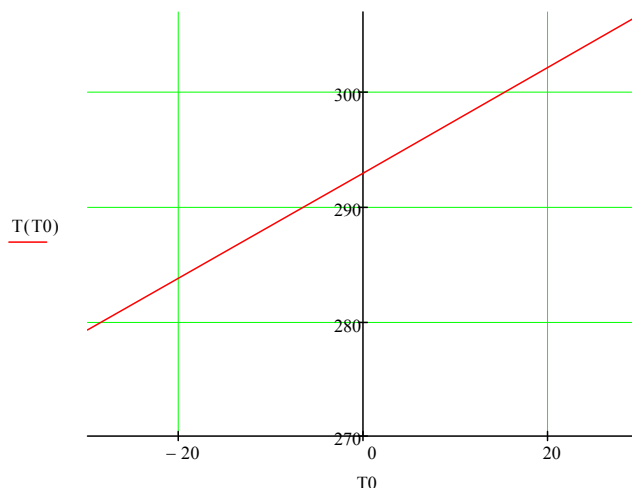


Рис. 3. Залежність сумарної еквівалентної шумової температури приймальної установки від температури навколишнього середовища

Проводимо розрахунок реальної та порогової чутливості приймача. Розрахуємо коефіцієнт підсилення антени для L – діапазону:

$$G_A = \left(\frac{\pi \cdot D}{\lambda} \right)^2 \cdot \eta_e = \left(\frac{3,14 \cdot 1,8}{0,17} \right)^2 \cdot 0,64 = 707,43$$

Далі згідно до виразу (6), отримаємо:

$$EIBП = P_{прд} \cdot G_{прд} \cdot \eta_{прд} = 5,5 \cdot 707,43 \cdot 0,8 = 3112,71.$$

Де потужність бортового передавача яка дорівнює $P_{прд} = 5,5$ Вт, що відповідає потужності передавача супутника Metop [3]. Отже, потужність сигналу буде складати:

$$P_{с.вх} = \frac{EIBП \cdot S_{E.нрм}}{4\pi L^2 A_{дод}} \eta_e \eta_{АФТ} = \frac{3112,71 \cdot 2,54}{4 \cdot 3,14 \cdot (837000)^2 \cdot 1,5} \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,8 = 3,06 \cdot 10^{-10} \text{ Вт.}$$

де $S_{E.нрм} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 1,8^2}{4} = 2,54 \text{ м}^2.$

Використавши попередні розрахунки, отримаємо потужність на вході приймального тракту земної станції у відповідності до формули Найквіста:

$$P_{ш.вх} = k \cdot T_{\Sigma} \cdot \Delta f_{ш} = 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 295 \cdot 36 \cdot 10^6 = 1,4 \cdot 10^{-13} \text{ Вт.}$$

Ця потужність на три порядки менша ніж потужність сигналу, що добре узгоджується з вимогами до шумової ефективності приймального обладнання.

Оцінимо важливу характеристику якості приймання: відношення середньої потужності сигналу до середньої потужності шуму:

$$\frac{P_{с.вх}}{P_{ш.вх}} = \frac{3,06 \cdot 10^{-10}}{1,4 \cdot 10^{-13}} = 2185 \quad \text{або} \quad \frac{P_{с.вх}}{P_{ш.вх}} = 33,4 \text{ дБ.}$$

Реальна чутливість приймача оцінюється мінімальною ЕРС, E_{A0} (або потужністю P_{A0}) сигналу на вході приймача, при якій сигнал на вході приймача досягне потрібного значення при заданому відношенні сигнал/шум на його виході.

Розрахуємо реальну чутливість приймача при стандартній температурі $T_0 = 290$ °К. Використовуючи вираз (11), для мінімальної потужності на вході приймача отримаємо:

$$P_{A0} = k \cdot T_0 \cdot n_{ш} \cdot \Delta f_{ш} \cdot h_{вих}^2 \text{ Вт.} \quad (12)$$

Для сигналів QPSK (супутник Metop) $h_{вих} = 2 \dots 4$ [4]. Виберемо $h_{вих} = 2$; $R_A = 75$ Ом – опір антени, узгоджений з антено-фідерним трактом з хвильовим опором 75 Ом. Тоді:

$$E_{A0} = 2 \cdot \sqrt{4 \cdot 1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 290 \cdot 1,5 \cdot 36 \cdot 10^6 \cdot 75} \approx 16 \cdot 10^{-6} \text{ В} = 16 \text{ мкВ.}$$

Під пороговою чутливістю розуміється рівень сигналу на вході приймача при рівних рівнях сигналу і шуму на виході лінійної частини приймача, тобто при відношенні сигнал/шум на виході приймача рівному 1.

Передача радіосигналу на супутниках (Metop) здійснюється із допомогою QPSK – модуляції. Як вже зазначалося вище, для прийому сигналу з QPSK необхідне відношення ($P_{с.вх}/P_{ш.вх}$) складає 10...12 дБ.

Отриманий розрахунковий результат ($P_{с.вх}/P_{ш.вх}$) складає 33,4 дБ, що приблизно на 20 дБ вище мінімального, тобто існує запас даного співвідношення, який дозволяє приймати слабкі сигнали (наприклад при проходженні смуги гідрометеорів тощо). Таким чином можна зробити висновок про забезпечення потрібної якості обробки сигналу в QPSK в демодуляторі.

Висновки

- при виборі конструкції антени приймального обладнання систем оброблення даних дистанційного зондування Землі доводиться враховувати різні фактори, зокрема особливості поширення радіохвиль на трасі Земля – космос;

- для впевненого прийому сигналів без застосування складних способів завадостійкого кодування потрібно, щоб потужність сигналу принаймні на порядок перевищувала потужність шуму при отриманні супутникових даних;

- визначенням енергетичних параметрів прийнятого сигналу, чинників які впливають на потужність прийнятого інформативного сигналу, наявність мультиплікативних та адитивних шумів та завад важлива етап підвищення ефективності обробки сигналів дистанційного зондування Землі;

- розраховане значення відношення сигналу до шуму на вході приймального обладнання задовольняє вимоги і створює запас (20дБ) з можливістю приймання слабких сигналів, а отже потрібну якість обробки даних дистанційного зондування Землі із супутників Metop і Fengyun;

Література

1. Бойко Ю.М. Аналіз ефективності цифрових методів модуляції/демодуляції в системах зв'язку та передачі інформації // Вісник Хмельницького національного університету. – Технічні науки. – Хмельницький. – 2011. – № 1. – С.103-110.

2. Мішан В.В. Вибір елементної бази малoshумлячих підсилювачів інформаційних систем високих

та надвисоких частот /В.В. Мішан, Ю.М. Бойко // Вісник Хмельницького національного університету. – Технічні науки. – Хмельницький. – 2011. – № 1. – С.162-168.

3. Бойко Ю.М. Розрахунок затухання на радіотрасі передачі інформації супутник MeTop – Земля /Ю.М. Бойко, В.В. Мішан // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – Хмельницький. – 2010. № 2. – С. 94 – 99.

4. Камнев. В.Е. Спутниковые сети связи /В.Е. Камнев, В.В. Черкасов, Г.В. Чечин. – М.: Военный парад, 2010. – 604 с.

5. Зеленский А.А. Системы радиосвязи /А.А. Зеленский, В.Ф. Солодовник. – Х.: Харьк. авиац. ин-т, 2003. – 89с.

Надійшла до редакції
3.2.2011 р.

УДК 681.3.07

В.Л. МАРЧЕНКО, О. ВОЙТЮК

Хмельницький національний університет

ПРОДУКТИВНІСТЬ МЕРЕЖ ЗІРКОПОДІБНОЇ ТОПОЛОГІЇ

В роботі досліджується вплив різноманітних факторів на робочу швидкість передавання інформації в зіркоподібних локальних комп'ютерних мережах. До цих факторів відносяться величина файлу, кількість робочих станцій, що одночасно здійснюють передачу, напрям передавання. Отримано якісні та кількісні показники їх впливу.

We study the impact of various factors on the operating speed of information transfer in stellar local computer networks. To these factors belongs the file number of work stations simultaneously transmitting direction of transmission. Qualitative and quantitative indicators of their impact.

Ключові слова: зіркоподібна топологія, мережа.

Пропускна здатність комп'ютерних мереж є однією з найбільш важливих їх характеристик. Досить детально визначення номінальної та реальної швидкостей, вплив на них параметрів налаштування протоколів каналного рівня (величини кадру, міжкадрового інтервалу) показано в роботах [1, 2]. Ними показано, що основними характеристиками, які визначають продуктивність мережі є наступні:

- комунікаційні протоколи та їх параметри;
- топологія мережі, та комунікаційне устаткування, що використовується;
- інтенсивність виникнення і характер помилкових ситуацій;
- конфігурація програмного и апаратного забезпечення кінцевих вузлів.

Наведені обчислення і рекомендації стосуються головним чином передавання інформації однією станцією, де не витрачається час на очікування вивільнення каналу зв'язку і відсутні конфлікти. В роботі [2] наведено графічні залежності часу очікування від коефіцієнта завантаженості мережі. Але не досить конкретним є визначення величини самого критерію – коефіцієнта завантаженості. Ця величина визначається як відношення робочої швидкості до ефективної. Якщо ефективну швидкість можна обчислити, то робота визначається багатьма чинниками, які повністю не завжди можна врахувати.

В роботі [3] показано вплив на кількість конфліктів величини кадру в модельній мережі з трьома станціями. Але застосувати ці результати до реальної мережі можна в більшому якісно.

Саме тому питання впливу різноманітних факторів на продуктивність комп'ютерних мереж потребує подальшого вивчення. В даній роботі наведено деякі результати рішення цієї задачі. Дослідження, виконано в локальній комп'ютерній мережі 10 BASE – T на базі повторювача TP1016C 16 – PORT ETHERNET 10 BASE – T REPEATER.

Технічні характеристики процесорів наступні: сервер – Intel Core 2 Duo E8400 3,00 GHz, робочі станції – Intel R CeleronR CPU E1200 @ 1,6 GHz. 1,6 GHz.

Відомо, що при однакових технічних умовах швидкість передачі інформації не повинна залежати від величини файлу, що передається. Однак в проведених експериментах, що полягали в копіюванні файлів з робочих станцій на сервер, показали, що вказана залежність проявляється досить явно.

На рис. 2 показано залежність швидкості проходження інформації, що передається з однієї робочої станції на сервер.

Аналізуючи наведену залежність слід відмітити наявність ступеневого характеру і наближення до найбільшого значення – 5,48 Мбіт/с, що є значенням ефективної пропускної можливості в мережах ETHERNET з величиною кадру 576 біт. Не логічний на перший погляд вплив величини файлу досить просто



Рис. 1. Схема з'єднання елементів в мережі