

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до лабораторної роботи
„СКЛАД І ПРИНЦИП РОБОТИ СТАНЦІЇ ПРИЙОМУ СУПУТНИКОВОЇ
ІНФОРМАЦІЇ КОСМЕК”

з дисципліни „Методи дистанційного зондування навколишнього
середовища”
для студентів 1 курсу

Спеціальність: 193 Геодезія та землеустрій
Освітньо-професійна програма: Землеустрій і кадастр

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні групи забезпечення
спеціальності 193 Геодезія та землеустрій
« 4 » 03 2021 року
протокол № 5
Голова групи Ляшенко Г.В. (Ляшенко Г.В.)

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні кафедри АСМНС
« 04 » серпень 2021 року
протокол № 9
Завідувач кафедри Нерелигін Б.В. (Нерелигін Б.В.)

ОДЕСА - 2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**СКЛАД І ПРИНЦИП РОБОТИ СТАНЦІЇ ПРИЙОМУ
СУПУТНИКОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ КОСМЕК**

Методичні вказівки для студентів 1 курсу
до лабораторної роботи з дисципліни
„Методи дистанційного зондування навколишнього
середовища ”

Одеса - 2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ЕКОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

СКЛАД І ПРИНЦИП РОБОТИ СТАНЦІЇ ПРИЙОМУ
СУПУТНИКОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ КОСМЕК

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДЛЯ СТУДЕНТІВ 1 КУРСУ
ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ З ДИСЦИПЛІНИ
„МЕТОДИ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ НАВКОЛИШНЬОГО
СЕРЕДОВИЩА ”

ЗАТВЕРДЖЕНО

на засіданні групи забезпечення
спеціальності 193 Геодезія та землеустрій
« 4 » березня 2021 р.
пр. № 5

ОДЕСА – 2021

Склад і принцип роботи станції прийому супутникової інформації КОСМЕК. Методичні вказівки до лабораторного заняття з дисципліни „Методи дистанційного зондування навколишнього середовища” для студентів 1 курсу навчання за спеціальністю 193 Геодезія та землеустрій освітньо-професійною програмою Землеустрій і кадастр. / Перелигін Б.В. – Одеса, ОДЕКУ, 2021 р. – 27 с.

ЗМІСТ

	стор.
Передмова.....	4
Загальні вказівки до практичного заняття.....	5
Вступ.....	6
ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ.....	7
1 Призначення станції КОСМЕК.....	7
2 Можливості станції КОСМЕК.....	8
3 Склад станції КОСМЕК.....	10
4 Програмне забезпечення і вимоги до комп'ютера.....	20
5 Характеристики станції КОСМЕК.....	23
6 Принцип роботи станції КОСМЕК.....	23
7 Контрольні запитання для самоперевірки.....	26
Перелік посилань.....	27

ПЕРЕДМОВА

Мета даних методичних вказівок — підготувати студентів до практичного опанування станції прийому супутникової інформації КОСМЕК.

Після завершення практичних занять студенти повинні вміти:

- приводити станцію прийому супутникової інформації у робочий стан,
- забезпечувати безперебійну роботу приладів і устаткування прийому космічної інформації.

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ДО ЛАБОРАТОРНОЇ РОБОТИ

Мета лабораторної роботи:

вивчити склад, будову, характеристики, принцип роботи станції прийому супутникової інформації „КОСМЕК”, і набути практичних навичок в користуванні цією станцією.

Порядок проведення і зміст лабораторної роботи:

на проведення лабораторної роботи виділяється 2 години аудиторних занять і 9 годин самостійної роботи студентів,

на занятті вивчається склад, принцип роботи і практичне застосування наземного комплексу апаратури автономного пункту прийому інформації зі штучного супутника Землі; здійснюється відповідь на контрольні запитання, наведені в даних методичних рекомендаціях; по ходу заняття студенти повинні бути готовими відповісти на запитання викладача.

ВСТУП

Дані дистанційного зондування Землі зі штучних супутників Землі знаходять широке застосування. Це пояснюється насамперед потребою в цих даних, а також тим, що кількість супутників, які виводяться на орбіту різними країнами, безперервно збільшується.

Головною перевагою супутникових гідрометеорологічних спостережень є оперативність отримання глобальної інформації, а також даних по труднодоступних районах суші і світового океану.

Найбільшого поширення набула інформація з метеорологічних супутників сімейства NOAA і Метеор. Від інших супутникових систем, таких як Океан, Ресурс, Січ, інформація використовувалася від випадку до випадку і рідко на регулярній основі. Це було пов'язано з тим, що прийом інформації здійснювався на комплексах технічних засобів, зосереджених в регіональних центрах прийому даних, що належать окремим відомствам. Подібний підхід приводив до того, що втрачалася основна перевага космічної інформації – оперативний перегляд великих територій, оскільки при нерозвиненій інфраструктурі передачі даних основний час йшов на доставку інформації кінцевому користувачеві. Крім того, обробка інформації в таких центрах була орієнтована на великі спеціалізовані комплекси технічних засобів, що принципово утрудняло доступ кінцевих користувачів до інформації на ранніх етапах обробки.

В поточний час передача і прийом інформації з перерахованих вище супутників здійснюється безкоштовно по концепції „відкрите небо” Всесвітньої Метеорологічної Організації. Оперативне отримання споживачами цих даних гідрометеорологічного, екологічного і іншого призначення здійснюється за допомогою простих і надійних засобів прийому і обробки супутникової інформації, представником яких є персональна станція прийому супутникової інформації „КОСМЕК”.

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА

СКЛАД І ПРИНЦИП РОБОТИ СТАНЦІЇ ПРИЙОМУ СУПУТНИКОВОЇ ІНФОРМАЦІЇ КОСМЕК

1 Призначення станції КОСМЕК

Станція КОСМЕК (рис. 1.1) призначена для прийому зображень Землі, які передаються з полярно-орбітальних супутників серії NOAA, Метеор, Ресурс, Океан, Січ у форматі АРТ (Automatic Picture Transmission) в діапазоні 137 – 138 МГц.

Формат АРТ – аналоговий. Інформація передається за допомогою комбінованої амплітудно-частотної (АМ/ЧМ) модуляції випромінювання з шириною смуги близько 40 кГц. Наприклад, в одному сеансі з супутника NOAA апаратурою сканера-радіометра високої роздільної здатності AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer) передаються зображення двох спектральних каналів з п'яти: видимого VIS (у денний час доби) або середнього інфрачервоного (NOAA) і дальнього інфрачервоного IR із зменшеною просторовою (до 4 км) і радіометричною (до 8 бітів) роздільною здатністю в смузі огляду близько 3000 км.



Рис. 1.1 – Загальний вигляд робочого місця

Отримана інформація може бути використана в гідрометеорологічних центрах (регіональних, державних, обласних), авіаційних, залізничних, морських і автомобільних підприємствах, аерофотознімальних загонах, риболовецьких організаціях, навчальних закладах (школах і вузах), науково-дослідних організаціях і екологічних центрах.

Основні сфери застосування отриманої інформації:

- екологічна оцінка стану природного середовища,
- гідрометеорологічні прогнози,
- навчання технологіям дистанційного моніторингу,
- наукова робота.

Основна тематика знімків:

- наочне вивчення місцеположення географічних об'єктів і їх характеристик,
- моніторингові дослідження режимів природно-кліматичних і ландшафтних зон (зіставлення з наявними картографічними даними),
- спостереження за станом крупних водних об'єктів, їх гідро- і термодинамічними режимами,
- спостереження за станом крупних рослинних масивів і іригаційних систем,
- метеорологічний і кліматичний моніторинг,
- льодовий режим морів,
- спостереження за просторово-часовим розподілом снігового покриву,
- спостереження за крупними надзвичайними подіями і екологічними катастрофами (повені, засухи, лісові пожежі, забруднення морських вод нафтопродуктами, заморожування, урагани, тумани, ожеледь і запорошені бурі),
- спостереження за геоморфологічними і погодоутворюючими характеристиками крупних гірських масивів.

2 Можливості станції КОСМЕК

Для тих, хто використовує космічну інформацію, станція КОСМЕК є зручним інструментом її отримання.

Станція отримує з супутника зображення навколишньої території 10–12 разів на добу при куті місця космічного апарату над горизонтом більше 5°.

В середньому за добу можна виконувати 15–20 сеансів зв'язку з супутниками. Час знаходження супутника в зоні видимості пункту прийому, залежно від кута місця, складає від 6 до 15 хвилин.

Зони покриття супутників при прийомі інформації в м. Одесі приведені на рис. 2.1 і 2.2.



Рис. 2.1 – Приклад покриття зйомкою для одного супутника за 1 день



Рис. 2.2 – Приклад покриття зйомкою для одного супутника за 7 днів

Об'єм інформації, що отримується за один сеанс зв'язку, тобто поки супутник проходить через зону видимості станції, може складати 3–20 МБ.

На Україні станція дозволить спостерігати територію від Піренеїв до Уральських гір по довготі і від Північної Африки до Скандинавії за широтою. Отримані знімки можуть бути як чорно-білими, так і псевдокольоровими в картографічній проекції масштабу 1:1000000.

3 Склад станції КОСМЕК

До складу пункту прийому входить (рис. 3.1):

- антена з малошумним підсилювачем і редуктором,
- блок управління антеною,
- приймач,
- комп'ютер,
- програмне забезпечення.

У комплект постачання входить:

- антена з підсилювачем і редуктором повороту – 1 шт.,
- блок управління антеною – 1 шт.,
- високочастотний кабель (50 Ом) – 30 м,
- приймач – 1 шт.,
- блок живлення – 1 шт.,
- сполучні кабелі – 2 шт.,
- мультимедійний диск з програмним забезпеченням – 1 шт.



Рис. 3.1 – Склад станції КОСМЕК

Антенa. Забезпечує прийом радіосигналів від полярно-орбітальних метеорологічних супутників, коли поляризаційні характеристики хвилі, що приходить, і напрям приходу не є заздалегідь відомими.

Антенa побудована на основі двох напівхвильових диполів, лежачих в одній площині і осі яких взаємно перпендикулярні, з оптимально розташованим рефлектором.

Така конструкція антени (рис. 3.2) має майже точно кругову діаграму направленості в горизонтальній площині.

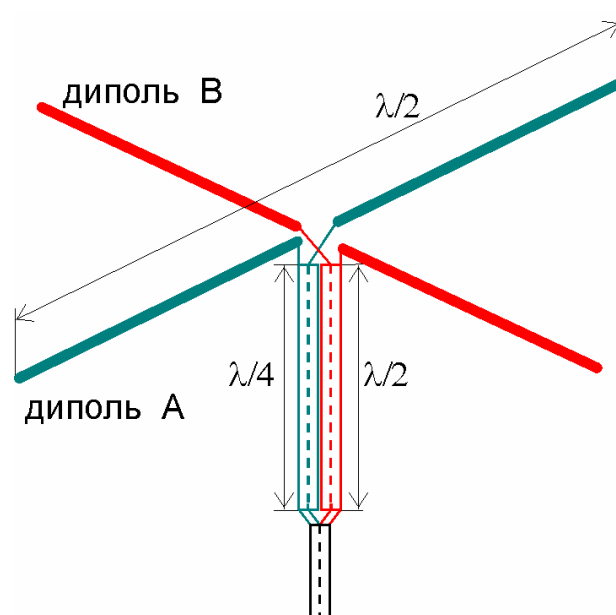


Рис. 3.2 – Конструкція антени

Діаграми направленості антени в горизонтальній і вертикальній площині приведені на рис. 3.3 і 3.4. Для отримання кругової діаграми направленості вібратори антени слід збуджувати із зсувом фаз в 90° . Цей зсув фаз досягається за рахунок включення між обома вібраторами чвертьхвильових шлейфів з урахуванням коефіцієнта укорочення. В цьому випадку хвильовий опір шлейфу дорівнює вхідному опору окремого вібратора і вібратори виявляються узгодженими з лінією і живлять із зсувом фаз в 90° .

Оскільки обидва вібратори з'єднані паралельно, то й опір антени в точці живлення дорівнює 50 Ом для простих напівхвильових вібраторів. Із-за складності живлення цієї антени, а також через те, що лінії зв'язку мають електричні параметри, залежні від частоти, то, отже, вся антена в цілому має досить вузьку смугу пропускання, необхідну для прийому радіосигналу в діапазоні 137–138 МГц.

Слід мати на увазі, що при прийомі лінійно поляризованої хвилі рівень сигналу, що приймається, знижується на 3 дБ. Якщо ж напрям

обертання поляризації хвилі, що приходить, протилежний тому, на яке розрахована дана антенна система, то можна чекати значного ослаблення (до 40 дБ) рівня прийнятого сигналу.

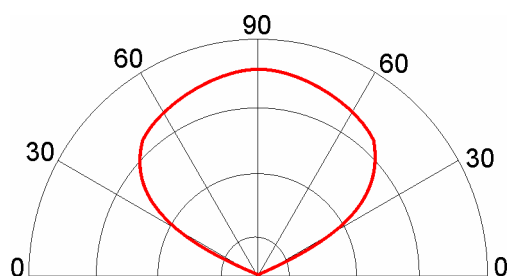


Рис. 3.3 – Діаграма направленості антени у вертикальній площині

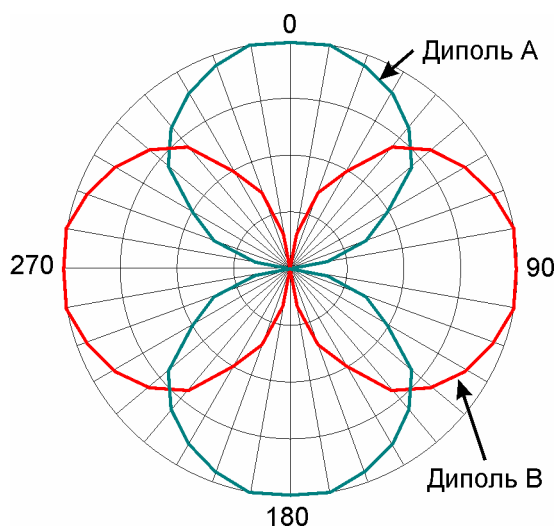


Рис. 3.4 – Діаграма направленості антени в горизонтальній площині

Станція може комплектуватися антенами, різними за конструкцією. На рис. 3.5, 3.6 і 3.7 представлений зовнішній вигляд антен.

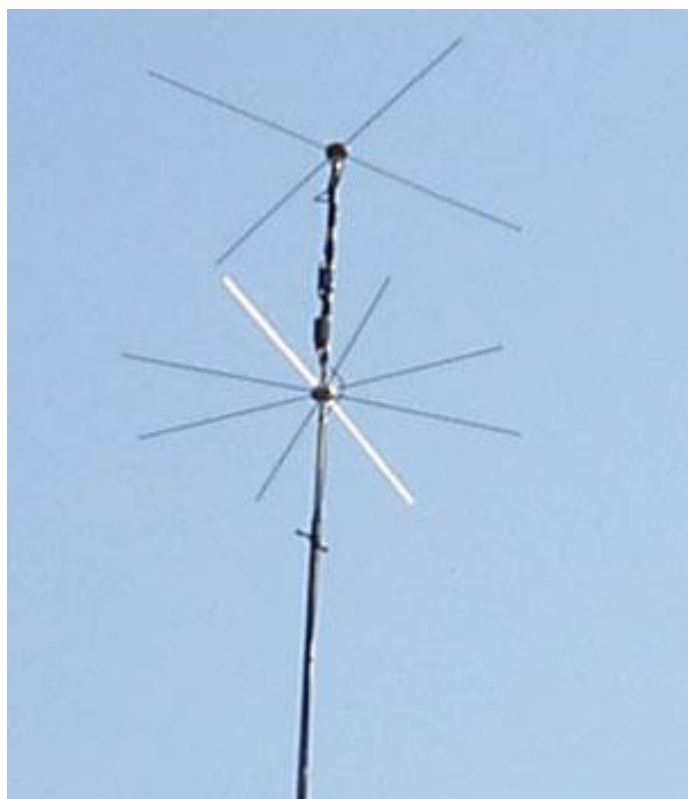


Рис. 3.5 – Хрестоподібна стаціонарна антена

Характеристики хрестоподібної стаціонарної антени:

- поляризація – кругова правобічна,
- коефіцієнт посилення антени – 3,7 дБ,
- коефіцієнт посилення підсилювача – 20 дБ,
- габарити – 1,5 x 1,0 x 1,0 м,
- маса – 1,2 кг.



Рис. 3.6 – Квадрофілярна антена

Характеристики квадрофілярної антени:

- поляризація – кругова правобічна,
- коефіцієнт посилення антени – 4,0 дБ,
- коефіцієнт посилення підсилювача – 20 дБ,
- габарити – 1,0 x 0,2 x 0,2 м,

– маса – 0,8 кг.



Рис. 3.7 – Хрестоподібна переносна антена

Характеристики хрестоподібної переносної антени:

- поляризація – кругова правобічна,
- коефіцієнт посилення антени – 3,7 дБ,
- коефіцієнт посилення підсилювача – 20 дБ,
- габарити – 1,5 x 1,0 x 1,0 м,
- маса – 1,2 кг.

Блок управління антеною. При русі супутника по орбіті можлива

траєкторія польоту (лінія на рис. 3.8) коли супутник пролітає під кутом 45 градусів до взаємно-перпендикулярних диполів антени. Тоді, щоб не було втрати сигналу при куті місця 0...5 градусів, необхідно докрутити антену в горизонтальній площині на кут стійкого прийому сигналу. Для цього призначений блок управління антеною (рис. 3.9).

Основні характеристики блоку управління антеною:

- живлення – 220 В,
- вихідна напруга – 26 В,
- споживаний струм – 250 мА,
- габарити – 155 x 138 x 60 мм,
- маса – 0,950 кг.

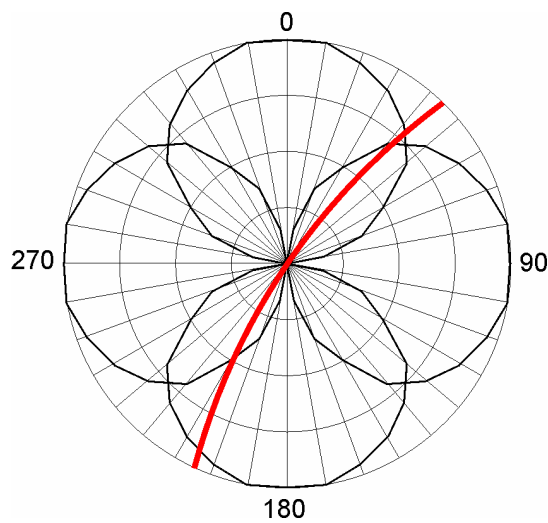


Рис. 3.8 – Траєкторія якнайгіршої якості прийому інформації з супутника

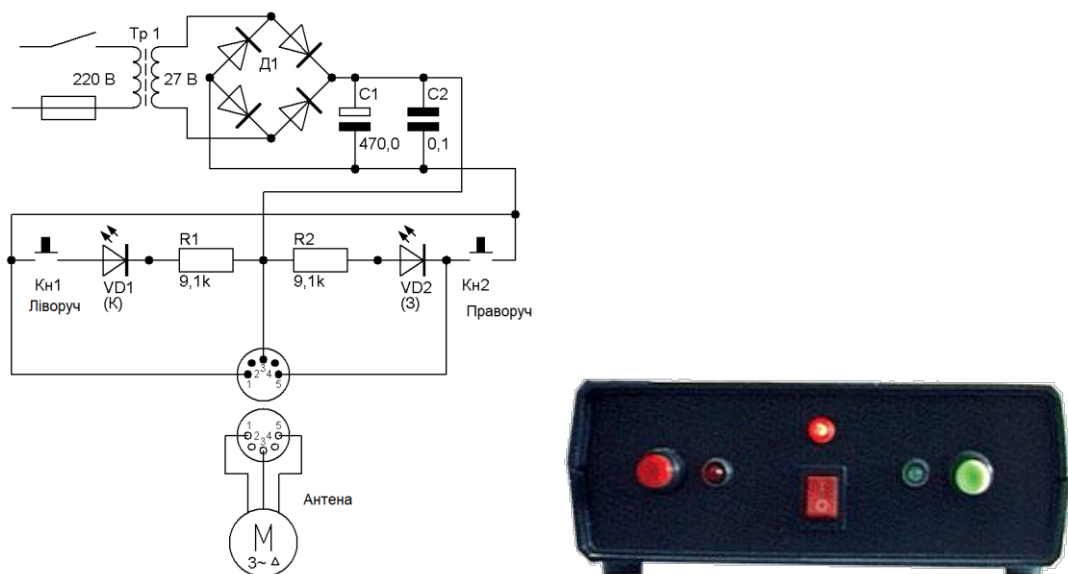


Рис. 3.9 – Принципова схема і зовнішній вигляд блоку управління антеною

Малошумний антенний підсилювач працює на частоті 137–138 МГц і забезпечує достатній коефіцієнт посилення для компенсації ослаблення сигналу від антени в сполучному кабелі і роз'ємах, придушення перешкод поза частотним діапазоном, а також перешкоджає появі в основному приймачі інтермодуляційних спотворень. Як правило, додатковий антенний підсилювач використовується при довжині сполучних кабелів більше 20 метрів. Підсилювач отримує живлення через сигнальний кабель від приймача і встановлений на щоглі антени. Принципова схема показана на рис. 3.10.

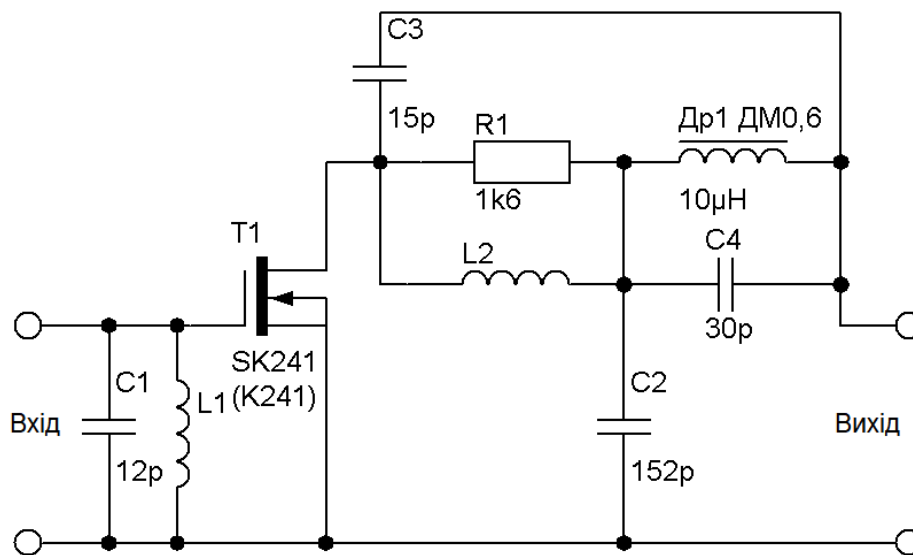


Рис. 3.10 – Принципова схема антенного підсилювача

Приймач. Забезпечує посилення прийнятого антеною сигналу з супутника, його частотну демодуляцію і видачу сигналу в комп'ютер (рис. 3.11 – 3.16).

Технічні характеристики приймача:

1. Переносна частота (МГц) – 137,00–138,00,
2. Сканування по частотах (МГц) - 137,1000; 137,3000; 137,4000; 137,5000; 137,6200; 137,8500; 137,9125,
3. Сканування по частоті з дискретністю 2,5 кГц в діапазоні частот (МГц) – 137,00–138,00,
4. Автоматичний і ручний пошук по частоті з кроком 5 і 0,5 секунд,
5. Програмована сітка частот,
6. Чутливість (мкВ) – 0,2,
7. Вид модуляції переносної частоти – ЧМ,
8. Девіація частоти (кГц) – ± 17 ,
9. Підпереносна частота (кГц) – $2,4 \pm 0,3$ кГц,
10. Вид модуляції підпереносної частоти – АМ–ДБП,
11. Смуга частот (кГц) – 1,6,
12. Частота рядків зображення – 120 рядків/хв.,

- 13. Живлення – 9 В (220 В),
- 14. Споживаний струм – 60 мА,
- 15. Габарити – 140 х 90 х 40 мм,
- 16. Маса – 0,4 кг,
- 17. Управління приймачем з комп'ютера через порт RS232 (COM1, COM2).



Рис. 3.11 – Загальний вигляд приймача



Рис. 3.12 – Вигляд передньої панелі приймача



Рис. 3.13 – Вигляд задньої панелі приймача



Рис. 3.14 – Вигляд приймача з боку розташування деталей

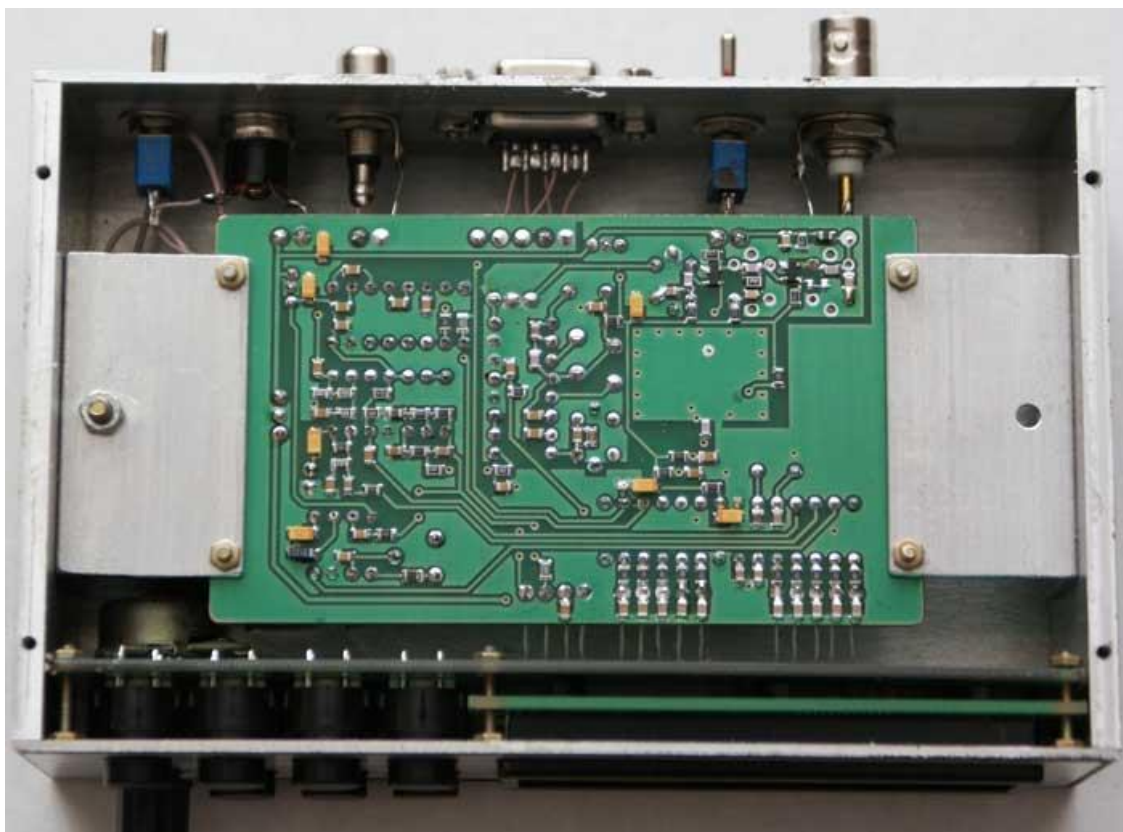


Рис. 3.15 – Вигляд приймача з боку друкарського монтажу



Рис. 3.16 – Комплектація приймача

4 Програмне забезпечення і вимоги до комп'ютера

Вимоги до комп'ютера наступні:

- операційна система – Windows 95/98/ME/NT/2K/XP,
- процесор Intel 486 або Pentium,
- RAM 32 Mb (якнайкращий варіант 128 Mb і більш),
- звукова карта (sound card) – 11.025 kHz, mono,
- графічна карта (graphic card) – 256 кольорів і більш.

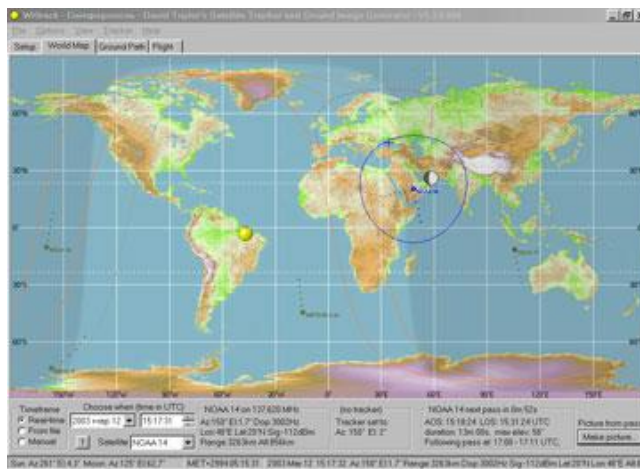
Програмне забезпечення поставляється на мультимедійному диску (рис. 4.1).



Рис. 4.1 – Мультимедійний диск з програмним забезпеченням

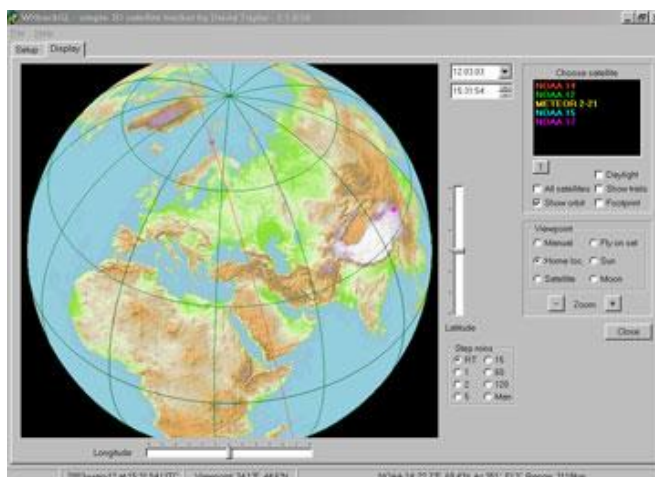
До складу програмного забезпечення входять наступні програми.

WXtrack



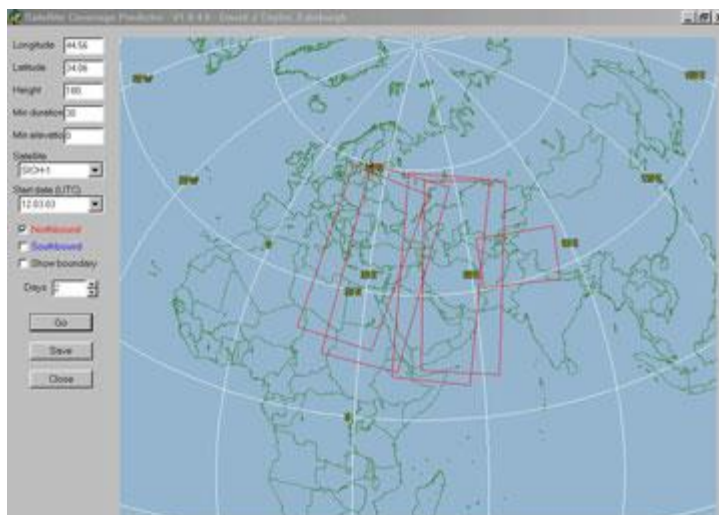
Програма призначена для розрахунку розкладу проходження супутників через зону видимості станції по орбітальних елементах (ефемеридам) супутників з можливістю їх оновлення через Internet.

WXtrackGL



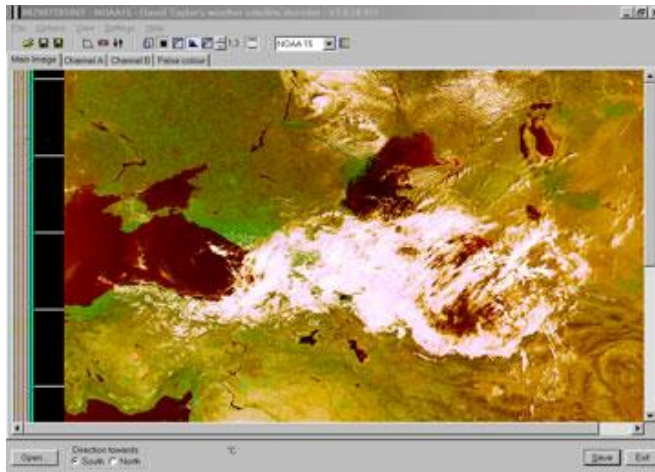
Тривимірний дисплей програми WXtrack.

SatCover



Програма призначена для складання картограм.

SatSignal



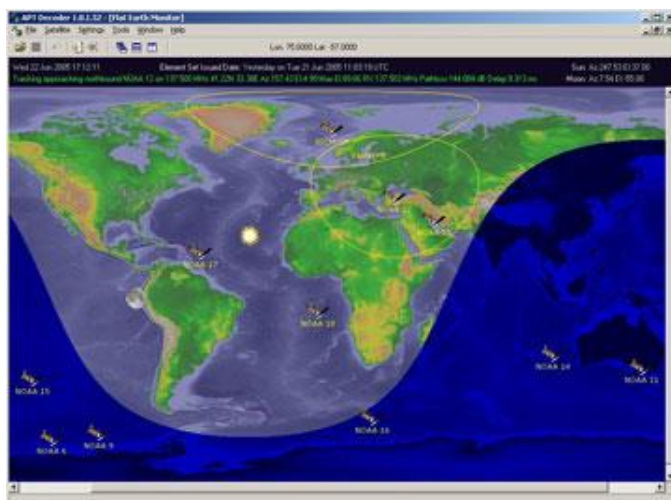
Програма призначена для декодування і обробки файлів типу *.wav, отриманих програмою WXSat з полярних або геостационарних погодних супутників.

WXtoImg



Програма призначена для прийому і декодування АРТ сигналів з метеорологічних супутників з використанням „Sound card” і з подальшим записом їх у файл типу *.wav.

APT Decoder



Програма призначена для прийому і декодування АРТ сигналів з метеосупутників з використанням „Sound card” і з подальшим записом їх у файл типу *.wav.

Kosmek

Програма призначена для дистанційного керування приймачем з комп'ютера через порт RS232 (COM1, COM2).

5 Характеристики станції КОСМЕК

У таблиці 5.1 представлені узагальнені характеристики радіолінії (борт–земля) в режимі АРТ.

Таблиця 5.1 – Характеристики станції КОСМЕК

Параметри	Космічні апарати	
	NOAA	Метеор, Січ, Океан, Ресурс
Переносна частота	137,10; 137,50; 137,62; 137,9125 МГц	137,30; 137,40; 137, 85 МГц
Поляризація передавальної антени	правобічна кругова	правобічна кругова
Коефіцієнт посилення антени	3,7 дБ	3,7 дБ
Потужність передавача	5 Вт	5–10 Вт
Вид модуляції переносної частоти	ЧМ	ЧМ
Девіація частоти	± 17 кГц	± 15 кГц
Підпереносна частота	$2400 \pm 0,3$ Гц	$2400 \pm 0,3$ Гц
Індекс модуляції підпереносної частоти	$87 \pm 5\%$	$87 \pm 5\%$
Вид модуляції підпереносної частоти	АМ–ДБП	АМ–ДБП
Смуга частот модулювального сигналу	1,6 кГц	1,6 кГц
Частота рядків зображення	120 рядків/хв	120 рядків/хв
Роздільна здатність передаваного зображення	4 км	4 км

6 Принцип роботи станції КОСМЕК

Сигнал від антени через малошумний антенний підсилювач А0 поступає на вхід приймача (рис. 6.1). Приймачем є супергетеродин з подвійним перетворенням частоти. Для забезпечення доброго придушення дзеркального каналу перша проміжна (ПЧ) частота вибрана 10,7 МГц.

Перший гетеродин складається з генератора G1 з синтезатором частот з кварцовою стабілізацією частоти (10 МГц), що виробляє коливання частотою 126,3–127,3 МГц. Коливання частотою 126,3–127,3 МГц з гетеродина подаються на змішувач U1. Сюди ж через вхідний фільтр Z1 поступають сигнали з супутника (137,0–138,0 МГц). Перетворений змішувачем U1 спектр проміжних частот лежить на частоті 10,7 МГц. Смуга пропускання першою ПЧ визначається фільтром Z2 і підсилювачем A1. Керамічний фільтр Z2 має смугу пропускання 40 кГц і включений між першим U1 і другим U2 змішувачами. Другий гетеродин G2 має кварцову стабілізацію частоти. У ній використаний кварцовий резонатор на частоту 10,245 МГц, що відповідає другій проміжній частоті 455 кГц.

З виходу змішувача U2 сигнал подається на підсилювач A2 і далі на динамік і підсилювач A3 і далі на вхід звукової карти SC комп'ютера для подальшої обробки сигналу.

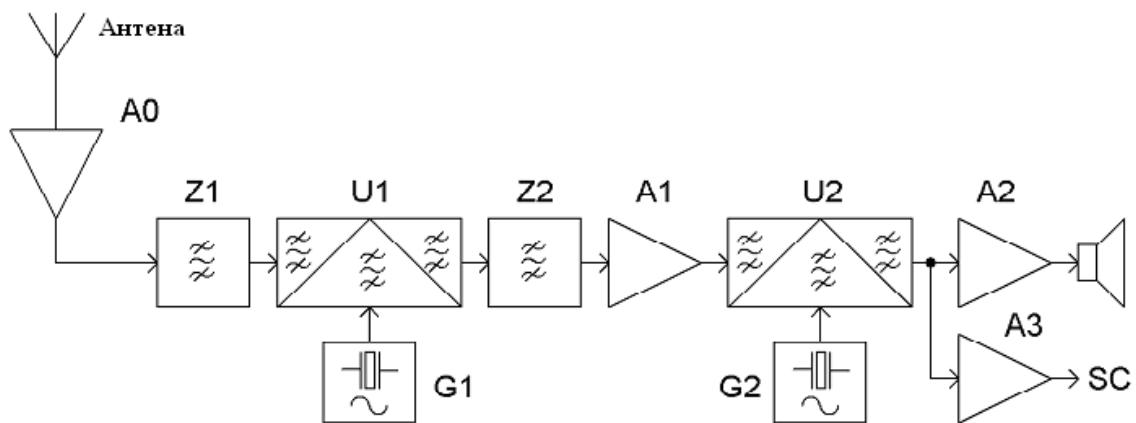


Рис. 6.1 – Функціональна схема станції

Принципова схема приймача наведена на рис. 6.2. Вхідний сигнал з частотою 137–138 МГц поступає на вхід підсилювача, зібраного на транзисторі SK241 і далі через смуговий фільтр на змішувач, зібраний на транзисторі КП327. На другий вхід змішувача поступає сигнал з гетеродина, зібраного на транзисторах SK241 і KT368 і синтезатора частот, зібраного на мікросхемах AT90S4433–8PI і PLL.

З виходу першого змішувача сигнал через керамічний фільтр із смугою пропускання 40 кГц поступає на підсилювач, зібраний на транзисторі SK241 і далі на мікросхему MC3371 (частотний демодулятор), яка детектує звуковий сигнал. Звуковий сигнал надходить на операційний підсилювач LM324 і далі на гучномовець і звукову карту комп'ютера (рис. 6.3).

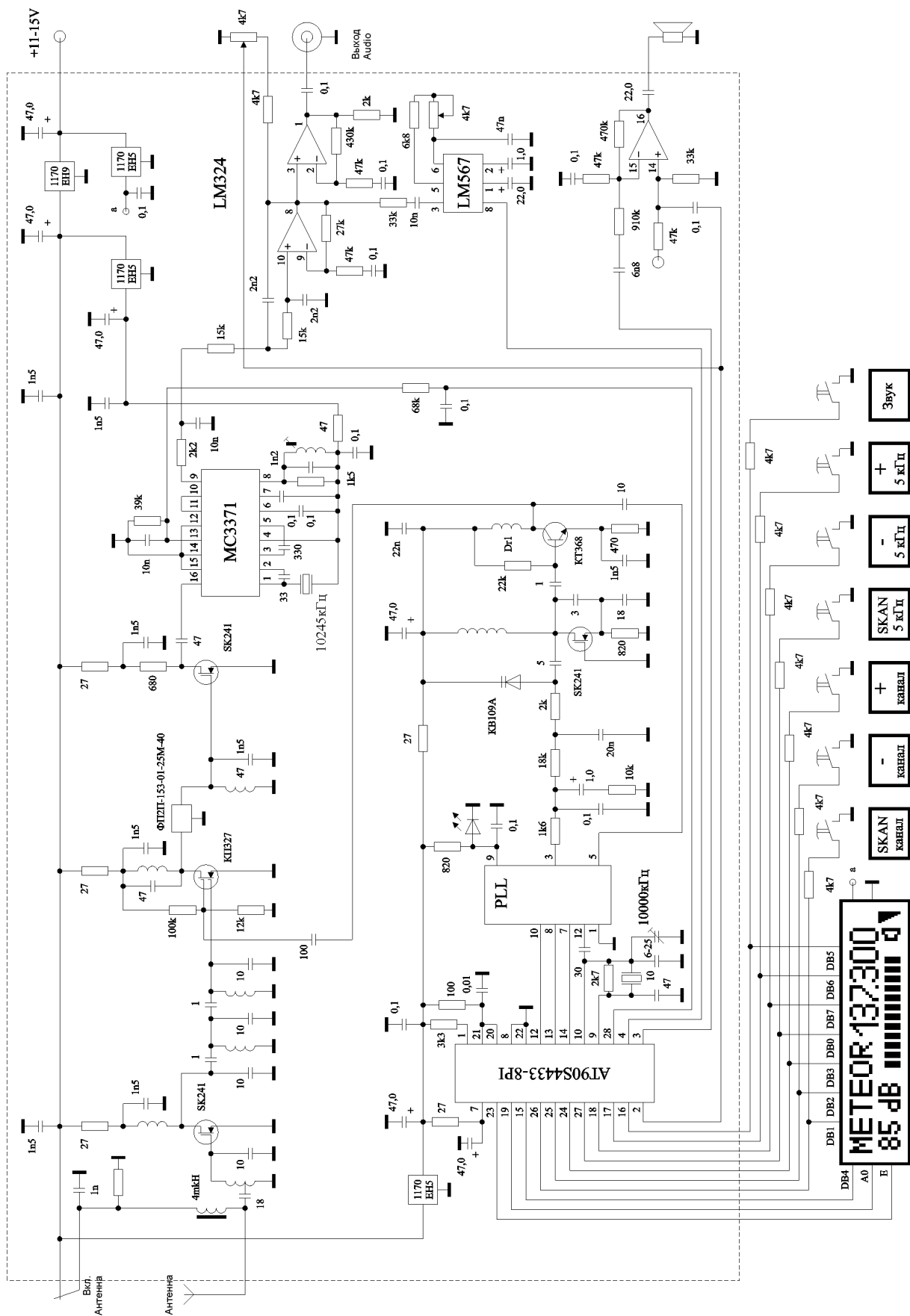


Рис. 6.2 – Принципова схема станції



Рис. 6.3 – Вигляд сигналу, що надходить до комп'ютера

7 Контрольні запитання для самоперевірки

1. Призначення станції КОСМЕК
2. Основне призначення інформації, що приймається станцією КОСМЕК
3. Склад і комплект постачання станції КОСМЕК
4. Характеристики радіолінії борт-земля у форматі АРТ
5. Можливості станції КОСМЕК по прийому інформації зі супутників
6. Характеристики антенної системи
7. Призначення малошумного підсилювача
8. Функції, які виконує блок управління антеною
9. Характеристики приймальної частини станції КОСМЕК
10. Принцип роботи приймального пристрою станції КОСМЕК

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Перелигін Б.В. Одержання, передача, прийом і надання локаційної космічної інформації: Навчальний посібник. – Одеса: Екологія, 2006. – 88 с.
2. Перелигін Б.В. Супутниковий моніторинг: Конспект лекцій. – Одеса: Екологія, 2008. – 130 с.
3. <http://www.vfs.org.ua>
4. <http://www.kosmek.boom.ru>
5. <http://sputnik.infospace.ru>
6. <http://noaasis.noaa.gov/NOAASIS/ml/status.html>
7. <http://celestrak.com/NORAD/elements/weather.txt>