

# Переносна станція радіорозвідки VHF-UHF діапазону частот «ЛОТОС»



## ГОЛОВНІ ОСОБЛИВОСТІ

- Діапазон робочих радіочастот: **25 - 3000 МГц**
  - дальність дії в межах радіобачення:
    - до **10-20 км** в діапазоні 25-500 МГц
    - до **5-10 км** в діапазоні 500-3000 МГц
  - Панорамний огляд частот зі швидкістю:
    - 2-15 ГГц / с** з пеленгацією сигналів
    - 7-20 ГГц / с** без пеленгування сигналів
  - Смуга одночасного огляду частот при виявленні-пеленгацією: **20 МГц**
  - Метод пеленгації: **кореляційно-векторний (амплітудно-фазовий) інтерферометр**
  - Помилка виконавчого пеленгування сигналів  $\leq 2^\circ$  (СКП)
- 
- **Паралельне виявлення-пеленгування сигналів в діапазоні частот і виконавче пеленгування на виявлених раніше частотах**
  - Автоматичне виявлення і пеленгування джерел радіовипромінювань, розтин радіомереж і сучасних систем радіозв'язку, в тому числі і з псевдовипадковою перебудовою робочої радіочастоти ( **$V=10 - 2000$  стрибків/с**)
  - Розрахунок координат джерел радіовипромінювання **методом тріангуляції** на стоянці і в русі з відображенням їх на цифровій карті місцевості.
  - Аналіз і цифрова реєстрація ПЧ (з смугою частот до 5 МГц) і НЧ сигналів з візуальним і слуховим контролем виявлених сигналів.
  - Інформаційна взаємодія в пеленгаторній мережі з синхронізацією роботи за сигналами навігаційної системи GPS.
  - Взаємодія з передавачем перешкод зв'язку
  - **Пеленгування мобільних телефонів GSM 900/1800 МГц** під керуванням зовнішнього «кетчера» (з індикацією кута місця мобільного телефону)
  - Варіанти виконання станції: стаціонарний варіант, мобільний (транспортний засіб визначає Замовник), переносний.

## ЗАГАЛЬНЕ УЯВЛЕННЯ

В станції «Лотос» передбачено одночасне використання виявляч-пеленгатора, що забезпечує просторово тимчасової пошук оперативно цінних джерел радіовипромінювань (ДРВ), виконавчого пеленгатора, для їх прослуховування і пеленгування. Передбачена можливість зміни виявляч-пеленгатора на режим енергетичного виявлення (для високої швидкості сканування) або просторового виявлення (виявлення з вимірюванням пеленга) робочих частот сигналів.

Прослуховування сигналу здійснюється оператором через тракт слухового контролю виконавчого пеленгатора станції «Лотос» (передається через LAN). Сигнали з цифровою модуляцією прослуховуються з аудіо виходу комп'ютера пульта оператора.

Портативна пеленгаторна антенно-фідерна система (АФС) висотою 5 метрів з електронним компасом і GPS-приймачем встановлюється на рівній площі. Обладнання станції «Лотос» (високошвидкісний панорамний виявляч-пеленгатор, виконавчий пеленгатор і пульт оператора NotebookIP67 з апаратурою радіозв'язку) встановлюється недалеко від пеленгаторних АФС в укритті (тобто в наметі, окопі або бліндажі). тринога з CDMA-антенною телекодowego каналу радіозв'язку повинна встановлюватися на відстані від щогли пеленгаторних АФС не менше ніж на 10 метрів.

Навігаційне обладнання (GPS-приймач) спільно з обладнанням радіозв'язку забезпечують можливість синхронної роботи переносних станцій «Лотос» в пеленгаторній мережі, як в режимі відомою, так і в режимі провідної станції. Оператор станції, може працювати поблизу апаратури або на віддаленні 50-ти метрів.

Програмне забезпечення станції «Лотос» розроблено з використанням сучасних комп'ютерних технологій і функціонує під управлінням операційної системи Windows 10 Pro. Виявляч-пеленгатор станції «Лотос» відноситься до класу систем з просторовою обробкою сигналу, і забезпечує автоматичне виявлення сигналу по його просторовим ознаками спільно з оцінкою напрямлення на джерело радіовипромінювання, використовуючи кореляційний-векторний метод розрахунку пеленга. Система «Лотос» забезпечує відображення географічних координат джерел радіовипромінювання (ДРВ) на карті розрахованих за допомогою методу триангуляції в пеленгаторній мережі з трьох або двох станцій «Лотос».

Приймальна система станції базується на 4-х каналному радіоприймальному пристрої діапазону частот 20-3000 МГц (з двома незалежними двоканальними трактами аналогової і цифрової обробки сигналів детектора-пеленгатора і виконавчого пеленгатора).

Завдання по цифровій обробці сигналів в прийомній системі вирішуються 4-х каналним трактом з 16-ти бітними АЦП, FPGA Altera Cyclon 5 і DSP фірми Texas Instruments під управлінням робочої програми комп'ютера пульта оператора.

Електроживлення станції «Лотос» здійснюється від штатного джерела безперебійного живлення з акумуляторною батареєю (100 А · год) напругою 12 В, а також від однофазної мережі змінного струму напругою 220 В, частотою 50 Гц при роботі від штатної (або зовнішньої) електростанції Honda EU 10i, розташованої в 10...50 метрах від обладнання станції під брезентовою накидкою.

## ПРИЗНАЧЕННЯ

Переносна станція радіорозвідки VHF-UHF діапазону частот «Лотос» призначений для проведення радіорозвідки шляхом просторового пошуку, виявлення, пеленгування, слухового контролю джерел радіовипромінень систем зв'язку, реєстрації і обробки сигналів, визначення місцеположення ДРВ, обробки інформації та розкриття систем радіозв'язку в діапазоні частот 25 3000 МГц.

В станції радіорозвідки «Лотос» виконуються наступні функції:

- Контроль за радіоелектронною обстановкою району в межах радіобачення, тобто до 10-20 км в діапазоні частот 25-500 МГц і до 5-10 км в діапазоні частот 500-3000 МГц;
- Пошук з автоматичним виявленням-пеленгацією нових ДРВ в заданих ділянках VHF-UHF (25-3000 МГц) діапазону частот на тлі існуючої завантаження радіоефіру (в т.ч. сигналів супутникових ліній зв'язку Turaya, Iridium і ППРЧ);
- Сканування заданих частотних каналів за списком;
- Експрес-аналіз сигналів і слуховий контроль виявлених джерел випромінювань;
- Реєстрація в цифровій формі сигналів на аудіо та проміжної частоті;
- Автоматизоване розпізнавання, демодуляція і декодування службової інформації та/або семантичної інформації ДРВ, що використовують цифрові сигнали **DMR, APCO P25, dPMR, NXDN, MOTOTRBO, D-STAR**;
- Визначення координат місцезнаходження ДРВ з відображенням на мапі місцевості;
- Інформаційна взаємодія зі станціями, що входять в пеленгаторну мережу, по каналу стільникового зв'язку CDMA;
- Управління параметрами і режимами роботи, збір інформації від відомих станцій пеленгаторної мережі;
- Автоматизована обробка та документування даних про радіоелектронної обстановці;
- Взаємодія з зовнішнім «кетчером» при пошуку мобільних телефонів GSM 900/1800 МГц.

## СКЛАД

- 1) VHF-UHF пеленгаторна антенно-фідерна система в складі двох кільцевих антенних решіток з сімома елементами кожна (25-1000 МГц і 1-3 ГГц), що укладається в один чохол;
- 2) Розбірна алюмінієва щогла висотою 5 метрів з відтяжками та підп'ятником, що укладається в окремому чохла;
- 3) Спрямована антена стільникового зв'язку CDMA встановлюється на щоглі висотою 3 метри;
- 4) Радіоприймальний пристрій діапазону частот 20-3000 МГц з двома незалежними двоканальними трактами аналогової і цифрової обробки в захищеному і переносній кожусі 7U типу RU060;
- 5) Пульт оператора на базі комп'ютера конфігурація якого не нижче Intel Core i7 (4 cores with HT), RAM 16Mb, HDD 500Gb, 2xLAN 1 Gbps, 4xUSB 3.0, 2xRS-232) з головними телефонами;

- 6) Навігаційний пристрій (GPS-приймач з антеною і електронний компас);
- 7) CDMA-модем (900/1800 МГц);
- 8) Переносне джерело безперебійного живлення (ДБЖ) з акумуляторною батареєю (100 А/ч) напругою 12 В з панеллю комутації мережі електроживлення;
- 9) Малогабаритна електростанція Honda EU 10i в чохлі з кріпленням для перенесення канистри ємністю 10 літрів;
- 10) Переносна бухта кабелю електропостачання по мережі 220 В довжиною 50 метрів;
- 11) Комплект сполучних кабелів і ВЧ-фідерів (довжиною 10 метрів);
- 12) Два комплекти з'єднувальних кабелів пульта оператора (довжиною 5 м і 50 м);
- 13) Ручний магнітний компас SUUNTOKB-14, USB-HDD 2 Тб;
- 14) Комплект запасних частин і приладдя (одиначний ЗІП), в т.ч. блоки польових гетеродинів ДГ-20М (30-1000 МГц), ДГ-СВЧ (1-3 ГГц), з антенами \*;
- 15) Тент (намет) зі складним інвентарем (стіл, стілець) для розміщення апаратури пульта оператора під час опадів;
- 16) Транспортна укладка (ударостійкі кейси та бокси) для транспортування всього обладнання станції - 1 комплект;
- 17) Експлуатаційна документація (інструкція з експлуатації та застосування);

\*Примітка. Склад виробу визначає Замовник і варіантом поставки.

### ТЕХНІЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

#### Панорамний виявляч-пеленгатор:

- Діапазон робочих частот **25-3000 МГц**
- Смуга одночасного огляду частот **5/10/20МГц**
- Інструментальна швидкість огляду частот з обробкою виявлених сигналів в смузі огляду частот 20 МГц:

Частотне розрізнення FFT (BW), кГц	3,125	6,25	12,5	25	50	100
Інструментальна швидкість виявлення з пеленгацією, ГГц / с	3,0	5,0	8,5	12,0	18,0	20,0
Інструментальна швидкість виявлення без пеленгування, ГГц / с	7,0	12,0	18,0	20,0	23,0	24,0

- Інструментальна помилка пеленгування сигналів:
  - в межах діапазону частот 25-100 МГц **3.0°(RMS)**
  - в межах діапазону частот 100-3000 МГц **2.0°(RMS)**
- чутливість по електромагнітному полю (BW = 6,25 кГц):
  - в діапазоні частот 25-100 МГц при 5,0° RMS **15-30 мкВ/м**
  - в діапазоні частот 100-3000 МГц при 3,0° R **15-40 мкВ/м**

Інструментальна ймовірність виявлення і пеленгації сигналу однократної дії тривалістю 5 мс в смузі огляду 20 МГц **> 0.9**

- Мінімальна тривалість виявленого і пеленгованого сигналу **2 мс**
- Чутливість радіоприймальних трактів (SNR = 10 дБ, BW = 12.5 кГц) **<1.0 мкВ**
- Динамічний діапазон по інтермодуляції 3-го порядку:

- для 25-1000 МГц > 80 дБ
- для 1000-3000 МГц > 70 дБ
- Динамічний діапазон рівнів прийнятих сигналів > 120 дБ
- Придушення побічних каналів прийому > 80 дБ
- Відносна нестабільність частоти  $\pm 2 \cdot 10^{-7}$
- Спектральна щільність шумів гетеродина (до 1 ГГц при відбудові 25 кГц) **100 дБс/Гц**
- Оцінка якості виявлення-пеленгування сигналу **СКП  $\Theta$ /U дБмкВ**
- Автоматичне виявлення і пеленгування джерел радіовипромінювань з псевдовипадковою перебудовою робочої радіочастоти зі швидкостями стрибків у межах **V=10 - 2000 стрибків/с.**
- Сигнал ППРЧ автоматично виявляється й пеленгується з ймовірністю  $\geq 0.7$  при подачі сигналу ППРЧ тривалістю 3 секунди з перебудовою частоти 6 МГц в піддіапазоні частот шириною:

20-60 МГц в режимі РЕО ППРЧ

200-400 МГц в режимі РЕО ІМП-ШПС

**Примітка: Режим РЕО ППРЧ** - довгострокове накопичення імпульсів ППРЧ ( $\geq 50$  рядків в кадрі) з визначенням їх тривалості, граничних частот і більш стійкого поділу мереж ППРЧ.

**Режим РЕО ІМП-ШПС** - короткочасне накопичення імпульсів ППРЧ

(<5 рядків в кадрі) без визначення їх тривалості і без поділу мереж ППРЧ (як правило, працює в поточному режимі виявлення-пеленгування радіосигналів).

### Виконавчий пеленгатор:

- Діапазон робочих частот **25-3000 МГц**
- Інструментальна помилка пеленгування сигналів:
  - в межах діапазону частот 25-100 МГц **3.0° (RMS)**
  - в межах діапазону частот 100-1000 МГц **1.5° (RMS)**
  - в межах діапазону частот 1000-3000 МГц **2.0° (RMS)**
- Чутливість по електромагнітному полю (BW = 12.0 кГц):
  - в діапазоні частот 25-100 МГц при 5.0° RMS **15-25 мкВ/м**
  - в діапазоні частот 100-1000 МГц при 3.0° RMS **10-20 мкВ/м**
  - в діапазоні частот 1000-3000 МГц при 3.0° RMS **15-30 мкВ/м**
- Пеленгування сигналу в смугах пропускання частот **2,5...5000 кГц**
- Демодуляція сигналів:
  - 1) радіопередач з традиційними видами модуляції: **SSB, CW, AM, NFM, WFM**
  - 2) радіопередач з цифровими видами модуляції: **DMR, APCO P25, dPMR, NXDN, D-STAR, MOTOTRBO;**
- Демодуляція сигналів для прослуховування в смугах пропускання частот:
  - SSB **2,5 кГц;**
  - CW, AM **2,5; 6; 10; 12 кГц;**
  - NFM **6; 10; 12; 18; 25; 50 кГц;**
  - WFM **100; 150; 280 кГц**
- Прийом і реєстрація I/Q компонент сигналів в смузі пропускання частот **2,5 ... 5000 кГц**

- Чутливість радіоприймальних трактів ( $SNR = 10$  дБ,  $BW = 12.5$  кГц)  $< 1.0$  мкВ
- Динамічний діапазон по інтермодуляції 3-го порядку
  - для 25-1000 МГц  $> 80$  дБ
  - для 1000-3000 МГц  $> 70$  дБ
- Динамічний діапазон рівнів прийнятих сигнал  $> 120$  дБ
- Придушення побічних каналів прийому  $> 80$  дБ
- Відносна нестабільність частот  $\pm 2 \cdot 10^{-7}$
- Спектральна щільність шумів гетеродина (при відбудові 25 кГц)  $100$  дБс/Гц

### Загальні параметри

- Сумарна потужність, споживана станцією від мережі постійного струму  $< 180$  Вт
- Тривалість роботи від повністю зарядженого акумулятора ДБЖ не менше **4 годин**
- Тривалість роботи від електростанції Honda EU **не менше 8 годин**
- Діапазон робочих температур:
  - апаратури, розміщеної на відкритому повіт  $-10^{\circ}\text{C} \dots +50^{\circ}\text{C}$ ;
  - антенно-фідерної системи  $-30^{\circ}\text{C} \dots +60^{\circ}\text{C}$ .

### Розміщення обладнання станції «Лотос»



Два двоканальних РПП  
виявляча-пеленгатора  
і виконавчого пеленгатора

Пульт оператора



ДБЖ



Акумулятор 100 Ач



Електростанція  
HONDA (1.0 кВт)



## РЕЖИМИ РОБОТИ

\* **Ініціалізація:** перевірка справності обладнання після включення, установка вихідних параметрів і завдання на пошук: робочих піддіапазонів частот; сектор по азимуту; списків заборонених ділянок та фіксованих частот; списків позачергових і пріоритетних частот; частотного дозволу FFT і параметрів усереднення (тривалість кадру огляду), адаптивний поріг за рівнем виявлення сигналу; селекція заданих частотних фрагментів за допомогою F-курсорів для подальшої роботи; швидкості огляду; мінімальної тривалості виявленого сигналу, конфігурація системи визначення місця знаходження.

\* **Автономне управління:** автоматичний пошук, виявлення та пеленгування радіосигналів ДРВ; обслуговування оператором потоку заявок виявлячпеленгатора; слуховий контроль, пеленгація, демодуляція і реєстрація виявлених сигналів; збір і обробка пеленгової інформації від відомих станцій (при роботі в пеленгаторній мережі).

\* **Дистанційне керування:** автоматичне пеленгування по командам від провідної станції, видача пеленгової інформації за запитом від провідної станції.

\* **Тестування:** перевірка працездатності станції і автоматизований пошук несправного вузла системою вбудованого контролю за допомогою тестових програм.

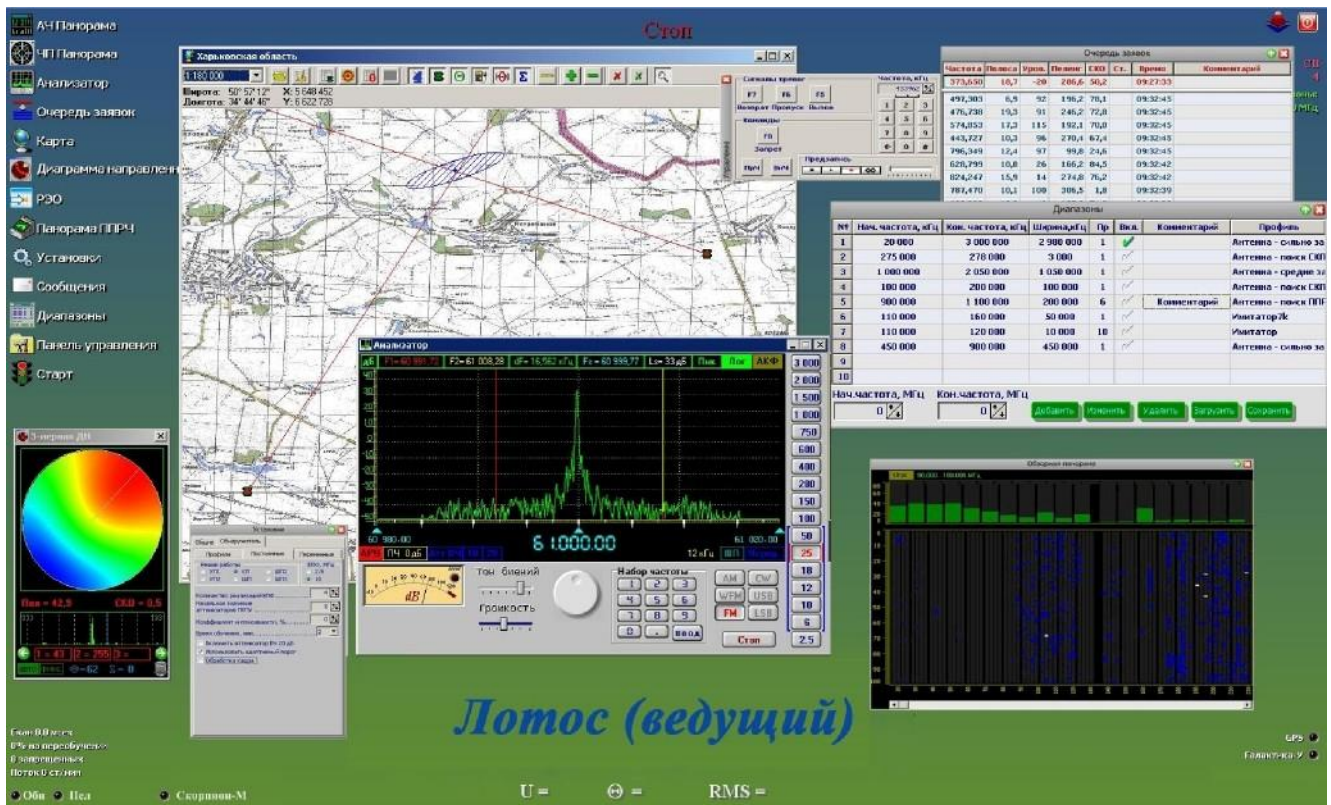
## СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ СТАНЦІЇ

- Формування і оперативне коректування оператором завдання.
- Управління виявлячем-пеленгатором і виконавчим пеленгатором відповідно до завдання на ведення радіорозвідки.
- Прийом і реєстрація результатів панорамного аналізу і пеленгування сигналів.
- Автоматична обробка черги та заявок виявляча з урахуванням пріоритетності частот і азимутального сектора огляду.
- Автоматичне управління трактом стеження відповідно до черговості обслуговування частот, вибором смуги аналізу і тривалістю реєстрації сигналів.
- Відображення результатів виявлення і пеленгування на тлі електронної карти місцевості.
- Відображення спектру реєстрованого сигналу в координатах амплітуда-частота і час-амплітуда-частота (поліхромний спектр) в реальному масштабі часу.
- Фіксація часу виявлення і реєстрації сигналів в мережі єдиного часу навігаційної системи GPS.
- Формування баз даних по виявленим і зареєстрованим сигналам джерел.
- Інтерфейс роботи з трактами ОП та ВП радіоприймального пристрою - LAN (1 Gbps).
- Інтерфейс взаємодії з апаратурою навігації - USB 2.0.
- Інтерфейс взаємодії з переносними станціями «Лотос» - стільниковий зв'язок CDMA.
- Передбачено архівування записи панорамного спектра групового сигналу в логарифмічному масштабі (в дБ) на жорсткий диск.

- Реалізована функція (кнопка) ДОПОВІДЬ для відправки інформації про виявлений сигнал з черги заявок виявляча-пеленгатора в окрему БД «Вибране».
- При відтворенні результатів реєстрації сигналів з БД передбачено відображення ліній пеленгів на виявлене ДРВ своєї - провідною та ведених станцій однієї пеленгаторної мережі.
- Реалізовано більш тривале відображення імпульсів ППРЧ-станцій на екрані частотно-пеленгові панорами, з можливістю збереження на екрані пеленгаційного сліду цих імпульсів.

## ОСНОВНІ РЕЖИМИ ІНДИКАЦІЇ

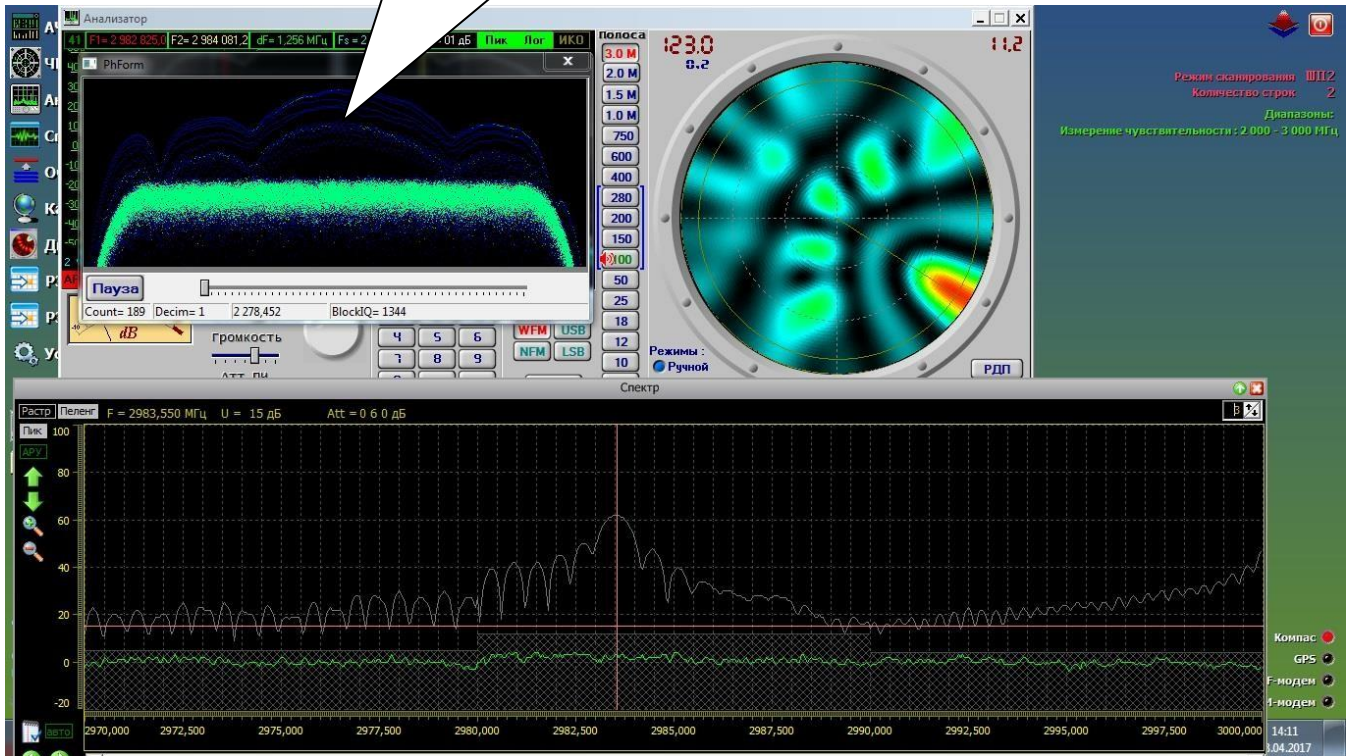
- Індикація панорами завантаження контрольованого діапазону частот в координатах: «азимут-частота» (в полярних або прямокутних координатах), «амплітуда-частота» і «час-амплітуда-частота» у вигляді поліхромного спектра.
- Індикація форми спектра і автокореляційної функції аналізованого сигналу.
- Цифрова індикація черги заявок і параметрів виявляча ДРВ і радіомереж.
- Відображення результатів вимірювання технічних параметрів сигналів.
- Відображення карти контрольованого району з координатами виявлених ДРВ і азимутними лініями пеленгів станцій пеленгаторних мережі.



*Робочий стіл пульта оператора станції «Лотос» при виявленні сигналу РЛЗ на частоті 2,98355 ГГц з індикацією поліхромного спектра*



Поліхромний спектр сигналу РЛС



**ТОВ «Науково-технічний центр радіотехнічних систем АН ПРЕ»**

**Адреса:** Україна, 61001 м Харків, пл. Захисників України, 7/8

**E-mail:** ntcrtcs@kharkiv.com

**Тел/факс:** +38 (057) 732-25-53, факс +38 (057) 732-68-63, **Web:** www.ntcrtcs.com