

# МОБИЛЬНАЯ СТАНЦИЯ РАДИОКОНТРОЛЯ И ПЕЛЕНГОВАНИЯ СИГНАЛОВ VHF-UHF ДИАПАЗОНА РАДИОЧАСТОТ «СКОРПИОН-М»



*Внешний вид комплекса «Скорпион-М» на автомобиле Volkswagen T6 Kasten*

## ГЛАВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

- Панорамный обзор с обнаружением и пеленгованием сигналов в диапазоне частот 25 - 3000 МГц со скоростью до 15 ГГц/с
- Дальность действия в пределах радиовидимости: до 20-30 км в диапазоне частот 25-500 МГц и до 5-10 км в диапазоне частот 500-3000 МГц
- **Параллельное обнаружение-пеленгование сигналов в диапазоне частот и исполнительное пеленгование на фиксированных частотах**
- Автоматическое обнаружение и пеленгование источников радиоизлучений современных систем радиосвязи (спутниковых линий связи **Turaya** и **Iridium**), в том числе и с псевдослучайной перестройкой радиочастоты (**V=15 – 2000 скачков/с**), на основе **корреляционно-векторного метода**
- Полоса одновременного обзора частот при обнаружении-пеленговании **10 МГц**
- Расчет координат источников радиоизлучений **методом триангуляции** с отображением их на цифровой карте местности
- Анализ и цифровая регистрация ПЧ (с полосой частот до 3 МГц) и НЧ сигналов
- Слуховой и визуальный контроль обнаруженных сигналов
- Демодуляция VHF-UHF цифровых радиопередач
- Информационное взаимодействие в пеленгаторной сети с синхронизацией работы по сигналам навигационной системы GPS
- Автоматическое определение координат ИРИ при пеленговании его радиосигнала во время движения станции
- **Пеленгование мобильного телефона GSM 900/1800 МГц** под воздействием внешнего «кэтчера» на заданном частотном канале с указанием угла места.

## ОБЩЕЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ

VHF-UHF мобильная станция радиоконтроля «Скорпион-М» предназначена для обнаружения, пеленгования, слухового и визуального контроля, а также демодуляции и регистрации сигналов источников радиоизлучений в диапазоне частот 25 – 3000 МГц.

VHF-UHF станция «Скорпион-М» обеспечивает сканирование заданных поддиапазонов частот или списков частот, пространственный поиск и локализацию местоположения источников радиоизлучений (ИРИ) по поверхностным радиоволнам с вертикальной поляризацией.

Аппаратура станции «Скорпион-М» устанавливается на микроавтобусе **Volkswagen T6 Kasten** повышенной проходимости, в салоне которого размещается высокоскоростной панорамный обнаружитель-пеленгатор VHF-UHF диапазона частот, исполнительный пеленгатор VHF-UHF диапазона частот и автоматизированное рабочее место оператора, оснащенное персональным компьютером ноутбук и аппаратурой связи. Для поиска сеансов ранее обнаруженных сигналов по списку частот, регистрации непрерывных сигналов и демодуляции VHF-UHF цифровых радиопередач используется второе рабочее место оператора с двумя радиоприемниками («Филин-VU» и AOR AR-DV1) и персональным компьютером ноутбук, который дополнительно может использоваться для просмотра базы данных об обнаруженных и запеленгованных сигналах и составления отчетов.

VHF-UHF антенно-фидерная система обнаружения, пеленгования, наблюдения и GSM-связи устанавливается на крыше носителя в радиопрозрачном обтекателе.

Навигационное оборудование (Электронный компас и GPS-приемник) совместно с аппаратурой радиосвязи обеспечивают возможность синхронной работы мобильных станций «Скорпион-М» в пеленгаторной сети, как в режиме ведомой, так и в режиме ведущей станции. При необходимости Заказчик в рамках дополнительного соглашения к договору на поставку изделий «Скорпион-М» может организовать пеленгаторную сеть с изделиями «Барвинок-СМ», «Панорама», «Панорама-Ф» и «Паучок».

Электропитание станции осуществляется от бортовой сети автомобиля или аккумуляторов в автономном режиме, а также от промышленной однофазной сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц при работе на стоянке. В операторном салоне автомобиля дополнительно предусмотрено место для размещения личных вещей экипажа, а также для двух углекислотных огнетушителей.

Для обслуживания станции «Скорпион-М» требуется два оператора.

Программное обеспечение станции разработано с использованием современных компьютерных технологий и функционирует под управлением операционной системы Windows 10 (допускается сборка LTSB). Благодаря наглядным графическим интерфейсам (виртуальным приборным панелям) работа с аппаратурой станции не требует высокой квалификации и специальных знаний оператора, а встроенная система диагностики позволяет ему легко определить неисправность аппаратуры до сменного узла.

Обнаружитель-пеленгатор станции «Скорпион-М» относится к классу систем с пространственной обработкой сигнала, и обеспечивает обнаружение сигнала по его пространственным признакам совместно с оценкой направления на источник радиоизлучения, используя векторно-корреляционный метод расчета пеленга.

В станции «Скорпион-М» предусмотрено **одновременное использование обнаружителя-пеленгатора и исполнительного пеленгатора**, что успешно позволяет вести **пеленгование всех ИРИ** на обнаруженной частоте. Также имеется возможность конфигурации обнаружителя-пеленгатора на режим **спектрально-энергетического обнаружения** (для высокой скорости сканирования) или **спектрально-пространственного обнаружения** (обнаружение с измерением пеленга) рабочих частот сигналов.

Прослушивание сигнала осуществляется первым оператором через тракт слухового контроля исполнительного пеленгатора станции «Скорпион-М» и вторым оператором через радиоприемники слухового контроля и демодуляции «Филин-VU» или AOR AR-DV1, при этом на принимаемой частоте индицируется пеленг от обнаружителя-пеленгатора, полученный на «пролёте» этой частоты в скане (только в режиме спектрально-пространственного обнаружения).

Антенная система VHF-UHF диапазона состоит из двух кольцевых решеток, в каждой из которых используется по семь антенн, перекрывающих поддиапазоны частот 25-1000 МГц и 1-3 ГГц соответственно. Поддиапазон частот 1-3 ГГц для дальнейшей обработки преобразуется в диапазон частот 300-800 МГц с помощью СВЧ-конвертера.

Приемная система радиопеленгатора станции базируется на радиоприемном устройстве диапазона частот 20-1000 МГц с двумя независимыми двухканальными трактами аналоговой и цифровой обработки. Задачи по цифровой обработке сигналов решаются 4-х канальным трактом с 16-ти битными АЦП, FPGA Cyclon 4 и DSP Analog Devices под управлением рабочей программы компьютера Notebook.

## НАЗНАЧЕНИЕ

Мобильная VHF-UHF станция радиоконтроля «Скорпион-М» решает следующие задачи:

- Контроль за радиоэлектронной обстановкой района в пределах радиовидимости, т.е. до 20-30 км в диапазоне частот 25-500 МГц и до 5-10 км в диапазоне частот 500-3000 МГц;
- Поиск, обнаружение и пеленгование новых источников радиоизлучений (ИРИ) в заданных участках VHF-UHF (25–3000 МГц) диапазона частот (в т.ч. сигналов систем радиосвязи Frequency Hopping и мобильных терминалов спутниковых линий радиосвязи Turaya, Iridium);
- Сканирование заданных частотных каналов по списку;
- Экспресс-анализ сигналов и слуховой контроль обнаруженных источников излучений с демодуляцией традиционных и цифровых радиопередач;
- Регистрация в цифровой форме сигналов на аудио и промежуточной частоте;
- Автоматизированная обработка и документирование данных о радиоэлектронной обстановке;
- Определение координат местонахождения ИРИ с отображением на карте местности в режимах: триангуляции по пересечению нескольких пеленгов от синхронной пеленгаторной сети или амплитудно-угловым методом при движении (автоматическое пеленгование ИРИ на «проездной» базе) ;
- Управление параметрами и режимами работы, сбор информации от ведомых станций пеленгаторной сети по каналам связи GSM или UHF (телекодовая радиосвязь);
- Пеленгование мобильного телефона GSM 900/1800 МГц (измерение азимута и угла места) под воздействием внешнего «кэтчера» на заданном частотном канале, полученном оператором по речевой связи.

## СОСТАВ

- 1) VHF-UHF пеленгаторная антенно-фидерная система (АФС) в составе из двух кольцевых антенных решеток с семью элементами каждая (25-1000 МГц и 1-3 ГГц);
- 2) Радиопрозрачный обтекатель для защиты пеленгаторной АФС;
- 3) Всенаправленная по азимуту антенна VHF-UHF диапазона (монополь, 25-1300 МГц);
- 4) Всенаправленная по азимуту антенна UHF диапазона (дисконусная антенна, 1-3 ГГц);
- 5) Двухканальный конвертер диапазона частот 1-3 ГГц – 2 шт;
- 6) Антенный коммутатор всенаправленных антенн АК-ДМ2;
- 7) Радиоприемное устройство диапазона частот 20-1000 МГц с двумя независимыми двухканальными трактами аналоговой и цифровой обработки;
- 8) VHF-UHF радиоприемник слухового контроля и демодуляции сигналов «Филин-VU»;
- 9) VHF-UHF радиоприемник слухового контроля и демодуляции сигналов цифровых радиопередач AOR AR-DV1;
- 10) Пульт оператора 1-го рабочего места на базе компьютера ноутбук (конфигурация не ниже Intel Core i7) с дополнительным видео монитором LCD 22" и головными телефонами;
- 11) Пульт оператора 2-го рабочего места на базе компьютера Notebook (конфигурация не ниже Intel Core i7) с головными телефонами;
- 12) Модуль программного обеспечения «Пост регистрации и демодуляции» PRD-Scorp;
- 13) Электронный компас с GPS-приемником и антенной;

- 14) LAN-коммутатор на 4 порта;
- 15) USB-разветвитель на 4 порта;
- 16) Аппаратура приема/передачи данных (ТЛК модем, УНФ-радиостанция, антенна);
- 17) GSM-модем (3G, 900/1800 МГц);
- 18) Система электроснабжения, включающая: щит распределительный, блоки питания компьютеров Notebook (2 шт.), блоки питания интерфейсных устройств и слуховых приемников с антеннами, аккумуляторные контейнеры (2 шт.), кабель системы электроснабжения (длиной не менее 25 м) с подставками-треножками, электростанция Honda EU 20i с канистрой 10 л, установочным поддоном и накидкой из брезента;
- 19) Комплект соединительных кабелей и ВЧ-фидеров;
- 20) Комплект запасных частей и принадлежностей (одиночный ЗИП), в т.ч. один переносной жесткий диск USB-HDD 2 Тб, USB-Sound Card и блоки полевых гетеродинов ДГ-20М (30-1000 МГц), ДГ-СВЧ (1-3 ГГц), ручной магнитный компас SUUNТОКВ-14 , а также большая саперная лопата, набор ключей и инструментов;
- 21) Эксплуатационная документация (в т.ч. руководства по эксплуатации и применению);
- 22) Микроавтобус Volkswagen Т6 Kasten 4x4 повышенной проходимости с обогревателем и испарителем кондиционера в салоне оператора, а также углекислотными огнетушителями ОУ-3 (2 шт.).

**Примечание.** Для обеспечения безопасности здоровья экипажа станции «Скорпион-М» электростанция Honda EU 20i с канистрой 10 л будут храниться в герметичном ящике с резиновыми уплотнителями, а эксплуатация их будет проводиться только вне салона автомобиля станции.

# ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

## Панорамный обнаружитель-пеленгатор:

- Диапазон рабочих частот **25-3000 МГц**
- Полоса одновременного обзора частот **2.5 / 10 МГц**
- Инструментальная скорость обзора частот с обработкой обнаруженных сигналов:

Частотное разрешение FFT, кГц	<b>3,125</b>	<b>6,25</b>	<b>12,5</b>	<b>25</b>	<b>50</b>	<b>100</b>
Инструментальная скорость обнаружения с пеленгованием, ГГц/с	<b>2,0</b>	<b>3,75</b>	<b>6,5</b>	<b>10,5</b>	<b>14,0</b>	<b>15,0</b>
Инструментальная скорость обнаружения без пеленгования, ГГц/с	<b>6,0</b>	<b>11,0</b>	<b>15,0</b>	<b>16,5</b>	<b>17,0</b>	<b>18,0</b>

- Инструментальная ошибка пеленгования сигналов:
  - в пределах диапазона частот 20-300 МГц **3.5° (RMS)**
  - в пределах диапазона частот 300-1000 МГц **2.5° (RMS)**
  - в пределах диапазона частот 1000-3000 МГц **2.0° (RMS)**
- Чувствительность по электромагнитному полю (BW=6,25 кГц):
  - в диапазоне частот 25-300 МГц при 5,0° RMS **20-50 мкВ/м**
  - в диапазоне частот 300-1000 МГц при 3,0° RMS **15-20 мкВ/м**
  - в диапазоне частот 1-3 ГГц при 3,0° RMS **20-30 мкВ/м**
- Минимальная длительность обнаруживаемого и пеленгуемого сигнала **2 мс**
- Минимальная длительность сеанса обнаруживаемого и пеленгуемого ППРЧ-сигнала (300-2000 скачков/с) в полосе обзора частот  $\Delta F_{\text{ЕПО}}=10$  МГц:
  - режим РЭО-ППРЧ ( $T_{\text{кадра}}=50-100$  строк) **3...5 с**
  - режим РЭО-ШПС ( $T_{\text{кадра}}=3-8$  строк) **1...2 с**
- Чувствительность радиоприемных трактов (SNR=10 дБ, BW=12.5 кГц) **< 1.0 мкВ**
- Динамический диапазон по интермодуляции 3-го порядка: **> 75 дБ**
- Динамический диапазон уровней принимаемых сигналов **> 120 дБ**
- Подавление побочных каналов приема **> 80 дБ**
- Относительная нестабильность частоты  **$\pm 5 \cdot 10^{-7}$**
- Спектральная плотность шумов гетеродина (при отстройке 25 кГц) **- 100 дБс/Гц**
- Оценка качества пеленгования и приема сигнала **СКО  $\Theta/U$  дБмкВ**

## Исполнительный пеленгатор:

- Диапазон рабочих частот **25-3000 МГц**
- Инструментальная ошибка пеленгования сигналов:
  - в пределах диапазона частот 20-300 МГц **3.0° (RMS)**
  - в пределах диапазона частот 300-1000 МГц **2.0° (RMS)**
  - в пределах диапазона частот 1000-3000 МГц **1.5° (RMS)**
- Чувствительность по электромагнитному полю (BW=12.0 кГц):
  - в диапазоне частот 25-300 МГц при 5,0° RMS **10-30 мкВ/м**
  - в диапазоне частот 300-1000 МГц при 3,0° RMS **5-10 мкВ/м**
  - в диапазоне частот 1-3 ГГц при 3,0° RMS **5-10 мкВ/м**
- Пеленгование сигнала в полосах пропускания частот **2,5...3000 кГц**
- Минимальная длительность пеленгуемого сигнала:
  - в полосе пропускания частот 12 кГц (режим СКП, накопление «быстро») **30 мс**
  - в полосе пропускания частот 25 кГц (режим СКП, накопление «быстро») **20 мс**
  - в полосе пропускания частот 50 кГц (накопление «быстро») **1 мс**
  - в полосе пропускания частот 400 кГц (накопление «быстро») **0.5 мс**
- Демодуляция традиционных сигналов для прослушивания в полосах пропускания 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**

- Прием и регистрация сигнала в полосе пропускания частот **2,5...3000 кГц**
- Чувствительность радиоприемных трактов (SNR=10 дБ, BW=12.5 кГц) **< 1.0 мкВ**
- Динамический диапазон по интермодуляции 3-го порядка **> 75 дБ**
- Динамический диапазон уровней принимаемых сигналов **> 120 дБ**
- Подавление побочных каналов приема **> 80 дБ**
- Относительная нестабильность частоты  **$\pm 5 \cdot 10^{-7}$**
- Спектральная плотность шумов гетеродина (при отстройке 25 кГц) **- 100 дБс/Гц**
- Оценка качества пеленгования и приема сигнала **СКО  $\Theta/U$  дБмкВ**

#### **Аппаратура слухового контроля и демодуляции сигналов:**

- Количество приемных каналов: **2**
- Диапазон рабочих частот:
  - 1-го канала приема **25-3000 МГц**
  - 2-го канала приема **25-1300 МГц**
- Прием и регистрация сигнала в полосе пропускания частот (I/Q-компоненты радиоприемника «Филин-VU») **2,5...5000 кГц**
- Чувствительность в слуховых трактах при приеме NFM сигнала (частота модуляции 1 кГц, девиация 5 кГц, SNR=10 дБ, BW=12 кГц):
  - в пределах диапазона частот 25-100 МГц **15-35 мкВ/м**
  - в пределах диапазона частот 100-1000 МГц **3-25 мкВ/м**
  - в пределах диапазона частот 1000-3000 МГц **15-45 мкВ/м**
- Чувствительность приемных каналов (SNR=10 дБ, BW=12 кГц) **0.7 - 1 мкВ**
- Динамический диапазон по интермодуляции 3-го порядка **> 70 дБ**
- Динамический диапазон уровней принимаемых сигналов **> 100 дБ**
- Шаг перестройки по частоте **1-10 Гц**
- Автоматическая настройка частоты по командам поста обнаружения **имеется**
- Демодуляция сигналов:
  - 1) радиопередач с традиционными видами модуляции: **SSB, CW, AM, NFM, WFM**
  - 2) радиопередач с цифровыми видами модуляции:
    - D-STAR** (только для узкой полосы частот, режим данных не поддерживается),
    - ALINCO** (только при наличии цифрового блока EJ-47U (речевой режим F1E)),
    - YAESU** (только режим V/D),
    - DIGITAL CR** (только для системы цифрового кодирования AMBE+2),
    - NXDN** (только режим 6.25 кГц),
    - dPMR** (только dPMR446 и режим Tier),
    - P25** (только некодированный сигнал в обычном режиме),
    - DMR** (режимы Tier1 и Tier2, некодированные сигналы).

#### **Общие параметры**

- Суммарная мощность, потребляемая станцией от сети постоянного тока **<285 Вт**
- Продолжительность работы от полностью заряженных аккумуляторов **более 6 часов**
- Диапазон рабочих температур:
  - аппаратуры, размещенной в салоне **+ 5° С ... + 40° С;**
  - антенно-фидерной системы **- 30° С ... + 55° С.**

## Внешний вид аппаратуры станции «Скорпион-М»

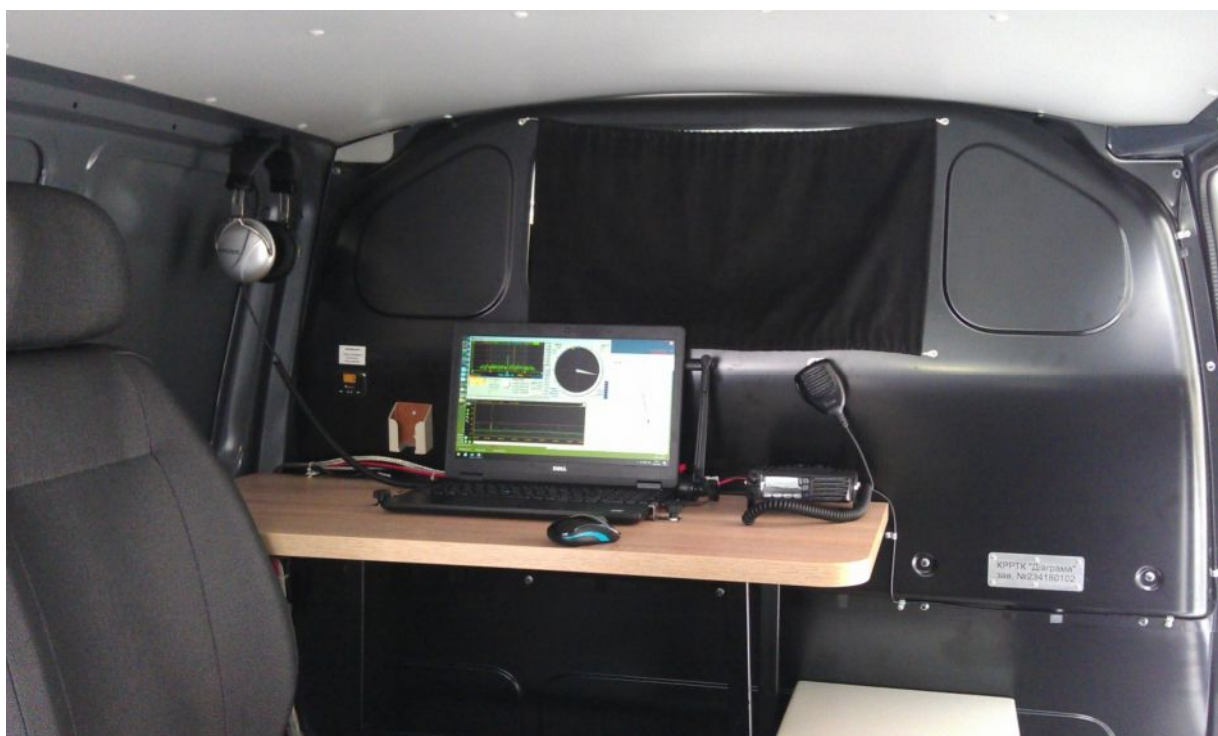
*Вид сзади станции «Скорпион-М»*



*Пеленгаторная АФС*



*Расположение аппаратуры внутри станции «СКОРПИОН-М»*



*Рабочее место оператора*

## РЕЖИМЫ РАБОТЫ

- **Инициализация:** проверка исправности оборудования после включения, установка исходных параметров и задания на поиск: рабочих поддиапазонов частот; сектор по азимуту; списков запрещенных участков и фиксированных частот; списков внеочередных и приоритетных частот; частотного разрешения FFT и параметров усреднения (длительность кадра обзора), адаптивный порог по уровню обнаружения сигнала; скорости обзора; минимальной длительности обнаруживаемого сигнала, конфигурирование системы местоопределения.
- **Автономное управление:** автоматический поиск, обнаружение и пеленгование радиосигналов ИРИ; обслуживание оператором потока заявок обнаружителя-пеленгатора; слуховой контроль, пеленгация и регистрация обнаруженных сигналов; сбор и обработка пеленговой информации от ведомых станций (при работе в пеленгаторной сети).
- **Дистанционное управление:** автоматическое пеленгование по командам от ведущей станции, выдача пеленговой информации по запросу от ведущей станции.
- **Тестирование:** проверка работоспособности станции и автоматизированный поиск неисправного узла с помощью вспомогательных технологических программ.

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СТАНЦИИ

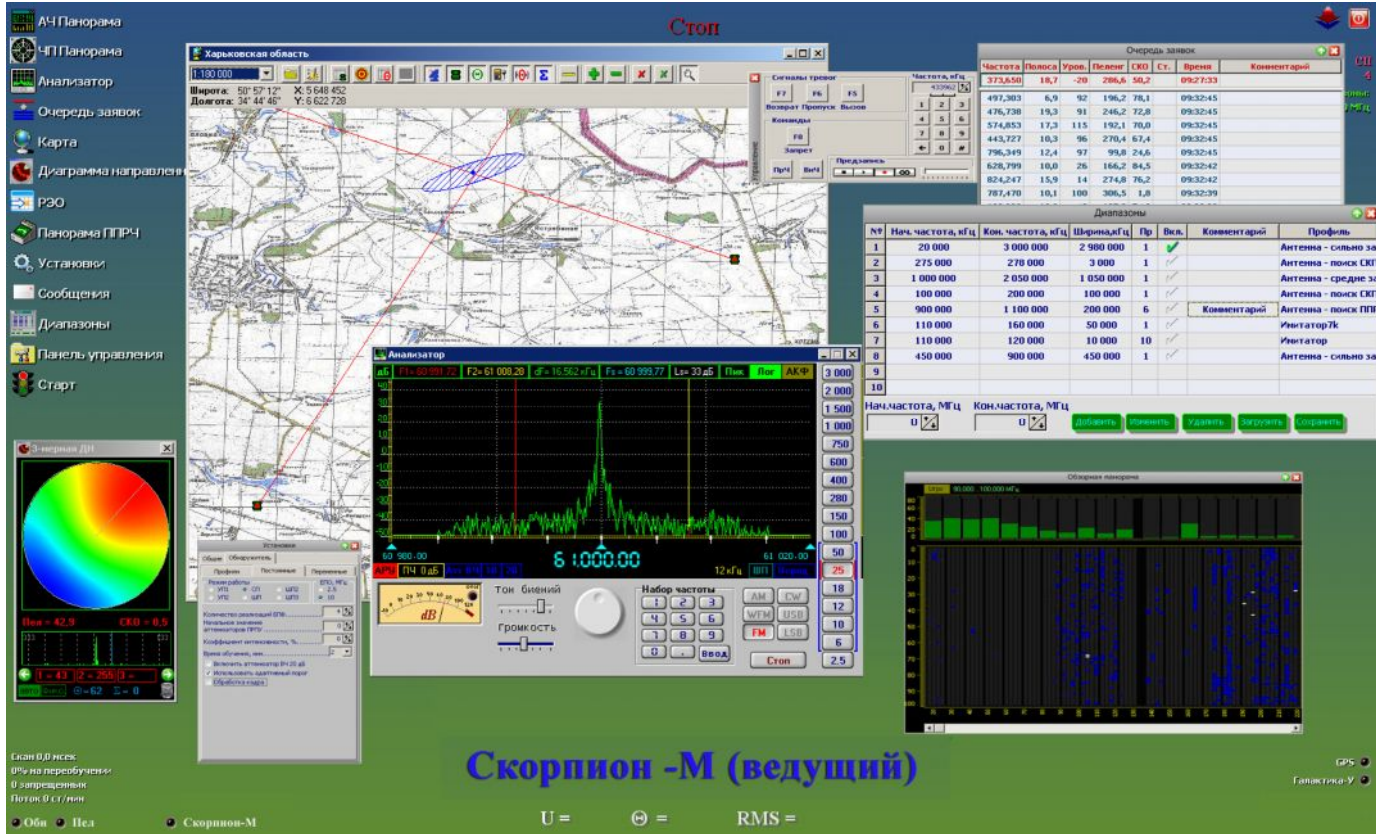
- Формирование и оперативная корректировка оператором задания.
- Управление обнаружителем-пеленгатором, исполнительным пеленгатором, а также аппаратурой приема и регистрации сигнала в соответствии с заданием на ведение радиоконтроля.
- Прием и регистрация результатов панорамного анализа и пеленгования сигналов.
- Автоматическая обработка очереди заявок обнаружителя с учетом приоритетности частот и азимутального сектора обзора.
- Автоматическое управление трактом ИП в соответствии с очередностью обслуживания частот, выбором полосы анализа и длительностью регистрации сигналов.
- Отображение результатов обнаружения и пеленгования на фоне электронной карты местности.
- Отображение спектра регистрируемого сигнала в координатах амплитуда-частота и время-амплитуда-частота (водопад) в реальном масштабе времени.
- Фиксация времени обнаружения и регистрации сигналов в сети единого времени навигационной системы GPS.
- Формирование баз данных по выявленным и зарегистрированным сигналам источников.
- Интерфейс взаимодействия с радиоприемным устройством – LAN (1 Gbps).
- Интерфейс взаимодействия с навигационной аппаратурой – USB 2.0.
- Интерфейс взаимодействия с мобильными станциями «Скорпион-М» – GSM/3G или FM (1200 или 4800 kbps) по радиоканалу.

## ОСНОВНЫЕ РЕЖИМЫ ИНДИКАЦИИ

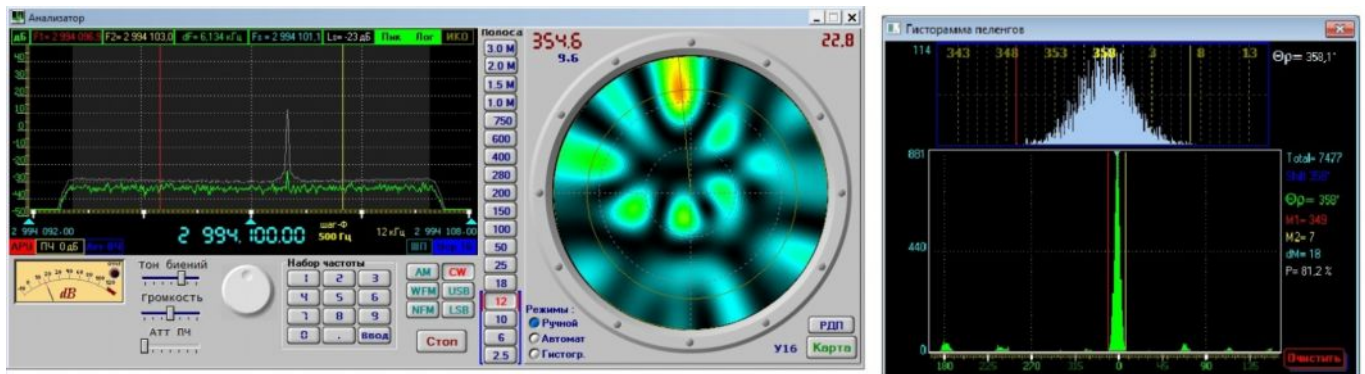
- Индикация панорамного спектра в нескольких ЕПО по 10 МГц (от 1 до 10-ти ЕПО) с управлением 2-х частотных маркеров для измерения ширины спектра сигнала.
- Индикация панорамного спектра в нескольких поддиапазонах частот (от 1 до 4-х).
- Индикация панорамы спектра контролируемого диапазона частот в координатах: “азимут-частота” (в полярных или прямоугольных координатах) в одной ЕПО,
- Индикация формы спектра и автокорреляционной функции анализируемого сигнала.
- Цифровая индикация очереди заявок и параметров обнаруженных ИРИ и радиосетей.
- Отображение результатов измерения технических параметров сигналов (частота, уровень, ширина спектра, АКФ).
- Отображение карты контролируемого района с координатами обнаруженных ИРИ и азимутальными линиями пеленгов станций пеленгаторной сети (в т. ч. и на втором LCD мониторе 1-го рабочего места оператора).



## Рабочий стол пульты оператора станции «Скорпион-М»



## Пример измерения чувствительности исполнительного пеленгования



ООО «Научно-технический центр радиотехнических систем АН ПРЭ»

Адрес: Украина, 61001 г. Харьков, пл. Защитников Украины, 7/8

E-mail: ntcrtts@kharkiv.com

Тел/факс: +38 (057) 732-25-53, факс +38 (057) 732-68-63,

Web: www.ntcrtts.com