

Переносная станция радиоконтроля VHF-UHF диапазона частот «ЛОТОС»

ГЛАВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

- Диапазон рабочих радиочастот: **25 - 3000 МГц**
- Дальность действия в пределах радиовидимости:
 - до **20-30 км** в диапазоне 25-500 МГц
 - до **5-10 км** в диапазоне 500-3000 МГц
- Панорамный обзор частот со скоростью:
 - 2-15 ГГц/с** с пеленгованием сигналов
 - 7-20 ГГц/с** без пеленгования сигналов
- Полоса одновременного обзора частот при обнаружении-пеленговании **20 МГц**
- Метод пеленгации: **корреляционно-векторный (амплитудно-фазовый) интерферометр**
- Ошибка исполнительного пеленгования сигналов: **$\leq 2^\circ$ (СКО)**
- **Параллельное обнаружение-пеленгование сигналов в диапазоне частот и исполнительное пеленгование на обнаруженных ранее частотах**
- Автоматическое обнаружение и пеленгование источников радиоизлучений современных систем радиосвязи, в том числе и с псевдослучайной перестройкой рабочей радиочастоты (**$V=15 - 2000$ скачков/с**)
- Расчет координат источников радиоизлучений **методом триангуляции** с отображением их на цифровой карте местности
- Анализ и цифровая регистрация ПЧ (с **полосой частот до 5 МГц**) и НЧ сигналов с визуальным и слуховым контролем обнаруженных сигналов
- Информационное взаимодействие в пеленгаторной сети с синхронизацией работы по сигналам навигационной системы GPS

1. ОБЩЕЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ

1) VHF-UHF переносная станция радиоконтроля «Лотос» предназначена для обнаружения, пеленгования, слухового и визуального контроля, а также регистрации сигналов источников радиоизлучений в диапазоне частот 25 – 3000 МГц.

2) VHF-UHF станция «Лотос» обеспечивает сканирование заданных поддиапазонов частот или списков частот, пространственный поиск и локализацию местоположения источников радиоизлучений (ИРИ) по поверхностным радиоволнам с вертикальной поляризацией в диапазоне частот 25 – 3000 МГц.

3) Пеленгаторная антенно-фидерная система (АФС) с антенной радиосвязи, электронным компасом и GPS-приемником устанавливаются на ровной площадке, а аппаратура станции «Лотос» (высокоскоростной панорамный обнаружитель-пеленгатор, исполнительный пеленгатор и пульт оператора (компьютер Notebook) с аппаратурой связи устанавливается рядом с АФС, в укрытии (в палатке, окопе или блиндаже).

4) Навигационное оборудование (электронный компас и GPS-приемник, интегрированные на мачте пеленгаторной АФС) совместно с аппаратурой радиосвязи обеспечивают возможность синхронной работы переносных станций «Лотос» в пеленгаторной сети, как в режиме ведомой, так и в режиме ведущей станции, а также под управлением ведущей мобильной станции другой пеленгаторной сети. Ведущая пеленгаторная станция «Лотос» имеет возможность отображения растровых карт для отображения на них результатов пеленгования и местоопределения ИРИ.

5) Электропитание станции «Лотос» осуществляется от внешнего аккумулятора напряжением 12 В, а также от однофазной сети переменного тока напряжением 220 В, частотой 50 Гц при работе от штатной электростанции Honda EU 10i, расположенной в 10 метрах от аппаратуры станции под брезентовой накидкой.

6) Для обслуживания станции «Лотос» требуется один оператор. Программное обеспечение станции разработано с использованием современных компьютерных технологий и функционирует под управлением операционной системы Windows 7. 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.

7) Обнаружитель-пеленгатор станции «Лотос» относится к классу систем с пространственной обработкой сигнала, и обеспечивает обнаружение сигнала по его пространственным признакам совместно с оценкой направления на источник радиоизлучения, используя **корреляционно-векторный метод** определения пеленга.

8) В станции «Лотос» 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 энергетического обнаружения (для высокой скорости сканирования) или пространственного обнаружения (обнаружение с измерением пеленга) рабочих частот сигналов.

9) Система «Лотос» обеспечивает высокоскоростное сканирование диапазона частот заданного оператором, а также быстрый обзор панорамного спектра, в т.ч. и в виде водопада.

10) Принимаемые сигналы с аналоговой и цифровой модуляцией демодулируются, при этом обеспечивается их слуховой контроль.

11) Прослушивание и регистрация сигнала осуществляется оператором через тракт слухового контроля исполнительного пеленгатора станции «Лотос». Сигналы с цифровой модуляцией прослушиваются с выхода цифрового демодулятора AOR AR-DV1.

12) Система «Лотос» обеспечивает обнаружение-пеленгование активных VHF-UHF радиосигналов, только что вышедших в эфир, с определением направления (пеленга) на источник и отображением его географических координат на карте рассчитанных с помощью метода триангуляции в пеленгаторной сети из трех или двух станций «Лотос».

13) Антенная система VHF-UHF диапазона состоит из двух кольцевых решеток, в каждой из которых используется по семь активных диполей, перекрывающих поддиапазоны частот 25-1000 МГц и 1-3 ГГц соответственно и может оперативно собираться в одном чехле.

14) Приемная система станции базируется на радиоприемном устройстве диапазона частот 20-3000 МГц с двумя независимыми двухканальными трактами аналоговой и цифровой обработки сигналов. Задачи по цифровой обработке сигналов решаются 4-х канальным трактом с 16-ти битными АЦП, FPGA Altera Cyclon 4 и DSP фирмы Analog Devices под управлением рабочей программы компьютера Notebook.

2. НАЗНАЧЕНИЕ

Переносная VHF-UHF станция радиоконтроля «Лотос» решает следующие задачи:

- 1) 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;
- 2) Поиск, обнаружение и пеленгование новых источников радиоизлучений (ИРИ) в заданных участках VHF-UHF (25–3000 МГц) диапазона частот (в т.ч. сигналов спутниковых линий связи Turaya, Iridium и ППРЧ);
- 3) Сканирование заданных частотных каналов по списку;
- 4) Экспресс-анализ сигналов и слуховой контроль обнаруженных источников излучений;
- 5) Регистрация в цифровой форме сигналов на аудио и промежуточной частоте;
- 6) Определение координат местонахождения ИРИ с отображением на карте местности;
- 7) Информационное взаимодействие со станциями, входящими в пеленгаторную сеть, по каналу радиосвязи GSM или UHF-телекодированной радиосвязи;
- 8) Управление параметрами и режимами работы, сбор информации от ведомых станций пеленгаторной сети, в том числе проведение триангуляции в off-line режиме местоопределения ИРИ (по данным записанных на flash-дисках от ведомых станций);
- 9) Автоматизированная обработка и документирование данных о радиоэлектронной обстановке.

3. СОСТАВ

- 1) Компактная VHF-UHF пеленгаторная антенно-фидерная система в составе из двух кольцевых антенных решеток с семью элементами каждая (25-1000 МГц и 1-3 ГГц), укладываемая в один чехол (общий вес не более 13 кг);
- 2) Компактная разборная алюминиевая мачта высотой 10 метров (SLT-MTL-210) с держателем пеленгаторной АФС, оттяжками и подпятником, укладываемая в отдельном чехле (общий вес не более 15 кг);
- 3) Всенаправленная антенна диапазона частот для телекодированного канала радиосвязи;
- 4) Радиоприемное устройство диапазона частот 20-3000 МГц с двумя независимыми двухканальными трактами аналоговой и цифровой обработки, а также демодулятором цифровых передач AOR AR-DV1 с аудио выходом, в защищенном и переносимом кожухе 7U;
- 5) Пульт оператора на базе защищенного компьютера Getac X500 (конфигурация не ниже Intel Core i7, 4 ядра типа i7-7820HQ Processor) и персонального компьютера (с flash-диском 2 Тб) для удаленного просмотра баз данных и создания карт.
- 6) Навигационное устройство с GPS-приемником и его антенной и с электронным компасом;
- 7) Головные телефоны – 2 шт.
- 8) Аппаратура приема/передачи данных (ТЛК-модем, радиостанция);
- 9) GSM-модем (3G/GPRS, 900/1800 МГц);
- 10) Переносной блок бесперебойного питания (временной интервал 20 мин) с коммутацией сети питания;
- 11) Переносной аккумуляторный контейнер (с батареей 100 А·ч);
- 12) Малогабаритная электростанция Honda EU 10i в чехле с канистрой емкостью 10 литров;
- 13) Переносная бухта кабеля электроснабжения по сети 220 В длиной 20 метров;
- 14) Комплект соединительных кабелей и ВЧ-фидеров;
- 15) Комплект запасных частей и принадлежностей (одиночный ЗИП), а также блоки полевых гетеродинов ДГ-20М (30-1000 МГц), ДГ-СВЧ (1-3 ГГц) с излучательными антеннами*;
- 16) Эксплуатационная документация (руководства по эксплуатации и применению);

* - поставляется только в комплекте из трех станций «Лотос».

Примечание. Радиоаппаратуру связи по LAN с защищенным кодом шифрования предоставляет системный интегратор на территории Заказчика

4. ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

4.1 Панорамный обнаружитель-пеленгатор:

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------|------------------------|
| 1) Диапазон рабочих частот | 25-3000 МГц |
| 2) Полоса одновременного обзора частот | 5 / 10 / 20 МГц |
| 3) Инструментальная скорость обзора частот с обработкой обнаруженных сигналов: | |

Частотное разрешение FFT, кГц	3,125	6,25	12,5	25	50	100
Инструментальная скорость обнаружения с пеленгованием, ГГц/с	2,0	3,75	6,5	10,5	14,2	15,0
Инструментальная скорость обнаружения без пеленгования, ГГц/с	7,0	11,5	17,0	18,7	19,6	20,0

- | | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 4) Инструментальная ошибка пеленгования сигналов: | |
| в пределах диапазона частот 25-100 МГц | 3.0° (RMS) |
| в пределах диапазона частот 100-1000 МГц | 2.0° (RMS) |
| в пределах диапазона частот 1000-3000 МГц | 2.0° (RMS) |
| 5) Чувствительность по электромагнитному полю (BW=6,25 кГц): | |
| в диапазоне частот 25-100 МГц при 5,0° RMS | 15-30 мкВ/м |
| в диапазоне частот 100-1000 МГц при 3,0° RMS | 15-20 мкВ/м |
| в диапазоне частот 1000-3000 МГц при 3,0° RMS | 15-40 мкВ/м |
| 6) Инструментальная вероятность обнаружения и пеленгования сигнала однократного действия длительностью 5 мс в полосе обзора 10 МГц | > 0.9 |
| 7) Минимальная длительность обнаруживаемого и пеленгуемого сигнала | 2 мс |
| 8) Чувствительность радиоприемных трактов (SNR=10 дБ, BW=12.5 кГц) | < 0.8 мкВ |
| 9) Динамический диапазон по интермодуляции 3-го порядка: | |
| для 25-1000 МГц | > 80 дБ |
| для 1000-3000 МГц | > 70 дБ |
| 10) Динамический диапазон уровней принимаемых сигналов | > 120 дБ |
| 11) Подавление побочных каналов приема | > 80 дБ |
| 12) Относительная нестабильность частоты | $\pm 2 \cdot 10^{-7}$ |
| 13) Спектральная плотность шумов гетеродина (при отстройке 25 кГц) | - 100 дБс/Гц |
| 14) Оценка качества обнаружения-пеленгования сигнала | СКО Θ/U дБмкВ |

4.2 Исполнительный пеленгатор:

- | | |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1) Диапазон рабочих частот | 25-3000 МГц |
| 2) Метод пеленгования | корреляционно-векторный интерферометр |
| 3) Инструментальная ошибка пеленгования сигналов: | |
| в пределах диапазона частот 25-100 МГц | 3.0° (RMS) |
| в пределах диапазона частот 100-1000 МГц | 1.5° (RMS) |
| в пределах диапазона частот 1000-3000 МГц | 2.0° (RMS) |
| 4) Чувствительность по электромагнитному полю (BW=12.0 кГц): | |
| в диапазоне частот 25-100 МГц при 5,0° RMS | 15-25 мкВ/м |
| в диапазоне частот 100-1000 МГц при 3,0° RMS | 10-20 мкВ/м |
| в диапазоне частот 1000-3000 МГц при 3,0° RMS | 15-30 мкВ/м |
| 5) Пеленгование сигнала в полосах пропускания частот | 2,5...5000 кГц |
| 6) Демодуляция 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 |
| 7) Прием и регистрация сигнала в полосе пропускания частот | 2,5...5000 кГц |
| 8) Чувствительность радиоприемных трактов (SNR=10 дБ, BW=12.5 кГц) | < 0.8 мкВ |

- | | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| 9) Динамический диапазон по интермодуляции 3-го порядка:
для 25-1000 МГц
для 1000-3000 МГц | > 80 дБ
> 70 дБ |
| 10) Динамический диапазон уровней принимаемых сигналов | > 120 дБ |
| 11) Подавление побочных каналов приема | > 80 дБ |
| 12) Относительная нестабильность частоты | $\pm 2 \cdot 10^{-7}$ |
| 13) Спектральная плотность шумов гетеродина (при отстройке 25 кГц) | - 100 дБс/Гц |
| 14) Минимальная длительность пеленгуемого сигнала | 0,5...30 мс |
| 15) Минимальный частотный шаг перестройки | 1 Гц |
| 16) Дискретность отсчета пеленга, градус | 0.1 или 1.0 |
| 17) Оценка качества пеленгования и приема сигнала | СКО Θ/U дБмкВ |

4.3 Общие параметры

- 1) Интерфейс работы с трактами радиоприемного устройства – LAN (Ethernet 1000 Base T).
- 2) Интерфейс взаимодействия с аппаратурой навигации – USB 2.0.
- 3) Интерфейс дистанционного управления – LAN (Ethernet 1000 Base T).
- 4) Интерфейс взаимодействия с переносными станциями «Лотос» – **GSM 3G или FM (1200 bps) по UHF радиоканалу**
- 5) Суммарная мощность, потребляемая станцией от сети постоянного тока < 140 Вт
- 6) Продолжительность работы от полностью заряженного аккумулятора более 6 часов
- 7) Диапазон рабочих температур:

аппаратуры, размещенной на открытом воздухе	- 20° С* ... + 50° С;
антенно-фидерной системы	- 30° С ... + 60° С.

*- после 20-ти минут самостоятельного прогрева аппаратуры изделия.

Расположение аппаратуры станции «Лотос»

Пеленгаторная АФС



*Двухканальные РПУ
обнаружителя-пеленгатора
и исполнительного пеленгатора*



Пульт оператора



*Переносной аккумуляторный контейнер
(с батареей 100 А·ч) и с ИБП (20 мин)*



5. РЕЖИМЫ РАБОТЫ

- 1) **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; селекция заданных частотных фрагментов с помощью F-курсоров для дальнейшей работы; скорости обзора; минимальной длительности обнаруживаемого сигнала, конфигурирование системы местоопределения.
- 2) **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).
- 3) **Дистанционное управление:** автоматическое пеленгование по командам от ведущей станции, выдача пеленговой информации по запросу от ведущей станции.
- 4) **Тестирование:** проверка работоспособности станции и автоматизированный поиск неисправного узла с помощью вспомогательных технологических программ.

6. СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ СТАНЦИИ

- 1) Формирование и оперативная корректировка оператором задания.
- 2) Панорамное FFT-сканирование обнаружителя-пеленгатора и автоматическая настройка частоты исполнительного пеленгатора на обнаруженную частоту ИРИ, вышедшего в эфир.
- 3) Прием и регистрация результатов панорамного анализа и пеленгования сигналов.
- 4) Автоматическая обработка очереди заявок обнаружителя с учетом приоритетности частот и азимутального сектора обзора.
- 5) Автоматическое управление трактом слежения в соответствии с очередностью обслуживания частот, выбором полосы анализа и длительностью регистрации сигналов.
- 6) Отображение результатов обнаружения и пеленгования на фоне электронной карты местности с функциями наложения пиктограмм или событий по списку предоставленном Заказчиком (автоматически или вручную).
- 7) Отображение спектра регистрируемого сигнала в координатах амплитуда-частота и время-амплитуда-частота (полихромный спектр) в реальном масштабе времени.
- 8) Фиксация времени обнаружения и регистрации сигналов в сети единого времени навигационной системы GPS.
- 9) Формирование баз данных о радиоэлектронной обстановке по выявленным и зарегистрированным сигналам источников.
- 10) Предусмотрено управление станцией «Лотос» от штатного ноутбука по дополнительному LAN кабелю;
- 11) Встроенная автоматическая классификация и декодирование цифровых радиопередач:
 - 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).

7. ОСНОВНЫЕ РЕЖИМЫ ИНДИКАЦИИ

- 1) Индикация панорамы загрузки контролируемого диапазона частот в координатах: “азимут-частота” (в полярных или прямоугольных координатах), “амплитуда-частота” и “время-амплитуда-частота” в виде полихромного спектра.
- 2) Индикация формы спектра и автокорреляционной функции анализируемого сигнала.
- 3) Цифровая индикация очереди заявок и параметров обнаруженных ИРИ и радиосетей.
- 4) Отображение результатов измерения технических параметров сигналов.

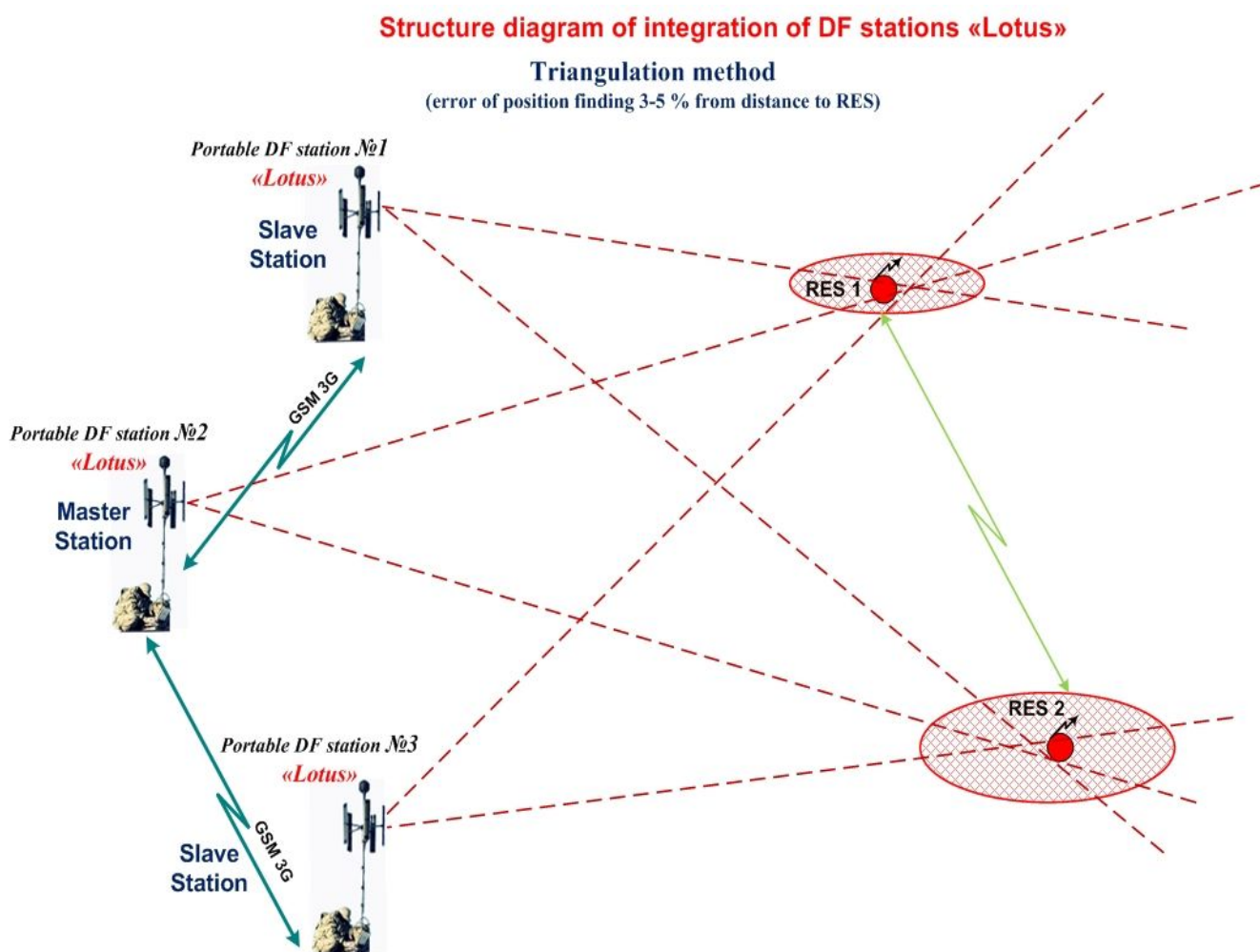
- 5) Автоматическое отображение пеленгов на географической карте.
- 6) Отображение растровой карты контролируемого района, с координатами обнаруженных ИРИ и азимутальными линиями пеленгов станций пеленгаторной сети с обновлением карты в реальном времени, чтобы фиксировать несколько целей одновременно (по рекомендации Заказчика).
- 7) Индикация спектра исполнительного пеленгатора в режиме: **Average, RMS, Max, Peak, Sample.**

8. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

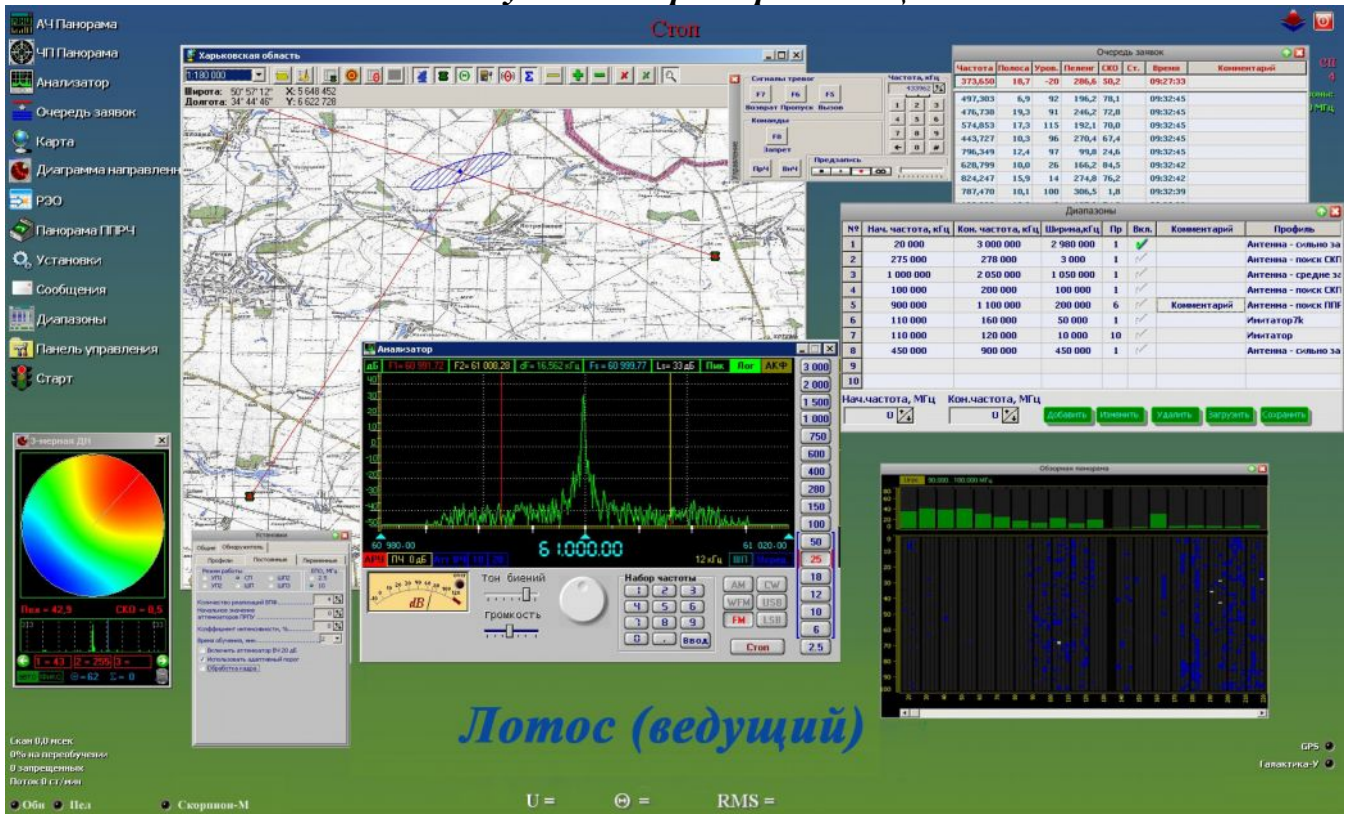
- 1) Оборудование станции «Лотос» поставляется Заказчику со всем необходимым функционально программным обеспечением (ПО) для передачи сохраненных данных (базы данных, I/Q-файлы, Log-файлы) от компьютера пульта оператора (или ноутбука) и обратно.
- 2) ПО станции «Лотос» обеспечивает формирование отчетов в удобной читабельной форме на английском языке.
- 3) Оператор имеет возможность управления всеми настраиваемыми пользователем настройками на одном экране.
- 4) Оператор имеет возможность заблокировать сенсорный экран, чтобы настройки не изменялись непреднамеренным прикосновением.
- 5) ПО отображает 2D-спектрограммы в виде частотно временного растра для проведения анализа количества выходов в эфир ИРИ по трассировке его сигнала во времени.
- 6) Любая пеленгаторная станция «Лотос» имеет возможность инициирования триангуляции (или двуангуляции), при этом результат должен быть доступен как формате координат «Долгота: Широта», так и в системе военной координатной сетки.
- 7) ПО станции «Лотос» в части картографии обеспечивает:
 - отображение растровых карт в стандартном формате для проведения анализа координат обнаруженных ИРИ;
 - графический интерфейс пользователя позволяющий отображать географические координаты «Долгота: Широта» и координаты в виде 10 цифр прямоугольных координат в соответствии с сеткой военных карт;
 - панорамирование и масштабирование карты;
 - работа с системой военной координатной сетки;
 - отображение позиций всех пеленгаторных станций «Лотос», работающих в одной пеленгаторной сети;
 - возможность измерения расстояния между двумя точками на карте;
 - возможность отображения широты и долготы определенной точки на карте;
 - может отображать основные и азимутальные линии или азимутальный сектор;
 - позиции координат пеленгаторных станций и их пеленги обновляются на карте автоматически;
 - оператор имеет возможность указывать много-станционный сценарий в случае 3-х или большего числа пеленгаторов (до 6-ти), чтобы улучшить точность определения местоположения пеленгуемого ИРИ;
 - обновления по положению станций должны быть доступны другим станциям в реальном масштабе времени;
 - лицензированное решение разработчика для управления и отображения картами.
- 8) Программа просмотра БД и технического анализа радиосигналов обеспечивает воспроизведение I/Q компонент, зарегистрированных станцией «Лотос».
- 9) Формат записи I/Q компонент радиосигнала позволяет использовать программы для декодирования и классификации, предоставленных третьей стороной.
- 10) Система имеет временную синхронизацию по сигналу 1-секундной метки от приемника GPS. При блокировании навигационных сигналов GPS оператор для продолжения работы имеет возможность установить вручную координаты своей радиопеленгаторной станции.

- 11) ПО станции «Лотос» имеет возможность местоопределения ИРИ в режиме работы OFFLINE, в котором частотно-временные метки и исходные данные для местоопределения (пеленги на ИРИ) сохраняются на flash-дисках и далее могут переданы операторам других станций «Лотос».
- 12) Поддержка программного обеспечения и обновления предоставляются бесплатно во время гарантии (годового контракта на обслуживание).

Пример интеграции трех станций «Лотос» в одной пеленгаторной сети

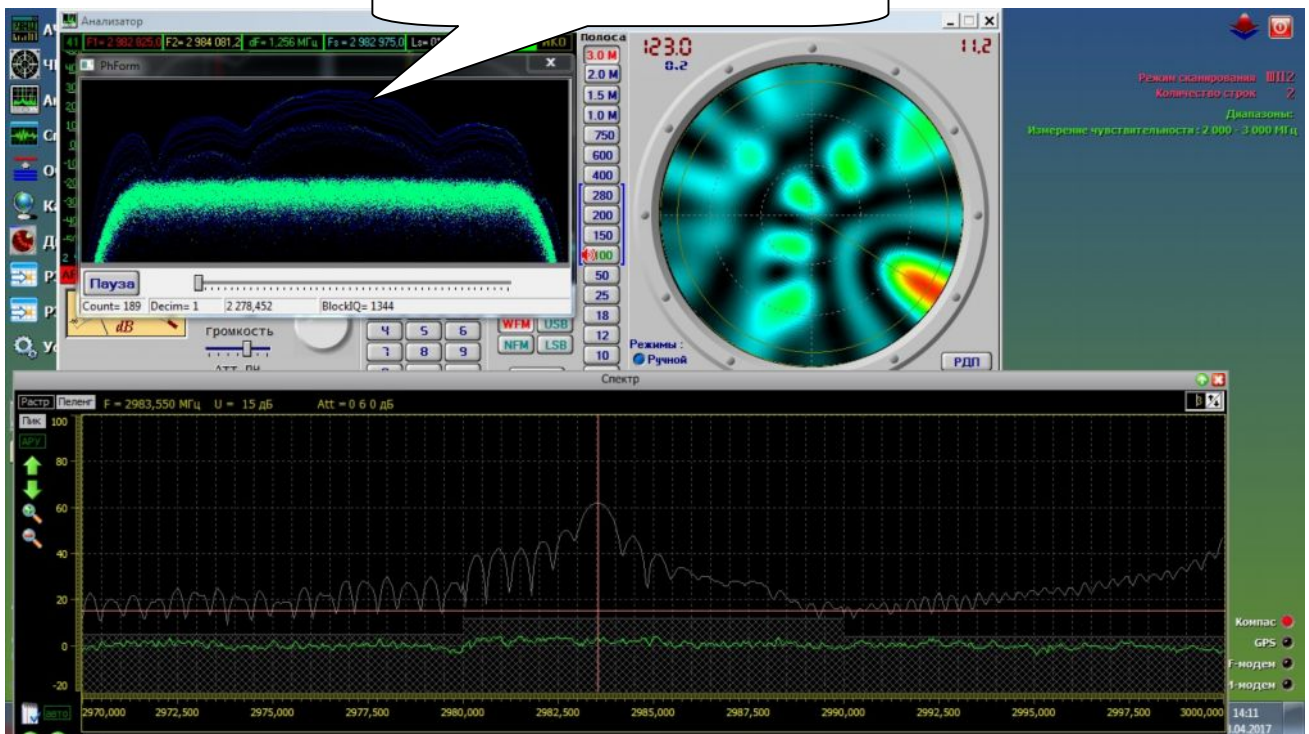


Рабочий стол пульта оператора станции «Лотос»



Рабочий стол пульта оператора станции «Лотос» при обнаружении сигнала РЛС на частоте 2,98355 ГГц с индикацией полихромного спектра

Полихромный спектр сигнала РЛС



ООО «Научно-технический центр радиотехнических систем АН ПРЭ»

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

E-mail: ntcrtcs@kharkiv.com

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

Web: www.ntcrtcs.com