

ПОДВИЖНАЯ СТАНЦИЯ РАДИОКОНТРОЛЯ HF ДИАПАЗОНА ЧАСТОТ «Укол-РК»



- **Панорамный обзор диапазона 1.5-30 МГц со скоростью до 500 МГц/с**
- **Прием и пеленгование сигналов HF-диапазона с крутопадающими радиоволнами ($\beta > 60^\circ$)**
- **Автоматическое обнаружение и пеленгование источников радиоизлучений современных систем радиосвязи (Conventional & Frequency Hopping)**
- **Расчет координат источников радиоизлучений с отображением их на цифровой карте местности**
- **Классификация радиосетей и измерение параметров сигналов**
- **Цифровая регистрация сигналов**
- **Слуховой и визуальный контроль сигналов**
- **Командно-исполнительное пеленгование в сети синхронного пеленгования**
- **Синхронизированное информационное взаимодействие в составе пеленгационной сети используя систему глобального позиционирования (GPS)**
- **Накопление и обработка данных о радиоэлектронной обстановке**

ОБЩЕЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ

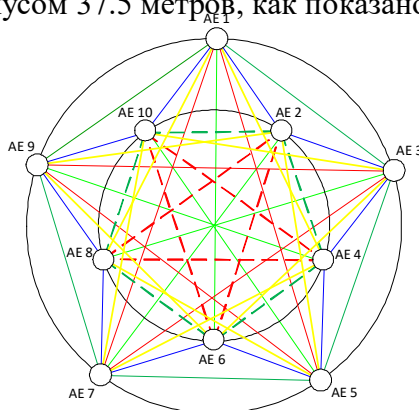
Подвижная HF станция радиоконтроля кратковременных источников радиолучений «Укол-РК» применяется для автоматизированного наблюдения за работой и местоположением современных средств радиосвязи в диапазоне частот 1.5 - 30 МГц с целью получения оперативных сведений о радиоэлектронной обстановке контролируемого района и формирования задания на постановку радиопомех.

Станция «Укол-РК» базируется на одном автомобиле высокой проходимости типа «КрАЗ», «КАМАЗ» (или другого типа по желанию Заказчика при согласовании с Исполнителем) с фургоном КУНГ. Внутри КУНГа автомобиля размещается два автоматизированных рабочих места оператора, оснащенных аппаратурой высокоскоростного панорамного обнаружителя-пеленгатора и исполнительного пеленгатора. Рабочие места операторов оборудовано компьютерами индустриального исполнения и приемниками для обслуживания потока тревог обнаружителя-пеленгатора

Навигационное оборудование (GPS-приемник, электронный компас) совместно с аппаратурой радиосвязи обеспечивают возможность синхронной работы станций «Укол-РК» в пеленгаторной сети, как в режиме ведомой, так в режиме ведущей станции пеленгаторной сети. Кроме того, станция «Укол-РК» обеспечивает прием по HF радиоканалу команд синхронного пеленгования от комплекса «Восток» (опция).

Пеленгаторная кольцевая антенная решетка на базе 10-ти ортогонально скрещенных активных рамочных антенн разворачиваются вокруг автомобиля станции следующим образом:

нечетные 5 элементов с радиусом 50 метров,
четные 5 элементов с радиусом 37.5 метров, как показано на рисунке ниже:



Пеленгаторная кольцевая антенная решетка с активными рамочными антеннами (высотой 4 метра) эффективна для пеленгования ИРИ на дистанции 100-500 км и более.

В зависимости от тактической задачи для пеленгования сигналов «пологопадающих» ($\beta_{\max} < 60^\circ$) или «крутопадающих» ($\beta_{\min} > 60^\circ$) радиоволн используется один из трех режимов приема:

- рамка с «левой» поляризацией,
- рамка с «правой» поляризацией,
- широкополосный монополь («штырь»).

Для работы станции требуются два оператора. Первый оператор обслуживает пост радиомониторинга для обнаружения ИРИ, второй оператор обеспечивает обслуживание командно-исполнительного пеленгационного оборудования. Для развертывания станции требуется команда из 4 человек. Развертывание станции занимает 3 часа (с учётом ориентации антенно-фидерных элементов).

Всенаправленная активная рамочная антенна тракта наблюдения монтируется на крыше КУНГа станции.

Электропитание станции осуществляется через источник бесперебойного питания от промышленной сети 220В, 50Гц или от электростанции.

Программное обеспечение станции разработано с использованием современных компьютерных технологий и функционирует под управлением OS Windows 10. 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 «Укол-РК» 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. Расчет пеленга на обнаруженный ИРИ выполняется практически без приостановки сканирования частот, что достигается путем использования высокоскоростных серверов на базе Intel Core i7 3.6 ГГц.

Автоматическая работа станции «Укол-РК» базируется на спектрально-статистическом алгоритме, который использует пространственные FFT характеристики группового сигнала, что позволяет обнаружить выход в радиозфир нового сигнала на фоне работающих станций.

Приемные системы обнаружителя-пеленгатора и исполнительного пеленгатора построены на основе 10-ти аналоговых преселекторов с DDC-трактами прямого преобразования частоты с последующей цифровой обработкой сигнала.

Разрядность аналого-цифрового преобразователя в трактах приемных системы обнаружителя-пеленгатора и исполнительного пеленгатора – 16 bit.

ГЛАВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

- Максимальная скорость обзора частот: **500 МГц/с**;
- Моноимпульсный принцип пеленгования, обеспечивающий обнаружение и пеленгование импульсных и ППРЧ (FH) сигналов длительностью **3 мс**;
- Параллельная работа систем обнаружения-пеленгования и командно-исполнительного пеленгования;
- Автоматическое определение координат (методами **триангуляции** и **SSL**);
- Пропускная способность обнаружителя-пеленгатора **> 1000 ИРИ/час**;

НАЗНАЧЕНИЕ

Подвижная HF станция радиоконтроля «Укол-РК» способна решать следующие задачи:

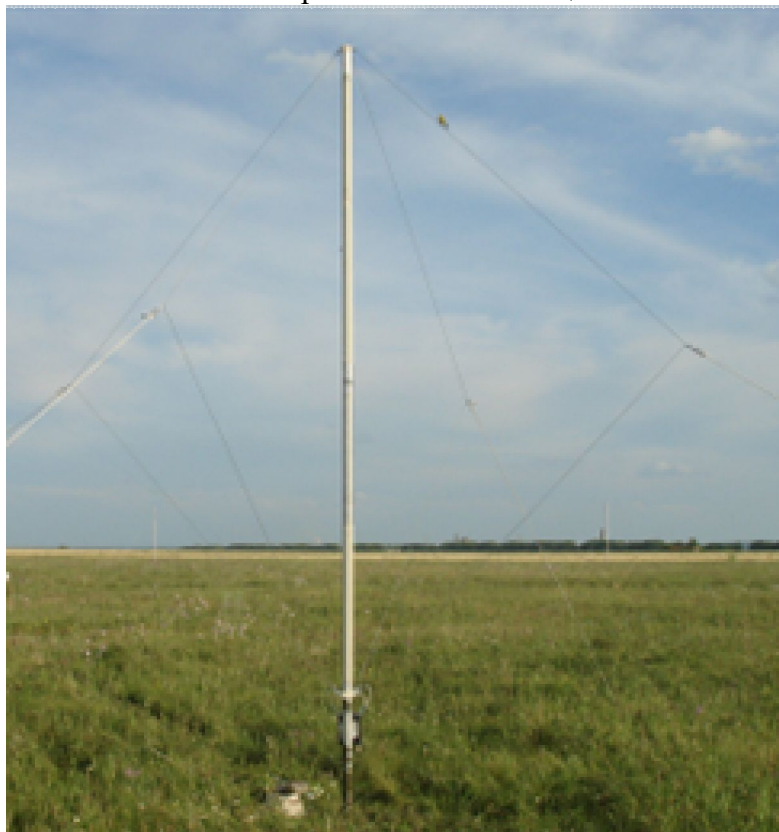
- Контроль за радиоэлектронной обстановкой района в пределах радиовидимости до 30-50 км и более 100...150-2000 км (прием ионосферных волн);
- Поиск, обнаружение и пеленгование новых источников радиоизлучений (ИРИ) в заданных участках HF диапазона частот (1,5–30 МГц);
- Командно-исполнительное пеленгование вновь обнаруженных сигналов, а также по командам системы синхронного пеленгования комплекса «Восток» (опция);
- Контроль за работой известных, поставленных на наблюдение, источников излучений;
- Вскрытие режимов излучения и состава радиосетей, работающих на фиксированных (Conventional) и «прыгающих» частотах (Frequency Hopping), с выделением отдельных источников по частотно-пеленговой панораме;
- Регистрация сигналов на выходах аудио и промежуточной частоты приемника слежения;
- Проведение технического экспресс-анализа сигналов ИРИ в реальном масштабе времени;
- Определение координат местонахождения ИРИ с отображением на карте местности (в том числе методом SSL, при наличии данных прогноза ионосферного зондирования);
- Управление параметрами и режимами работы, сбор информации от ведомых станций пеленгаторной сети, используя каналы предоставленные Заказчиком;
- Автоматизированная обработка и документирование данных о радиоэлектронной обстановке.



СОСТАВ СТАНЦИИ

- 1) HF пеленгаторная антенно-фидерная система, состоящая из 10-ти комбинированных рамочных антенных элементов ($h=4$ м, $S=9$ м²),
 - 2) Блок широкополосных входных устройств, разветвления и коммутации пеленгаторной АФС
 - 3) HF всенаправленная рамочная антенна
 - 4) Антенный разветвитель и коммутатор всенаправленной антенны,
 - 5) Стойка 10-ти трактового панорамного обнаружителя-пеленгатора
 - 6) Стойка 10-ти трактового исполнительного пеленгатора,
 - 7) HF приемник слежения «Восход» – 2 шт.,
 - 8) Два рабочих места оператора для обработки HF сигналов на базе промышленных компьютеров,
 - 9) Кнопочный пульт оперативного управления потоком заявок обнаружителя,
 - 10) Навигационное устройство (GPS-приемник с антенной, электронный компас),
 - 11) Два источника бесперебойного питания,
 - 12) Комплект монтажных частей, соединительных кабелей и ВЧ-фидеров,
 - 13) Комплект запасных частей и принадлежностей (в т.ч. полевой гетеродин),
 - 14) Эксплуатационная документация (руководства по эксплуатации и применению),
 - 15) Специальное программное обеспечение станции (копия инсталляционных программ на Flash-диске),
- Примечание. Автомобиль с КУНГом и систему энергоснабжения предоставляет Заказчик.

Рамочная пеленгаторная антенна станции «Укол-РК»



Стойка обнаружителя-пеленгатора



Вид рабочего места оператора поста поиска станции «Укол-РК»



ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

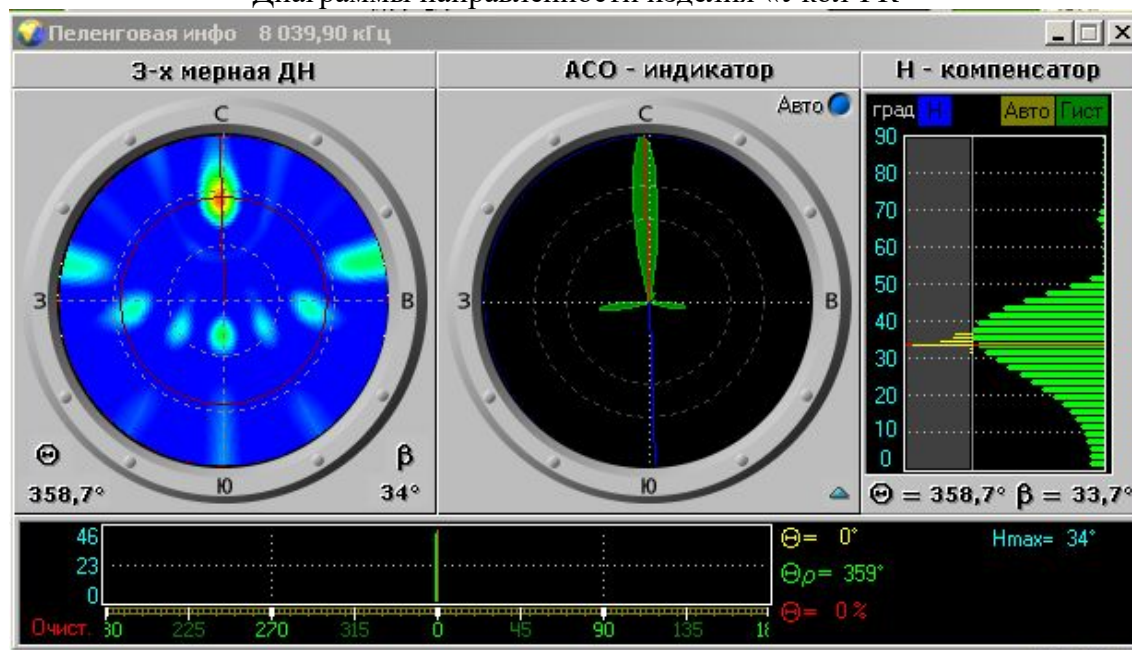
HF панорамный обнаружитель-пеленгатор сигналов:

- Диапазон рабочих частот 1.5 - 30 МГц
- Количество приемных трактов: 10 трактов для обнаружения и пеленгации
- Вероятность обнаружения сигналов ($T=1$ с, $\Delta F_{обз}=10$ МГц, $SNR=10$ дБ) > 0.98
- Вероятность обнаружения и пеленгования сигналов ППРЧ ($V=20\dots300$ скачков/с) >0,9
- Скорость обзора (Scanning speed) с учетом спектрально-статистической и пространственной обработки обнаруженных сигналов (устанавливается оператором):

Скорость обзора (Scanning speed), МГц/с	500	250	125	60	30
Частотное разрешение (Frequency resolution), Гц	1000	500	250	125	62,5
Число усреднений (Averaging)	3	3	3	3	2

- Минимальная длительность сигнала ($\Delta F_{обз}=2400$ кГц) 3 мс
- Инструментальная ошибка пеленгования сигналов: 1.0° (СКО)
- Чувствительность по ЭМ-полю (3-30 МГц) 0.3..5 мкВ/м
- Чувствительность радиотрактов (Sensitivity), $SNR=10$ дБ 0.4 мкВ
- Полоса одновременного обзора частот (Real time BW) 2400 кГц
- Динамический диапазон по интермодуляции 3-го порядка: > 90 дБ
- Разрядность ADC цифровых трактов 16 bit
- Динамический диапазон уровней принимаемых сигналов > 120 дБ
- Подавление побочных каналов приема > 90 дБ
- Относительная нестабильность частоты $2.0 \cdot 10^{-7}$
- Время перестройки синтезатора частоты приемника 0.2 мс
- Спектральная плотность шумов гетеродина (при отстройке 1 кГц) -115 дБс/Гц
- Оценка качества обнаруженного сигнала СКО Θ/U дБмкВ
- Дистанционное управление LAN Ethernet

Диаграммы направленности изделия «Укол-РК»



Командно-исполнительный радиопеленгатор:

• Диапазон частот	1,5-30 МГц
• Количество приемных трактов:	10 трактов для пеленгации
• Минимальная длительность пеленгуемого сигнала	5 мс
• Инструментальная ошибка пеленгования (СКО)	1.0° (СКО)
• Чувствительность по полю (3-30 МГц)	0,5-3 мкВ/м
• Чувствительность радиоприемных трактов (SNR=10dB)	0,4 мкВ
• Ширина полосы частот пеленгования	8/16 кГц
• Частотное разрешение пеленгуемых сигналов	10/20 Гц
• Динамический диапазон 3-го порядка	>90дБ
• Скорость обновления пеленговой диаграммы	25 кадров/с
• Разрядность ADC цифрового тракта	16 бит
• Динамический диапазон уровней принимаемых сигналов	>120 дБ
• Относительная нестабильность частоты	$2.0 \cdot 10^{-7}$
• Время установления синтезатора приемника и выравнивания каналов	60 мс
• Шаг перестройки частоты	1 Гц
• Спектральная плотность шумов гетеродина (при отстройке 1 кГц)	- 115 дБс/Гц
• Оценка качества пеленгования и приема сигнала	СКО Θ/U дБмкВ

НЧ аппаратура наблюдения и регистрации сигнала:

• Диапазон рабочих частот (Frequency range)	1.5-30 МГц
• Количество приемных каналов:	2 канала наблюдения-регистрации
• Чувствительность тракта наблюдения и регистрации по ЭМ-полю (3-30 МГц):	10..20 мкВ/м
• Скорость обновления пеленговой диаграммы: – без исполнительного пеленгатора	1-5 кадр/с
• Чувствительность радиотрактов (SNR=10 дБ)	0.4 мкВ
• Ширина полосы частот	0,1-16 кГц
• Относительная нестабильность частоты	$2.0 \cdot 10^{-7}$
• Динамический диапазон по интермодуляции 3-го порядка:	> 90 дБ
• Разрядность ADC цифрового тракта	16 bit
• Динамический диапазон уровней принимаемых сигналов	> 120 дБ
• Время перестройки частоты приемника	3 мс
• Шаг перестройки по частоте	1 Гц

Основные функции управления:

- 1) Установка рабочих поддиапазонов частот и списка приоритетных частот,
- 2) Ввод и редактирование списков запрещенных участков и фиксированных частот,
- 3) Выбор частотного разрешения и параметров усреднения (длительность кадра обзора),
- 4) Ввод параметров, по которым осуществляется прореживание потока заявок,
- 5) Обслуживание потока заявок (СБРОС/ВЫЗОВ, ВОЗВРАТ, МЕСТО, РЕГИСТРАЦИЯ),
- 6) Селекция заданных частотных фрагментов сигнала (помех) с помощью F-курсов, курсоров,
- 7) Селекция сигналов ИРИ в заданном азимутальном секторе с помощью Θ -курсов, курсоров,
- 8) Настройка по командам системы синхронного пеленгования
- 9) Управление составными элементами станции через интерфейсы приборных панелей.

Основные режимы индикации:

- 1) Индикация панорамы загрузки контролируемого диапазона частот в координатах: «азимут-частота» (в полярных или прямоугольных координатах), «амплитуда-частота»,
- 2) Индикация формы спектра и автокорреляционной функции анализируемого сигнала,
- 3) Цифровая индикация очереди заявок и параметров обнаруженных ИРИ и радиосетей,
- 4) Отображение результатов автоматической классификации сигналов и результатов измерения их параметров,
- 5) Отображение карты контролируемого района с координатами обнаруженных ИРИ и азимутальными «засечками» станций пеленгаторной сети,
- 6) Индикация таблицы выявленных источников радиоизлучений для постановки радиопомех.

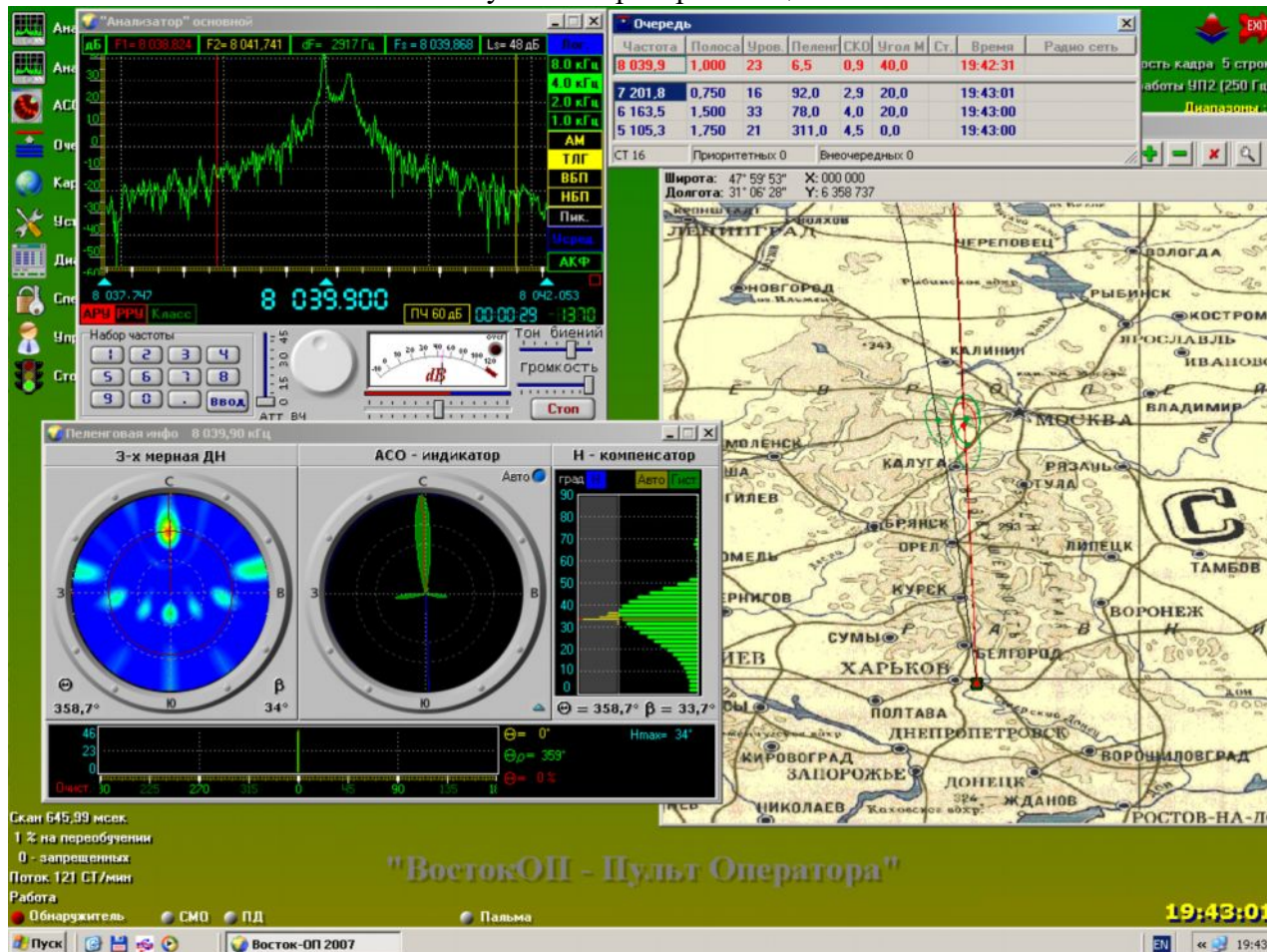
Общие требования

- Электропитание
- Суммарная потребляемая мощность станции
- Суммарный вес аппаратуры станции
- Диапазон рабочих температур:
 - пульт управления
 - аппаратура станции
 - антенно-фидерные системы

однофазная сеть
220 В ±15%, 50 Гц
не более 1600 ВА
не более 1200 кг

+ 5 °С ... + 50 °С
– 10 °С ... + 50 °С
– 40 °С ... + 60 °С

Рабочий стол пульта оператора станции «Укол-РК»



ООО «Научно-технический центр радиотехнических систем АН ПРЭ»

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

☎ +38 (057) 732-25-53, факс +38 (057) 732-68-63, E-mail: ntcrts@kharkiv.com