



Семинар МСЭ «Обеспечение беспомеховой работы радиосредств на современном этапе развития»

10 – 11 апреля 2019, Минск, Республика Беларусь

Основные направления и технологии обеспечения беспомеховой работы радиосредств

Кизима Станислав Васильевич
Научный консультант ФГУП НИИР
доктор технических наук
Эксперт МСЭ



1. Радиопомеха как категория действующей системы обеспечения надлежащего использования РЧС

Определения, Проблема, актуальность

2. Направления и технологии обеспечения беспомеховой работы действующих и планируемых к применению радиосредств

3. Перспективные технологии мониторинга помеховой обстановки



1. Радиопомеха как категория действующей системы обеспечения надлежащего использования РЧС

Радиопомеха/Помеха:

сложная категория определяемая:

- множеством разнородных источников, в т.ч. имеющих различную физическую природу,
- различными спектральными характеристиками и характеристиками в факторе времени и пространства,
- различными уровнями негативных эффектов,
- различной степенью воздействия на РЭС, подверженные влиянию помех.

Радиопомеха/Помеха:

Главная угроза надежной, безотказной, устойчивой работе действующих РЭС и радиосетей

Высокий уровень затрат на поиск источников и прекращение действия помех



Примеры определений:

Определение 1

***Радиопомеха** - воздействие электромагнитной энергии на прием радиоволн, вызванное одним или несколькими излучениями, проявляющееся в любом ухудшении качества радиосвязи, ошибках или потерях информации, которых можно было бы избежать при отсутствии воздействия такой энергии.*

(Регламент радиосвязи).

***Радиопомеха (помеха)** - электромагнитная помеха (электромагнитное явление или процесс, которые снижают или могут снизить качество функционирования технического средства) в диапазоне радиочастот*

(ГОСТ 24375-80 Радиосвязь Термины и определения).



Примеры определений:

Определение 2

Радиопомеха – излучение от действующего источника радиоизлучения (РЭС, ИИП, ВЧУ, др. ИРИ) с параметрами излучения, выходящими за пределы норм установленных действующими нормативно-правовыми и разрешительными документами.

(Практика - Реализация в СРК).

Взаимодополняемость определений:

В условиях высокой плотности занятости и загруженности РЧС:

Нарушение норм параметров излучений = радиопомеха



Определения:

Взаимосвязь категорий:

Определение 1

«**Помеха** - Радиоизлучение

«Радиоизлучение – **Потери/РЭС**»

Определение 2

«**Помеха** – Радиоизлучение/ИРИ»

Радиоизлучение/ИРИ – **Нормы**»

Практическая направленность определений:

Выявление и

Инициирование активности



Практическая направленность определений:

Выявление и инициирование активности:

Определение 1: «Радиопомеха – РЭС/Потери»

Выявление и инициирование активности:

Пользователь РЭС:

- Заявка на поиск и устранение помехи/потерь
- Инициирование оперативного задания на поиск и прекращение действия помехи по Заявке пользователя РЭС

Определение 2: «Радиопомеха – Нормы параметров излучений»

Выявление и инициирование активности:

Система радиоконтроля:

- Инициирование оперативного задания на поиск и прекращение действия помехи



Источники помех:

РЭС:

Легитимно действующие:

*Неточности/Допущения частотно-территориального планирования
Действие неисправных РЭС*

Нелегитимно действующие:

*Действие РЭС без разрешительных документов
Действие РЭС запрещенных к применению/не сертифицированных
Действие РЭС с нарушениями норм ЧТП*

Нарушения:

- умышленные*
- неумышленные*

Генераторы/постановщики помех и ложных радиосигналов/Станции преднамеренных помех

Другие ИРИ (ИИП, ВЧУ и др.):

*Использование неисправных ВЧУ, ИИП
Использование ВЧУ, ИИП с параметрами излучений, выходящими за пределы установленных норм
Использование ВЧУ, ИП не прошедших сертификационные испытания*



Семинар МСЭ «Обеспечение беспомеховой работы радиосредств на современном этапе развития»

10 – 11 апреля 2019, Минск, Республика Беларусь

Классификация помех:

- ✓ *Допустимые/приемлемые/вредные*
- ✓ *Преднамеренные/не преднамеренные*
- ✓ *Внутренние/внешние*
- ✓ *По источникам - от РЭС/ИИП/ВЧУ/других ИРИ*
- ✓ *По ширине спектра – широкополосные, узкополосные*
- ✓ *По времени действия – импульсные, кратковременные, постоянные*
- ✓ *По пространственной избирательности действия*
- ✓ *По уровню негативного эффекта/воздействия*



Семинар МСЭ «Обеспечение беспомеховой работы радиосредств на современном этапе развития»

10 – 11 апреля 2019, Минск, Республика Беларусь

Взаимосвязь категорий:

«РЭС-Нормы параметров излучений-Помеха-Потери-Уровень угрозы»

Актуальность/Задачи/Направления:

Помехи/Потери/Угрозы:

Недопущение/минимизация:

- *Предупреждение помех - ЧТП*
- *Оперативное выявление и устранения действия - РК*
 - *Минимизация времени действия*
- *Минимизация уровня угрозы/объема негативного эффекта/ воздействия -*
 - *Помехозащищенность, Помехоустойчивость - РЭС*



Семинар МСЭ «Обеспечение беспомеховой работы радиосредств на современном этапе развития»

10 – 11 апреля 2019, Минск, Республика Беларусь

Пространственность действия/пространственность оценок для категорий РЭС, Помеха, ПМО

Радиочастотное пространство: «Полоса частот-территория-время»

Избирательность отношений:

«Единичное РЭС – Помеха действующей РЭС»

«Множество РЭС/ИРИ в территориальном районе – Помеховая обстановка»

Оценивание: - в точке,
- в территориальном районе:



Помеховая обстановка:

совокупность электромагнитных явлений и источников излучений (местоположение, ТТХ) в определенной (заданной) области радиочастотного пространства, снижающих качество функционирования РЭС.

Помеховая обстановка:

Помехи: Отсутствие/Наличие/Количество/Источники/Характеристики излучения.

РЧС и РЭС под воздействием помех: Объем/Масштаб поражения/Перечень РЭС и Степень негативного воздействия на РЭС.

В координатах радиочастотного пространства:

- Частоты, Зоны действия, Время действия, Мера/Количество угрозы/ущерба,
- Местоположение и ТТХ источников помех,
- Местоположение и ТТХ РЭС испытывающих помехи, Степень негативного влияния, Области радиочастотного пространства подверженные помехам (в факторе времени: помехи в прошлом, помехи в настоящем, угроза помех в будущем).



Факторы усложнения ПМО:

Рост загруженности РЧС,
Усложнение РЭО,
Усложнение ЭМО,

Следствие - Усложнение ПМО

Беспомеховая работа:

- ✓ Отсутствие помеховых излучений для действующих РЭС и радиосетей
- ✓ Соблюдение условий ЭМС РЭС
 - согласно требованиям НТД
 - в радиочастотном пространстве



2. Направления обеспечения беспомеховой работы и ЭМС РЭС:

Установление/Соблюдение/Контроль Норм

Параметров излучений РЭС

- Нормы: Предельные уровни излучений

Занятость и Загруженность РЧС

- Нормы: Частотный разнос

Радиоэлектронная обстановка (РЭО)

*- Нормы: Территориальный разнос,
Местоположение*

Электромагнитная обстановка (ЭМО)

- Нормы: Соотношение сигнал-шум

Помеховая обстановка (ПМО)

- Нормы: Отсутствие помех

Дополнительно

*- Нормы: Разделение по приоритетности
Разделение по поляризации
Разделение по времени*



3. Направления и технологии обеспечения беспомеховой работы радиосредств

НТД и НПД:

3.1. Разработка, ввод в действие, актуализация нормативно-правовых и нормативно-технических документов устанавливающих правила и порядок обеспечения надлежащего использования РЧС:

Правила и порядок использования РЧС действующими РЭС, ВЧУ, ИИП, ИРИ

Субъектность – Пользователи:

РЧС, РЭС, ВЧУ, ИИП, ИРИ

Задачи регулирования и обеспечения надлежащего использования РЧС, уполномоченные организации и службы

Субъектность – Регулятор:

Уполномоченные

организации/Службы регулятора



Учет/Планирование/Контроль:

3.2. Установление параметрических Норм

3.2.1. Определение критериев и условий обеспечения нормальной работы и ЭМС типов РЭС

Основные технологии:

Сертификационные и др. испытания РЭС, ВЧУ, ИИП, ИРИ

- Оценка потенциальной возможности генерации помех
- Определение уровней чувствительности к воздействию внешних излучений, уровня помехозащищенности и помехоустойчивости:
 - *Установление/подтверждение ТТХ типов РЭС, ВЧУ, ИИП*
 - **Установление норм параметров излучений для типов РЭС, ВЧУ, ИИП с учетом требований НТД**
 - **Установление норм параметров излучений других ИРИ допустимых для данного типа РЭС с учетом требований обеспечения нормальной работы РЭС**



Учет/Планирование/Контроль:

3.2. Установление и учет параметрических Норм

3.2.2. Частотно-территориальное планирование использования РЭС, Учет действующих и планируемых к применению РЭС, ВЧУ, ИРП,

Основные технологии:

Автоматизированные технологии планирования и анализа радиосетей,

Модели распространения радиоволн,

Условия и критерии электромагнитной совместимости,

Геоинформационные технологии и цифровые карты местности

- Установление норм параметров излучений и местоположений

РЭС в рамках ЧТП исходя из требований обеспечения ЭМС

- Расчет ЭМС и вероятных источников радиопомех

Автоматизированные технологии и БД

организации учета, хранения и актуализации данных о РЭС, ВЧУ, ИИП, ИРП (типы, местоположение, принадлежность, ТТХ, разрешительные документы на использование).



Учет/Планирование/Контроль:

3.3. Контроль соблюдения установленного порядка и правил использования РЧС, РЭС, ВЧУ ИИП, ИРИ

Основные технологии контроля с учетом:

«Субъектность-Инициирование Активности»

3.3.1. Пользователи РЭС

3.3.2. Система радиоконтроля

3.3.3. Действующие РЭС (*M2M, IoT*)



2.3.1. Пользователи РЭС:

Поиск и устранение помех по Заявкам пользователей РЧС и РЭС

Основные технологии:

Автоматизированные технологии взаимодействия Пользователей РЧС и организаций уполномоченных в области РК

*Прием Заявок на поиск помех,
Автоматизация/оперативность/удобство.*

Автоматизированные технологии БД, РТИ и РК

*Учет заявок на помехи,
БД учета помех, технологии идентификации помех*

*Расчет вероятных источников помех по БД Учета РЭС,
Идентификация помех по БД учета помех,
Идентификация помех по событийному принципу,
(БД учета РЭС, БД РТИ и РК, БД учета помех).*

Технологии измерений параметров излучений, технологии спектрального анализа излучений, технического анализа сигналов,

Технологии геолокации, технологии поиска местоположения источников помех, Пеленгование, геолокация ИРИ и ИРП



2.3.2. Система радиоконтроля:

Контроль норм параметров излучений – Мониторинг РЧС

Основные технологии:

Автоматизированные технологии радиоконтроля:

Технологии Мониторинга РЧС, технологии обнаружения, распознавания, идентификации источников радиоизлучений, выявление нарушений и помех,

Измерение параметров излучений, спектральный анализ излучений, технический анализ сигналов,

Автоматизированный/Автоматический режим работы

Инициирование оперативных заданий на поиск местоположения источников помех и инициирование прекращения их действия

Расчет вероятных источников помех по БД Учета РЭС,

Идентификация помех по БД учета помех,

Идентификация помех по событийному принципу,

(БД учета РЭС, БД РТИ и РК, БД учета помех)



2.3.3. Действующие РЭС (M2M, IoT):

Контроль выполнения условия ЭМС - Краудсорсинг

Основные технологии:

Краудсорсинговые технологии:

Определение ухудшения условий радиосвязи ввиду наличия помех и повышения электромагнитного шумового фона,

Фиксация времени, координат места, уровня негативного эффекта/потерь/угрозы,

Передача данных в специальный центр сбора, обработки данных,

Инициирование мероприятий по поиску и устранению действия помех.



Семинар МСЭ «Обеспечение беспомеховой работы радиосредств на современном этапе развития»

10 – 11 апреля 2019, Минск, Республика Беларусь

3. Перспективные технологии радиоконтроля

3.1. Технологии радиоконтроля: Мониторинг РЧС

Автоматический режим: обнаружение, распознавание и идентификация источников радиоизлучений, выявление нарушений и помех, журнал учета событий

Средства радиоконтроля: "Радян-М"

Скриншот программного обеспечения "Радян-М" для мониторинга радиочастот. Интерфейс включает:

- Спектрограмму с графиком уровня сигнала (дБмкВт) по частоте (МГц).
- Карту с геолокацией обнаруженных источников.
- Журнал событий с таблицей параметров обнаруженных радиосредств.

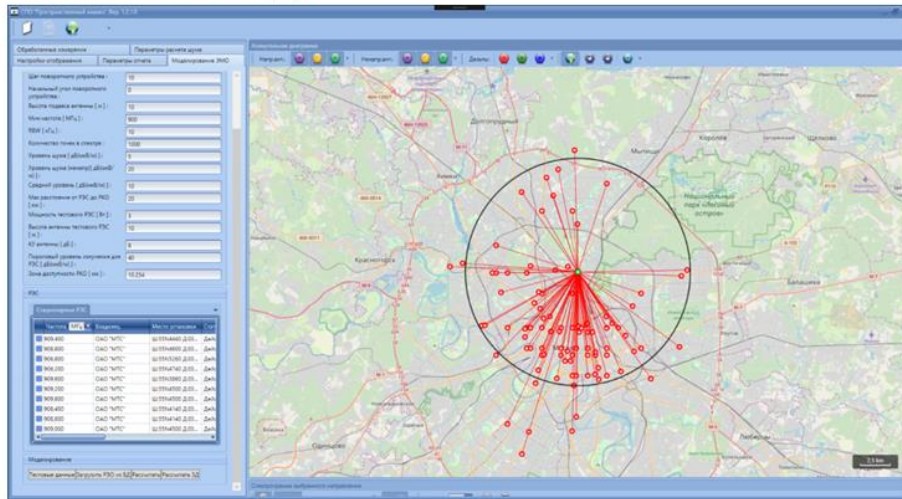
№	Время	Сигнал	Идентификация по БСД	Контроль нормы параметров сигнала
1297	06.12.2017 1...	Частота 93.60 МГц Полоса 88 - 99 МГц	ООО "Тавна РБ", Москва, ул. Академика Королева, д. 15 (Ост...	Параметры сигнала в норме.
1296	06.12.2017 1...	Частота 93.99 МГц Полоса 88 - 99 МГц	ООО "Электрон", Москва, ул. Дельфина Бедного, д. 24, Москва	Параметры сигнала в норме.
1295	06.12.2017 1...	Частота 94.41 МГц Полоса 88 - 99 МГц	ООО "Литературная коллекция", Москва, ул. Дельфина Бедно...	Параметры сигнала в норме.
1300	06.12.2017 1...	Частота 94.80 МГц Полоса 88 - 99 МГц	ООО "РУ ФМ", Москва, Останкино, Москва	Параметры сигнала в норме.
1301	06.12.2017 1...	Частота 95.20 МГц Полоса 88 - 99 МГц	ООО "Классик Рок", Москва, Останкино, Москва	Параметры сигнала в норме.
1302	06.12.2017 1...	Частота 95.59 МГц Полоса 88 - 99 МГц	ОАО "ТК ВС РБ "ЗВЕЗДА", Балашиха г., Балашиха, Московск...	Параметры сигнала в норме.
1303	06.12.2017 1...	Частота 95.98 МГц Полоса 88 - 99 МГц	ООО "Радио центр", Балашиха г., с. Объявление, д. 3 (РЦ № 1...	Параметры сигнала в норме.
1304	06.12.2017 1...	Частота 96.40 МГц Полоса 88 - 99 МГц	ЗАО "ОМЕГА-СТЪ", Москва, ул. Дельфина Бедного, д. 24, стр...	Параметры сигнала в норме.
1305	06.12.2017 1...	Частота 96.80 МГц Полоса 88 - 99 МГц	ООО "Ауре-Радио", Балашиха г., с. Балашиха, Московская обл.	Параметры сигнала в норме.



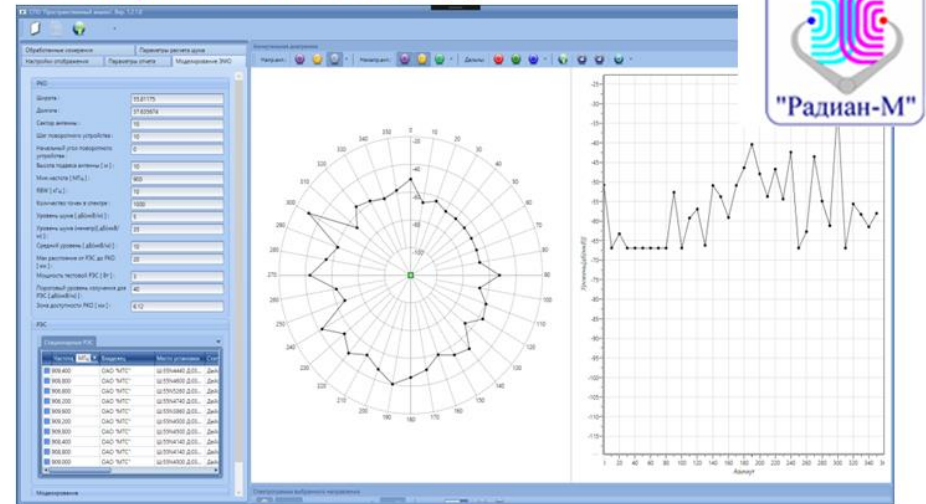


3.2. Технологии радиоконтроля: Контроль ЭМО по РТИ

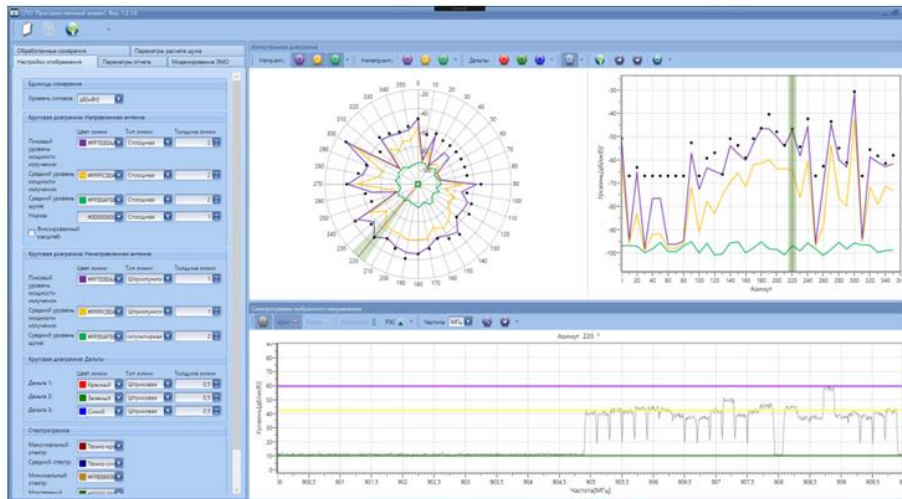
1. РЭО по ФБД:



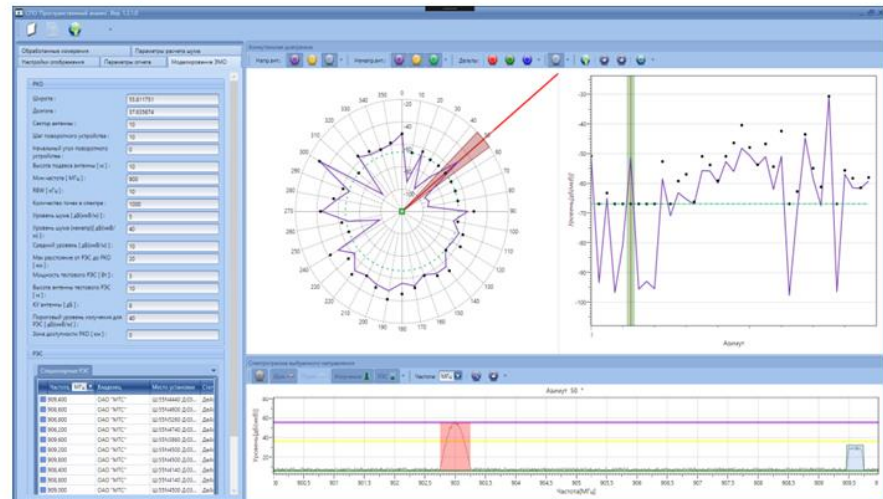
2. Нормы ЭМО по ФБД



3. ЭМО по РТИ и Нормы ЭМО по ФБД:



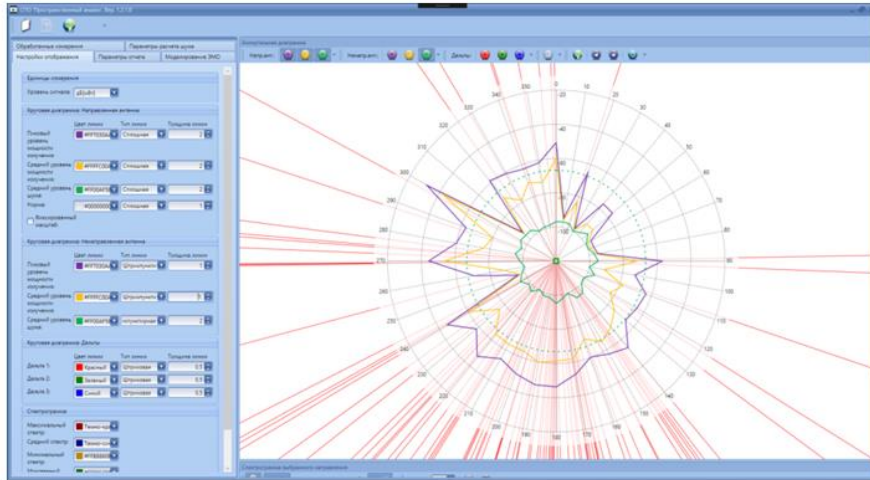
4. Нормы ЭМО и ЭМО по РТИ + Помеха



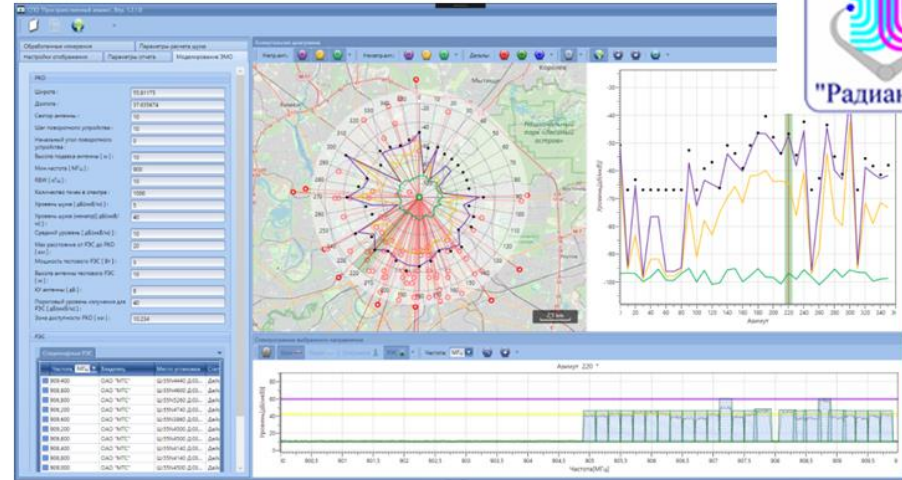


3.3. Технологии радиоконтроля: Контроль РЭО по РТИ

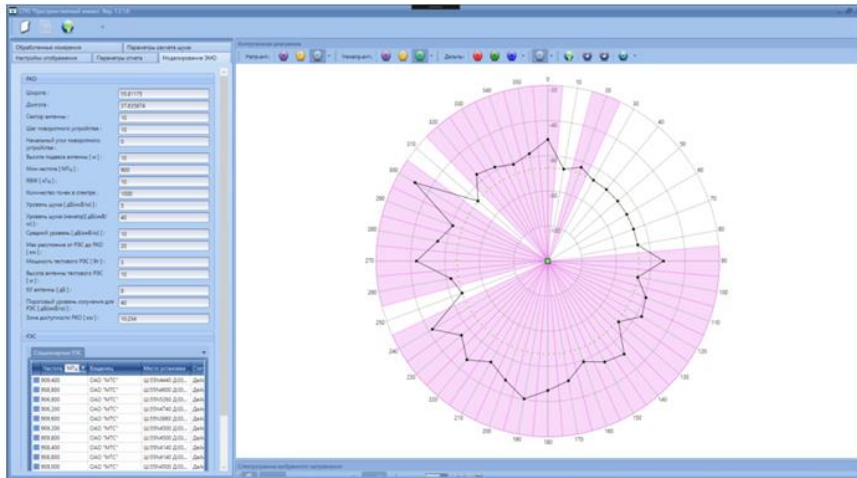
5. ЭМО по РТИ и РЭО по ФБД:



6. ЭМО по РТИ и РЭО по ФБД:



7. РЭО по РТИ и Нормы ЭМО по ФБД:



8. Помеха по РТИ и РК:



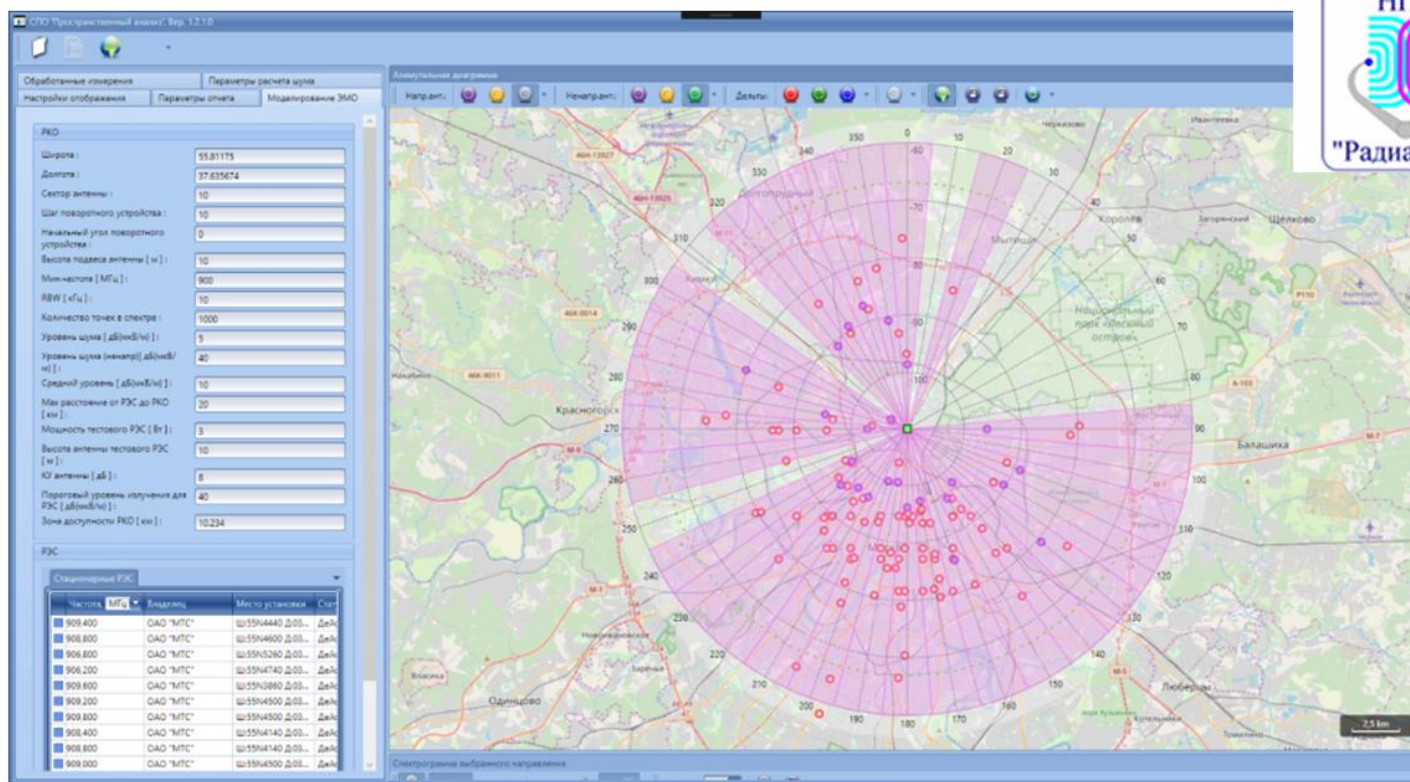


Семинар МСЭ «Обеспечение беспомеховой работы радиосредств на современном этапе развития»

10 – 11 апреля 2019, Минск, Республика Беларусь

3.4. Технологии радиоконтроля: Контроль РЭО по РТИ

9. РЭО по РТИ





Динамичность особенностей помеховой обстановки:

Цитата:

«В настоящее время

наблюдается значительный рост количества РЭС широкополосного беспроводного радиодоступа, многие операторы предоставляющие высокоскоростной доступ в сеть интернет стараются «уходить» на неразрешенные для работы каналы, что провоцирует создание помеховой обстановки для легитимно действующих РЭС.

так же на данный момент внедряются новые стандарты (ac/ax), начинается эксплуатация новых полос частот (6100-6400 МГц). Перечень нестандартных полос частот в которых участилось применение точек доступа работающих на не разрешенных каналах:

2202-2697 МГц b/g/n, 4800-6100 МГц a/n/ac, 5500-6500 МГц a/n»



Заключение:

1. Отсутствие, своевременное выявление и устранение действия помех – одно из основных условий эффективного использования РЧС, РЭС и радиосетей.
2. Беспомеховая работа - взаимосвязь и качественное решение задач :
 - сертификационных испытаний типов РЭС и радиосетей, ИИП и других ИРИ,
 - частотно-территориального планирования применения РЭС и радиосетей,
 - Установления и контроля соблюдения установленных правил и норм использования РЧС, РЭС, ИИП и др. ИРИ

Перспективные технологии мониторинга помеховой обстановки :

Контроль параметров состояния загруженности РЧС, радиоэлектронной, электромагнитной и помеховой обстановки

Радиоконтроль в автоматическом режиме мониторинга РЧС, контроля соблюдения норм параметров излучений, оперативного обнаружение и устранение помех,

Краудсорсинговые технологии мониторинга и выявления ухудшения условий распространения и приема сигналов



Спасибо за внимание

Кизима Станислав Васильевич
Научный консультант ФГУП НИИР
доктор технических наук
Эксперт МСЭ
+7 916 531 43 68
StanislavKizima@mail.ru