



**НАЦИОНАЛЬНОЕ  
РАДИОТЕХНИЧЕСКОЕ БЮРО**

---

# **Пути и методы конверсии радиочастотного спектра для сетей LTE**

**Калугин Владимир Григорьевич, к.т.н.  
Заместитель генерального директора –  
главный инженер ЗАО «НРТБ»**

**16 мая 2012**

# Нормативно-правовые акты, касающиеся развития наземной подвижной широкополосной связи



**Решение ГКРЧ от 8.09.2011 г. №11-12-02**

Об использовании радиочастотного спектра радиоэлектронными средствами стандарта LTE и последующих его модификаций

**Решение ГКРЧ от 16.03.2012 г. №12-14-04**

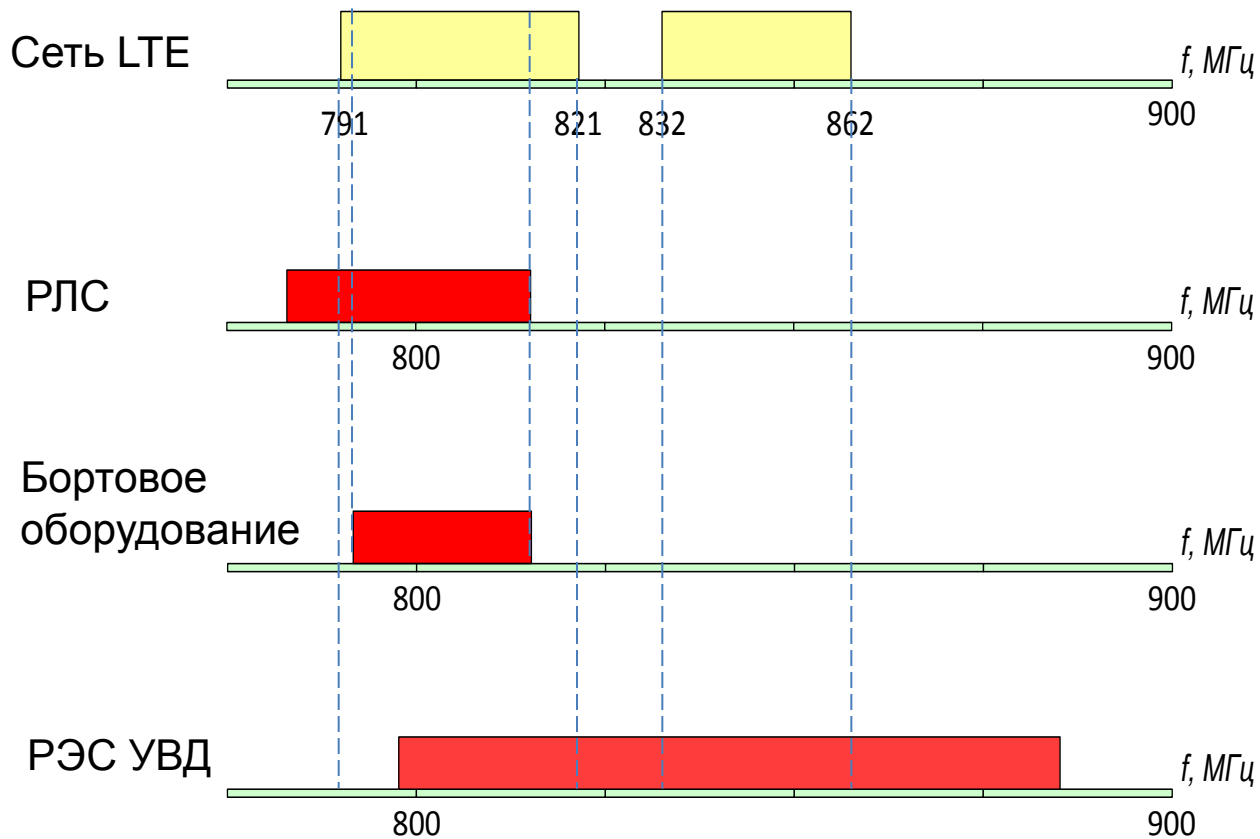
О ходе реализации мероприятий по проведению конверсии радиочастотного спектра в 2011 году и планируемых мероприятиях на 2012 год

**Всемирная Конференция радиосвязи 2012**

Резолюция 749 (пересм. ВКР-12) «**Использование полосы 790-862 МГц в странах Района 1 и в Исламской Республике Иран применениями подвижной службы и другими службами.**»  
 Приняты условия использования полосы частот 790-862 МГц в странах Района 1 и механизмы, обеспечивающие защиту существующих служб при использовании подвижной службы в данной полосе частот.  
 Подтверждено, что с 17 июня 2015 года действует распределение подвижной службе на первичной основе во всем Районе 1.

Резолюция COM6/8 (ВКР-12) «**Исследования вопросов радиочастотного обеспечения Международной подвижной электросвязи и других применений наземной подвижной широкополосной связи.**»  
 Поднят вопрос о дополнительном распределении спектра подвижной службе на первичной основе и определении доп. полос частот электросвязи (ИМТ), а также о разработке соответствующих регламентарных положений в целях содействия развитию применений наземной подвижной широкополосной связи.

## Загрузка полосы радиочастот 791-862 МГц

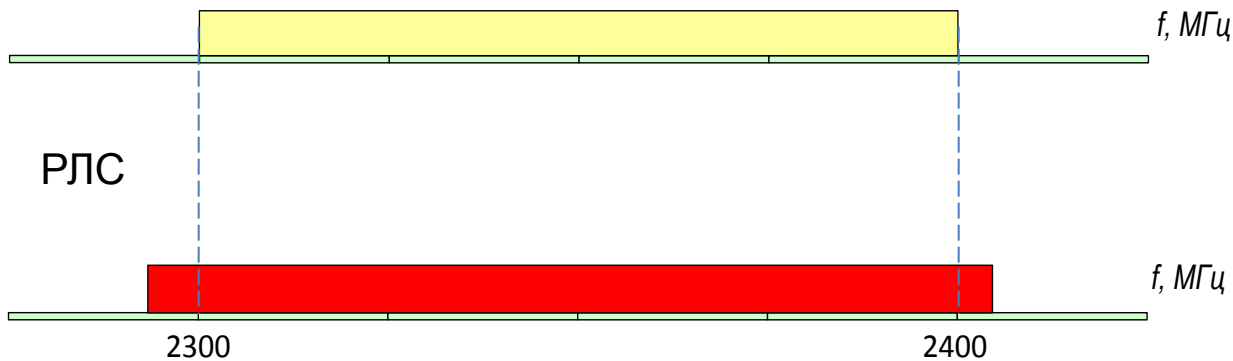


- РЭС различного назначения
- Сеть LTE

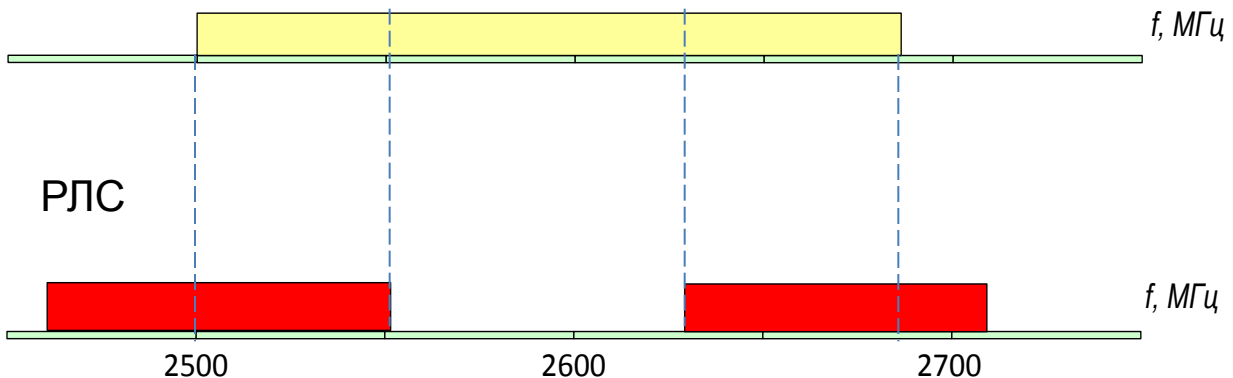
# Загрузка полос радиочастот 2,3-2,4 ГГц, 2,5-2,7 ГГц



РЛС



РЛС



- РЭС различного назначения
- Сеть LTE

## Пути и методы конверсии радиочастот



**Конверсия радиочастотного спектра** - совокупность действий, направленных на расширение использования радиочастотного спектра радиоэлектронными средствами гражданского назначения. (Федеральный закон о связи. Статья 2. п.5)

## Реализованные проекты НРЭТБ по конверсии РЧС

- 
- Более 250 летних экспериментальных исследований и организационно-технических мероприятий, что позволило обеспечить строительство сетей GSM-900 во всех субъектах РФ.
  - 37 цифровых радиорелейных линий и ВОЛС для высвобождения РЧС от радиорелейных станций устаревшего парка.
  - В 78 субъектах РФ проведены организационно-технические мероприятия для высвобождения РЧС для сетей IMT-2000/UMTS.
  - Проведены организационно-технические мероприятия для внедрения стандарта HSPA/HSPA+.
  - Проведены экспериментальные исследования в интересах Генеральных партнеров Олимпийских игр 2014 для строительства сети LTE в Краснодарском крае.

# Техническое оснащение НРТБ для конверсии РЧС

## Самолет-лаборатория

Оснащен автоматизированной системой летного контроля (АСЛК-75 НУ) и автоматизированным комплексом контроля электромагнитной обстановки.



## АСЛК-75 НУ

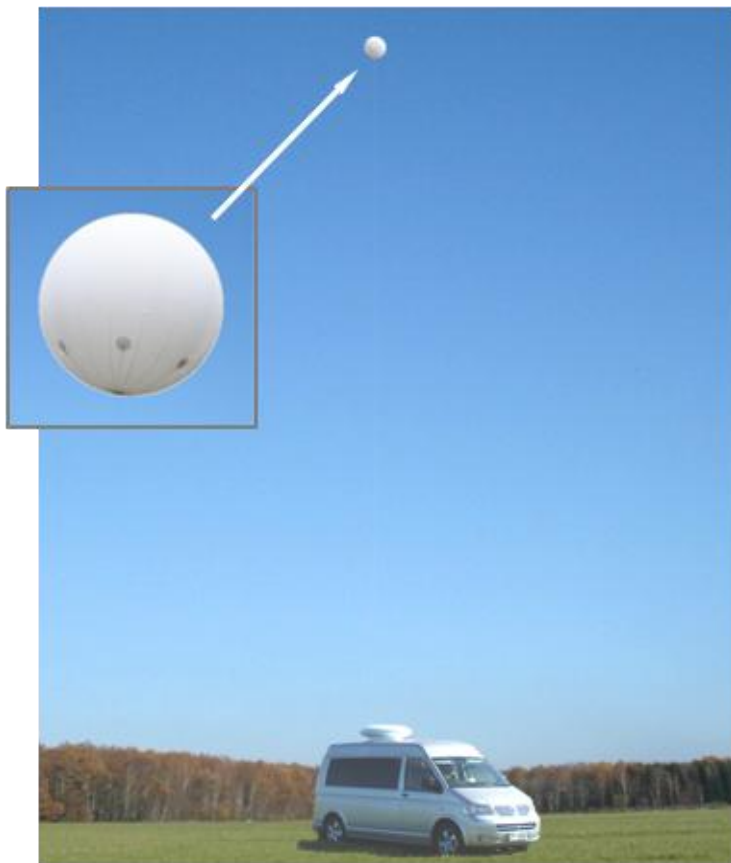
Автоматическая регистрация ЭМО в районах полётов.  
Выявление помех бортовым средствам связи, радионавигации и посадки.  
Анализ РЧС, оценка качества каналов радиосвязи и телевидения.



# Техническое оснащение НРТБ для конверсии РСЧ

## Беспилотный измерительный комплекс

Измерение и регистрация параметров ЭМО на высотах до 600 метров.



## Подвижный измерительный комплекс

Автоматизированный мониторинг ЭМО.

Определение местоположения источников радиопомех.

Измерение параметров радиоизлучений радиотехнического оборудования аэродромов.

Ведение базы данных результатов измерений и маршрута передвижения комплекса.

Пеленгование источников излучения.

Результаты мониторинга ЭМО и пеленгования отображаются на цифровых картах местности в реальном масштабе времени.



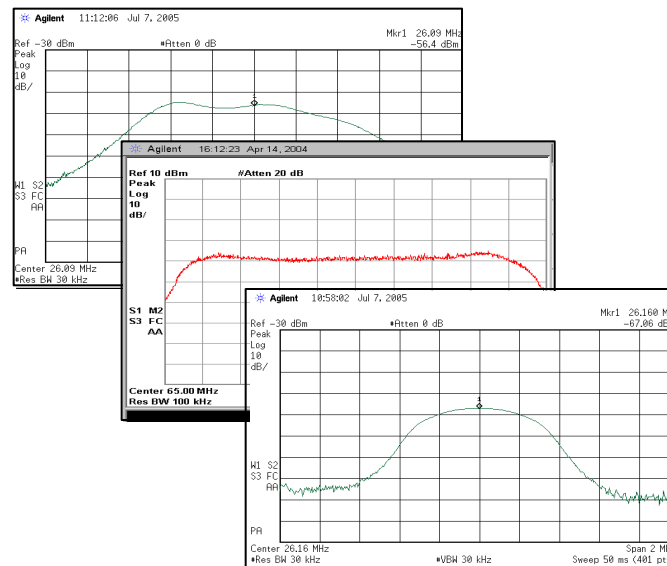
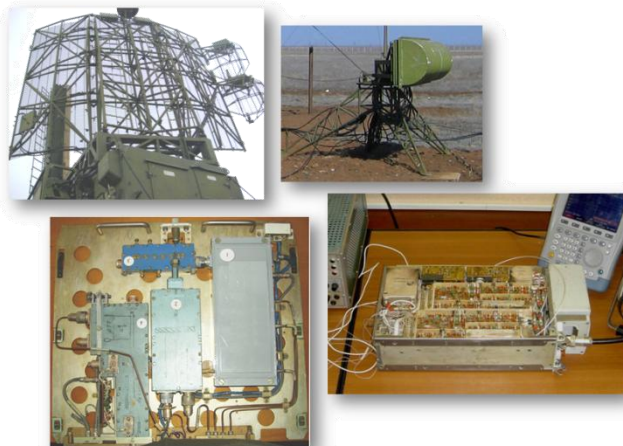


## Технические решения НРТБ для реализации конверсии РЧС для сетей LTE

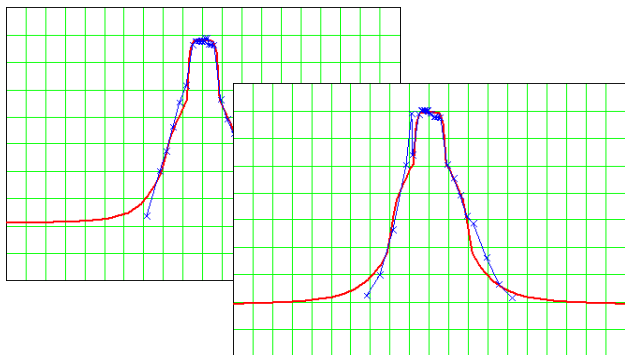
---

- Исследование радиочастотных трактов рецепторов помех и разработка решений по их модернизации.
- Создание математических моделей совокупного воздействия РЭС LTE на РЭС других радиослужб.
- Модернизация наземных радиомаяков авиационных систем инструментальной посадки.
- Разработка антенных систем со сниженными боковым и фоновым излучениями.
- Внедрение устройств преобразования поляризации излучений БС LTE для полос частот: 900, 2100, 2500-2700МГц.
- Модернизация радиочастотных трактов радиолокационных станций.
- Разработка программ и методик проведения натурных экспериментальных исследований.

# Определение параметров и характеристик РЭС, построение математических моделей



$$\begin{aligned}
 \Delta S_r(f, fc1, fc2) &:= 10 \log \frac{S_s(f, fc1) + S_f(f, fc2)}{10} & S_{sr}(f, fc1) &:= 10 \log \frac{S_s(f, fc1)}{10} & S_{ff}(f, fc2) &:= 10 \log \frac{S_f(f, fc2)}{10} \\
 S_{\Delta S_r}(fc1, fc2) &:= \int_{fc1-60 \cdot 10^6}^{fc1+60 \cdot 10^6} \Delta S_r(f, fc1, fc2) df & S_{S_{sr}}(fc1) &:= \int_{fc1-30 \cdot 10^6}^{fc1+30 \cdot 10^6} S_{sr}(f, fc1) df \\
 SF(fc1, fc2) &:= 10 \log \left( \frac{S_{\Delta S_r}(fc1, fc2)}{S_{S_{sr}}(fc1)} \right)
 \end{aligned}$$



# Специальное программное обеспечение, разработанное НРТБ



«Обеспечение оценки условий ЭМС РЭС сети LTE с РЭС различного назначения» (ЭМС-LTE), СКПШ.00015-01

«Обеспечение оценки условий ЭМС РЭС сети сухопутной подвижной радиосвязи стандарта “UMTS-900” с РЭС различного назначения» (ЭМС-900 UMTS), СКПШ.00012-01

«Оптимизация энергетических, пространственных показателей для обеспечения условий ЭМС РЭС сети сухопутной подвижной радиосвязи стандарта GSM-900 с БО РСБН» (GSM-900 оптимизация), СКПШ.00006-01

«Обеспечение оценки условий ЭМС РЭС сети сухопутной подвижной радиосвязи стандарта IMT-2000/UMTS с РЭС со сканирующей диаграммой направленности» (ЭМС-3G-СДН), СКПШ.00009-01

«Обеспечение оценки условий ЭМС РЭС сети сухопутной подвижной радиосвязи стандарта IMT-2000/UMTS с РЭС фиксированной службы» (ЭМС-3G-ФС), СКПШ.00001-01

«Обеспечение оценки ЭМС РЭС сети подвижной радиотелефонной связи стандарта IMT-MC-450» (ЭМС-IMT-MC-450), СКПШ.00004-01

«Формирование вариантов частотных назначений, обеспечивающих ЭМС РЭС сети сухопутной подвижной радиосвязи стандарта GSM-1800 с РЭС фиксированной службы» (ЭМС-GSM-1800-ФС), СКПШ.00010-01

«Обеспечение оценки ЭМС РЭС сети абонентского радиодоступа стандарта DECT» (ЭМС-DECT), СКПШ.00005-01

«Обеспечение оценки ЭМС РЭС сети сухопутной подвижной радиосвязи стандарта GSM-1800» (ЭМС-GSM-1800), СКПШ.00003-01

«Обеспечение оценки ЭМС радиорелейных линий» (ЭМС-РРЛ), СКПШ.00002-01

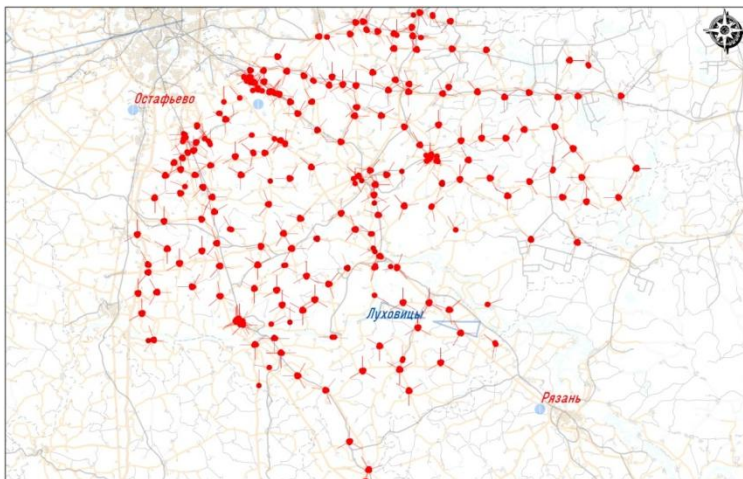
# Технические решения НРТБ для реализации конверсии



## Антенная система для наземных радиомаяков

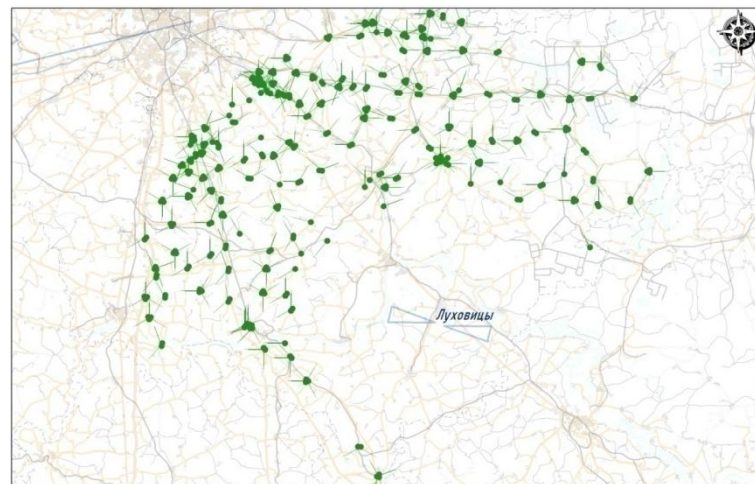
Повышает помехозащищенность систем инструментальной посадки самолетов.

### До модернизации



Сектора БС сети СПР стандарта GSM-900 с ограничениями на использование ЧК до начала работ

### После модернизации

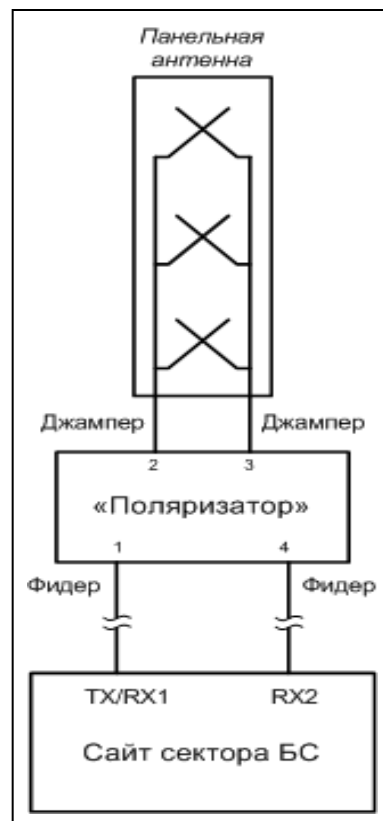
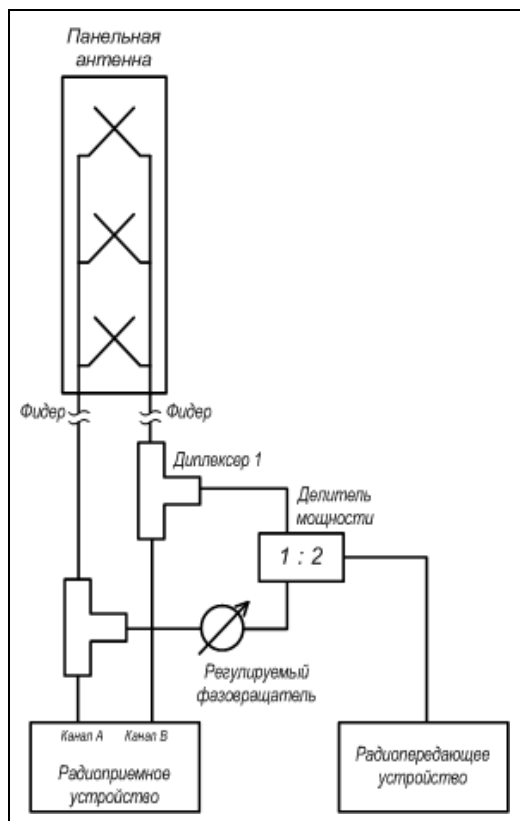


**Сектора БС** сети СПР (более 80%), **с которых сняты ограничения** после модернизации ГРМ и РД

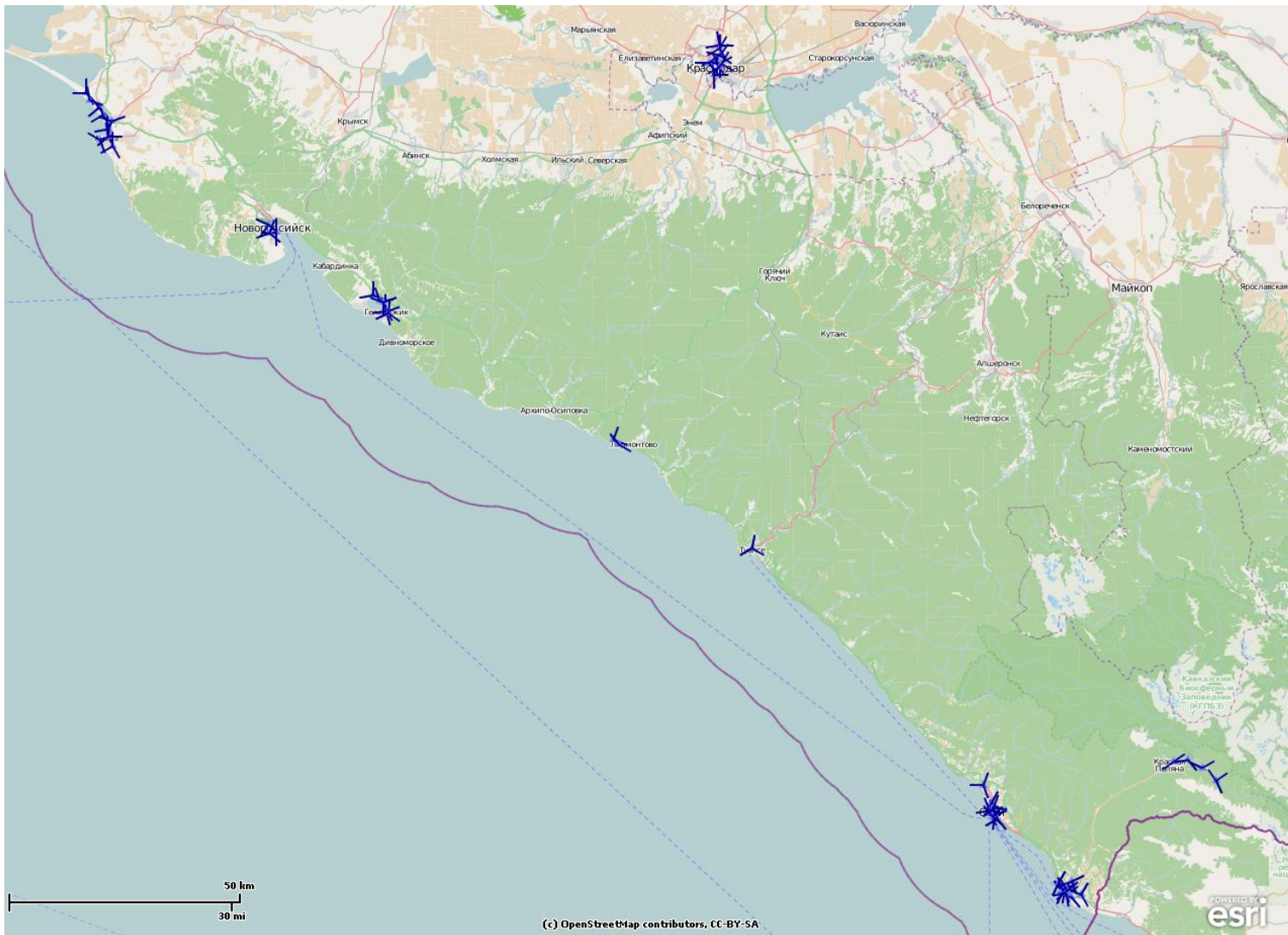
# Технические решения НРЭТБ для реализации конверсии

## Устройство преобразования поляризации (Поляризатор)

Снижает степень помехового воздействия РЭС подвижной связи на РЭС других радиослужб за счет поляризационной развязки излучений.



# Частотно-территориальный план сети LTE партнеров Олимпийских игр 2014 в Краснодарском крае

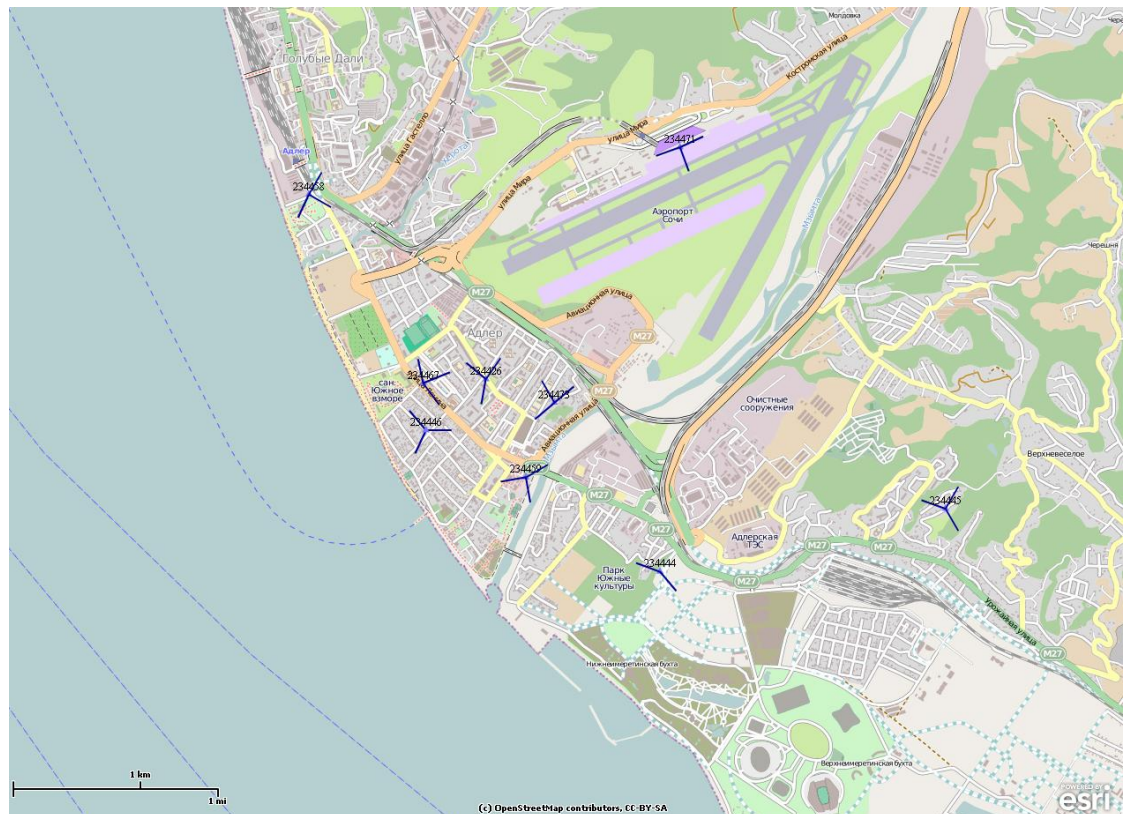


# Фрагмент частотно-территориального плана сети LTE в районе г. Адлер

До мероприятий по конверсии



**Доступный для использования частотный ресурс отсутствует**



■ Запрет на работу РЭС сети LTE    ■ Ограничение работы РЭС сети LTE

## Предложения по высвобождению полосы радиочастот 791-862 МГц для строительства сети LTE в Краснодарском крае

До мероприятий по конверсии



Доступный для использования частотный ресурс отсутствует

После проведения мероприятий по конверсии



Доступный для использования частотный ресурс – 25 МГц

- Запрет на работу РЭС сети LTE
- Ограничение работы РЭС сети LTE
- Нет ограничений на работу РЭС сети LTE





**НАЦИОНАЛЬНОЕ  
РАДИОТЕХНИЧЕСКОЕ БЮРО**

---

**Спасибо за внимание**

**Контакты**

г. Москва, ул. Б. Полянка, д.44/2, БЦ «Полянка»

Тел: +7 (495) 748 31 87

[www.nrtb.ru](http://www.nrtb.ru)

[info@nrtb.ru](mailto:info@nrtb.ru)