

ЗАО «Информационный Космический Центр «Северная Корона»

***Планирование сетей
подвижной профессиональной радиосвязи
Стандарта DMR***

**Гладкова Е. О.
Гриценко А.А.
Жиров В.А.
Молотков Ю.А.**

6-7 октября 2011 г, Москва

**Четвертый международный форум и выставка
ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ МОБИЛЬНАЯ РАДИОСВЯЗЬ (PMR)**



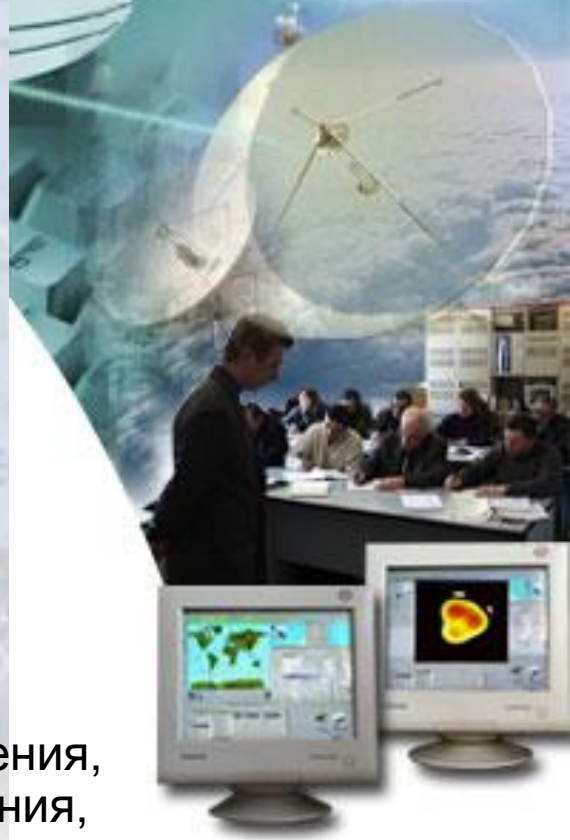
*ЗАО « Информационный
Космический Центр
« Северная Корона »*

Сфера деятельности

проектирование и планирование
радиосистем передачи информации
(спутниковых и наземных)

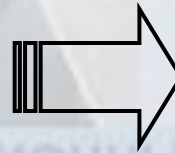
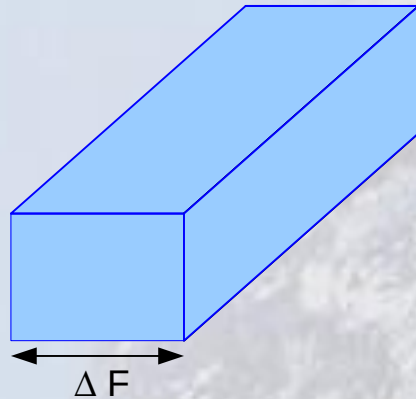
Направления работ

- разработка методического обеспечения,
- разработка программного обеспечения,
- выполнение проектных работ,
- обучение и консалтинг



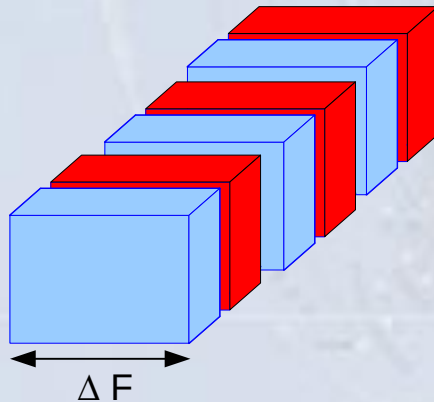
тел/факс +7 (812) 600-63-82
e-mail: org@spacecenter.ru
сайт: www.spacecenter.ru

Существующие аналоговые системы



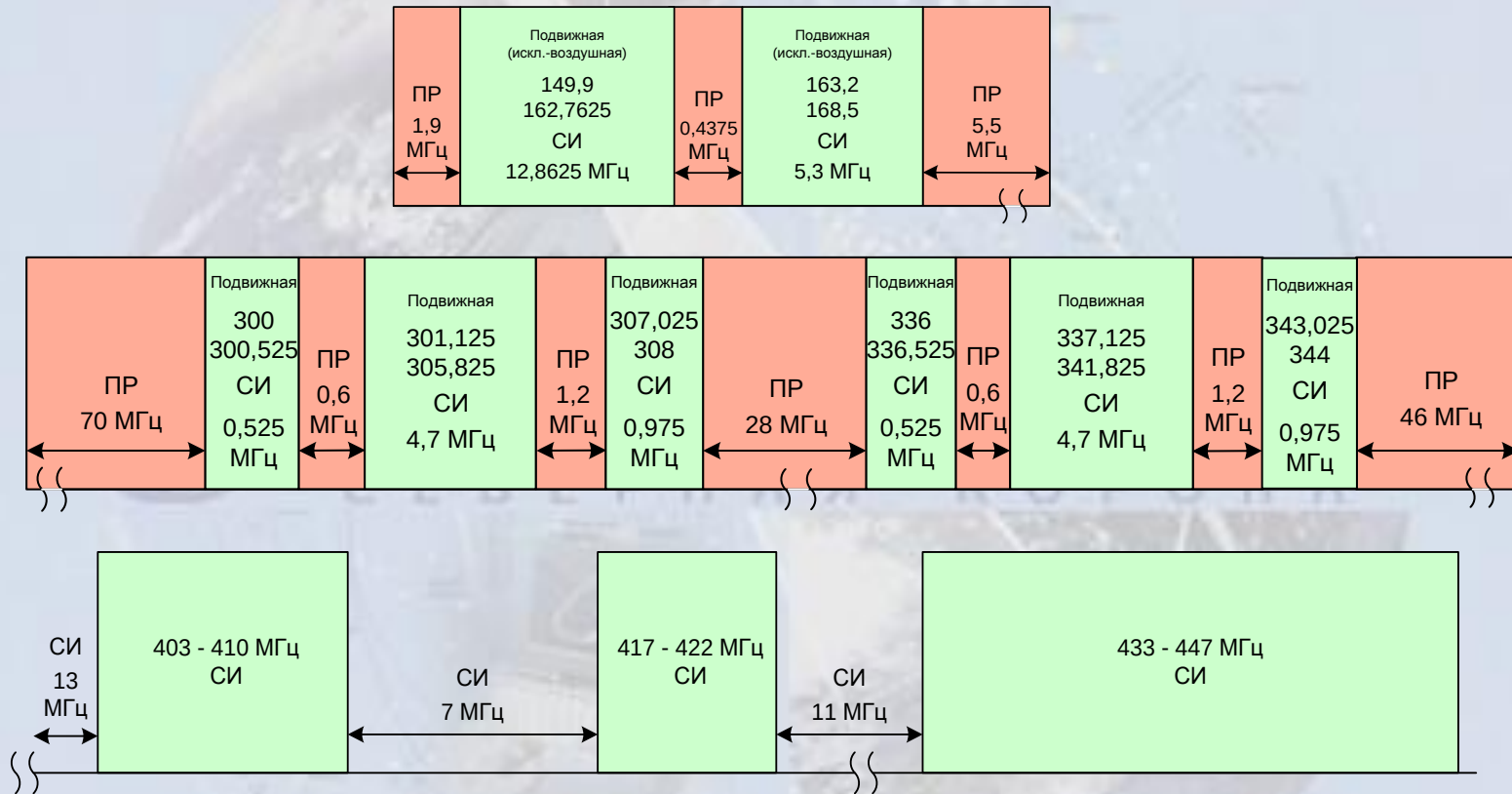
- ✓ Улучшается качество связи
- ✓ Появляется возможность передавать данные одновременно с голосом
- ✓ Повышается канальная емкость
- ✓ Планирование!

Системы связи стандарта DMR



- Стандарт внедряется в частотных диапазонах действующих аналоговых сетей
- Относительно низкочастотный диапазон
- ...

Диапазоны частот для использования стандарта DMR



✓ Частотный ресурс ограничен, и в то же время является ресурсом для действующих аналоговых сетей

Частотно-территориальное планирование сети стандарта DMR

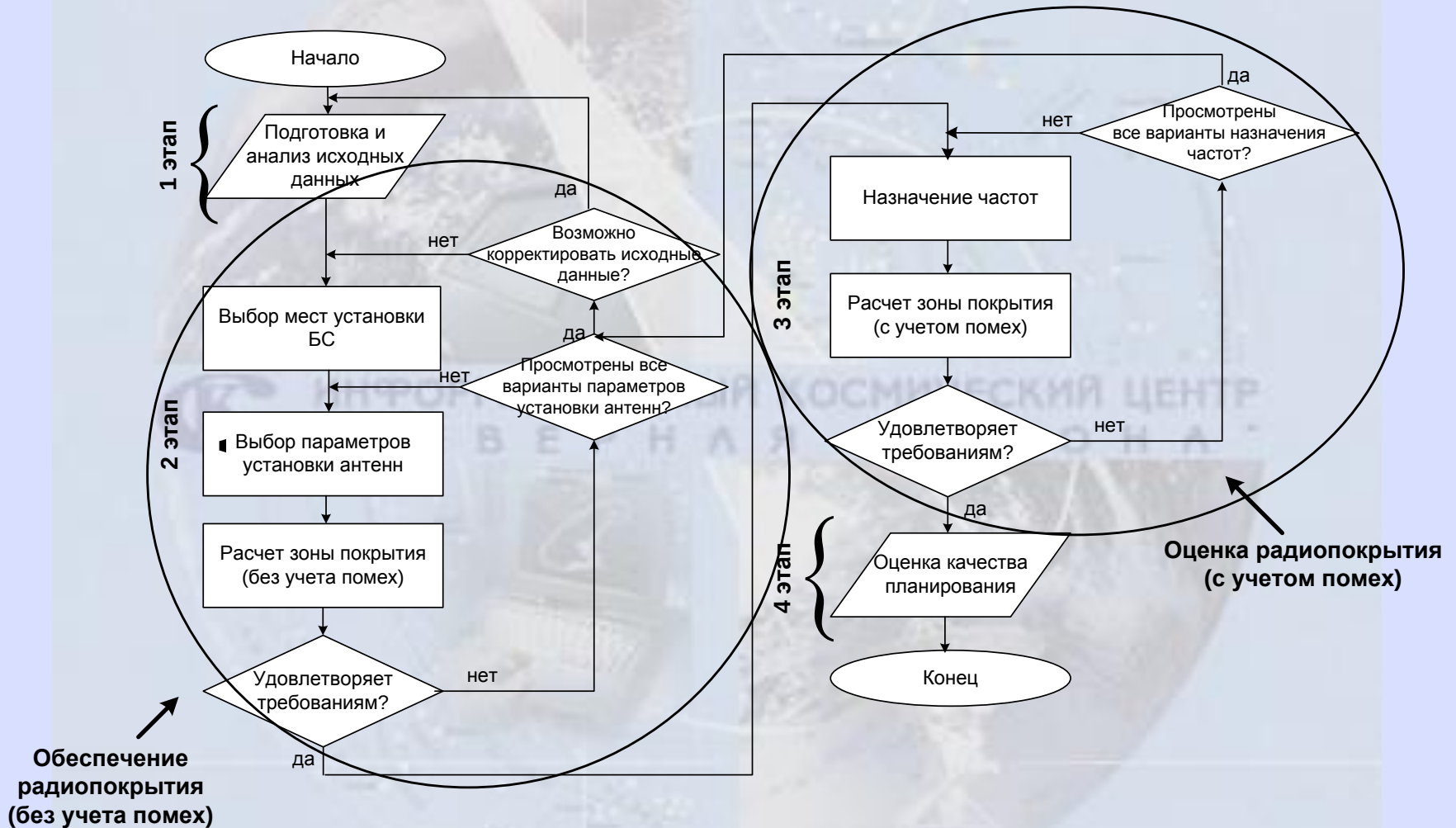
Задачи ЧТП:

- определение приемлемой конфигурации расположения базовых станций, удовлетворяющей требованиям к радиопокрытию;
- определение достаточной высоты антенн и мощности передатчиков;
- формирование частотного плана сети, удовлетворяющей требованиям к канальной емкости

Основные этапы:

- 1 этап - Подготовка и анализ исходных данных** (данные о местоположении БС; частотный ресурс; параметры оборудования АС и БС; требования к показателям качества; картографическое обеспечение), **формирование плана связи;**
- 2 этап - Обеспечение радиопокрытия** (задача решается без учета помех) **и коррекция исходных данных** (при необходимости);
- 3 этап - Формирование частотного плана и оценка радиопокрытия с учетом помех;** **коррекция исходных данных** (при необходимости);
- 4 этап - Оценка качества планирования и визуализация результатов.**

Алгоритм частотно-территориального планирования

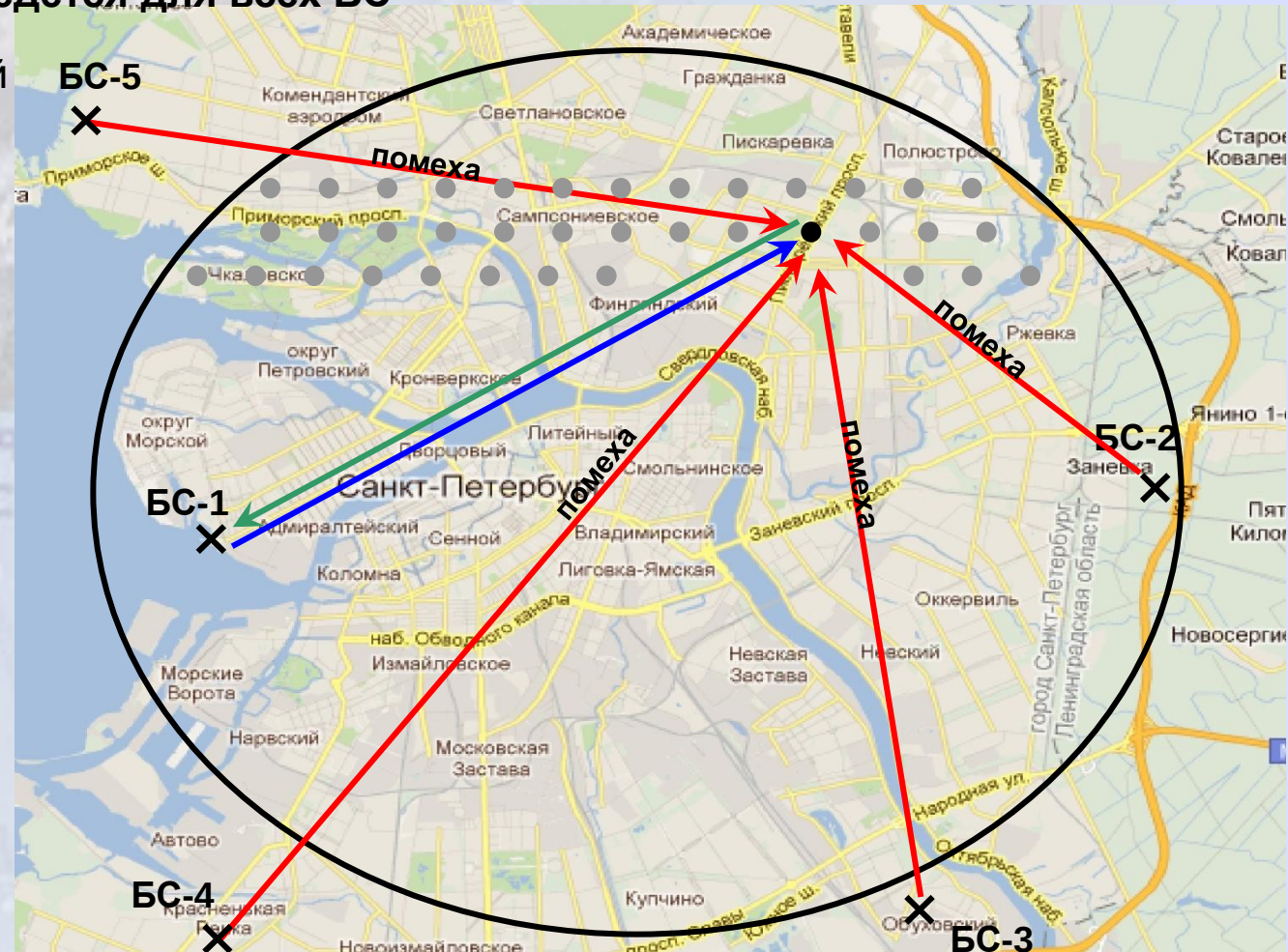


Принцип оценки радиопокрытия при ЧТП

Расчет уровня сигнала ведется для всех БС

в каждой точке очерченной
области
в прямом и обратном
направлениях

При этом учитываются
помехи от всех БС сети



- ✓ Сложность и трудоемкость расчета !
- ✓ Необходима особая организация расчетов и специализированное ПО!

Методы прогнозирования сигналов и помех

Рекомендации Бюро Радиосвязи МСЭ

- 1) Rec. ITU-R P.1546-4:
 - упрощенный учет рельефа, можно использовать упрощенные карты
 - субъективизм в настройках
 - широко применяется для планирования вещания

- 2) Rec. ITU-R P.1812-1:
 - более детальный учет рельефа, нужны более детальные карты
 - большая вычислительная сложность

- 3) Rec. ITU-R P.526-11
 - позволяет создавать модели, учитывающие местную специфику
 - может быть сложна в вычислительном плане

Фирменные модели

- обычно реализуются в составе фирменного программного обеспечения

Инструмент планирования – Программный комплекс «Зона» (Расчет сетей подвижной радиосвязи)

САПР Альбатрос-ЗонаПМР

Файл Инструменты Настройки Стационарные АС Контрольные точки Отчет Справочник Помощь

ИНФОРМАЦИОННЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
«СЕВЕРНАЯ КОРОНА»

Параметры сети

Наименование	№ в сети
о. Белый	01
Горская	02
ЛОС "Парголово"	03
Пушкин	04
Красное село	05

Расчет зон покрытия

Базовые станции

- ☒ о. Белый
- ☐ Горская
- ☐ ЛОС "Парголово"
- ☐ Пушкин
- ☐ Красное село
- ☐ Петродворец

Тракты БС

- ☒ А1-T1

Покрывтие

- ☐ Совм авто пом
- ☐ Совм моб пом
- ☐ Совм моб пом
- ☐ Совм моб пом
- ☐ Совм моб ул
- ☒ Совм авто
- ☐ Прямое
- ☐ Обратное
- ☐ Совместно
- ☐ Прямое
- ☐ Обратное
- ☐ Совместно
- ☐ Прямое
- ☐ Обратное
- ☐ Совместно

Модель РРВ

- ☒ Рек. Р.1812-1
- ☐ Рек. Р.1546-4
- ☐ Рек. Р.526-11
- ☐ COST 231 Hata
- ☐ Модель РТР (Wong)

Параметры

Запас, дБ: 12

Доп. потери, дБ: 0

ЦКМ

- ☒ Учитывать

Помехи

- ☐ Учитывать

Направление

- ☒ Прямое (БС -> АС)
- ☒ Обратное (АС -> БС)
- ☒ Совместно

Параметры отображения

Разрешение (шаг), м: 200

☐ Показать рамку сканирования

О программе

ЗАО "Информационный Космический Центр
"Северная Корона"
Программный комплекс "Зона"
(версия 3.4)
"Расчет наземных сетей радиосвязи"
1995-2010 гг.
E-mail: org@spacecenter.ru
www.spacecenter.ru

О-36-1 SRTM GTOPO30 SWED SHAPE Топокарты
59N 51' 53,39" 30E 15' 27,54" WGS-84 H=9,1 м L=5,804 км Азимут 160 град

15.07.2011 15:22:34

Подготовка и анализ исходных данных

Заказчик предоставляет:

- данные о местоположении БС

(координаты мест разворачивания БС или список возможных вариантов размещения с целью выбора точек для обеспечения максимального радиопокрытия заданной территории)

- требования к показателям качества

(обеспечить р/покрытия с надежн. 95%; учесть ограничение частотного ресурса (20 каналов, макс. кол-во частот на пяти БС – 6, на одной – 8); учесть соответствие оборудования стандарту DMR; обеспечить макс. зону радиопокрытия заданным кол-вом БС в соответствии с этапом разворачивания сети; учесть огранич-я по высотам подвеса антенных систем).

- параметры оборудования АС и БС

(мощности передатчиков, чувствительность приемников, диаграммы направленности и усиление антенн, избирательность приемников по соседним и побочным каналам, защитные отношения)

Нормативные документы:

Подготовка и анализ исходных данных

Технические характеристики оборудования предоставляет заказчик!

Технические характеристики также определены в следующих документах:

1 – Стандарт ETSI «Digital Mobile Radio Systems» (2005-2006 rr)

2 – Решения ГКРЧ по выделению диапазонов частот:

№ 06-18-04-001 от 11.12.2006 «О выделении полос р/частот в диапазоне 450 МГц для р/электронных средств фиксированной и сухопутной подвижной р/связи гражданского назначения»

№ 09-03-01-3 от 28.04.2009 «О выделении полос р/частот 300-308 МГц и 336-344 МГц для использования р/электронными ср-вами сухопут. подвиж. и фиксиров. служб гражданск. назнач-я»

№ 09-03-01-1 от 28.04.2009 «О выделении полосы р/частот 146-174 МГц для использования р/электронными средствами подвижной и фиксированной служб гражданского назначения» .

3 – Приказ Министерства связи и массовых коммуникаций РФ

«Об утверждении Правил применения абонентских радиостанций с цифровой модуляцией сетей подвижной радиосвязи стандарта DMR» (от 28.10.2008)

Подготовка и анализ исходных данных

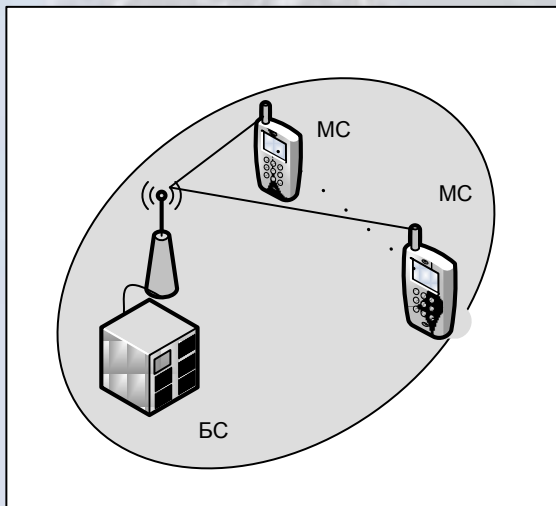
Основные технические характеристики, которые описаны
в упомянутых документах:

Наименование характеристики / диапазон частот	160 МГц	330 МГц	450 МГц
Тип модуляции	4FSK		
Метод уплотнения каналов	TDMA		
Число каналов на несущую	2		
Максимальное значение мощности передатчиков АС (возимая/носимая), Вт	10/2	15/5	20/2
Чувствительность приемника при С/Ш = 12 дБ не хуже, мкВ	0,5 (симплекс) 0,8 (дуплекс)	1	1
Избирательность приемника по соседнему каналу не хуже, дБ	70	70	75
Избирательность приемника по побочным каналам не хуже, дБ	70	70	80

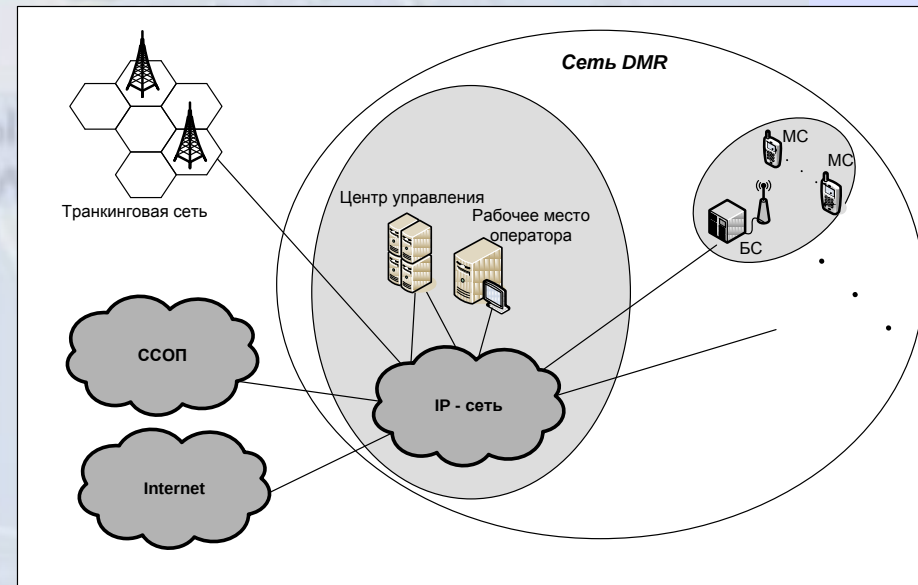
Определение

- режимов работы станций сети,
- конфигурации оборудования,
- организации связи внутри сети!

Простейший вариант

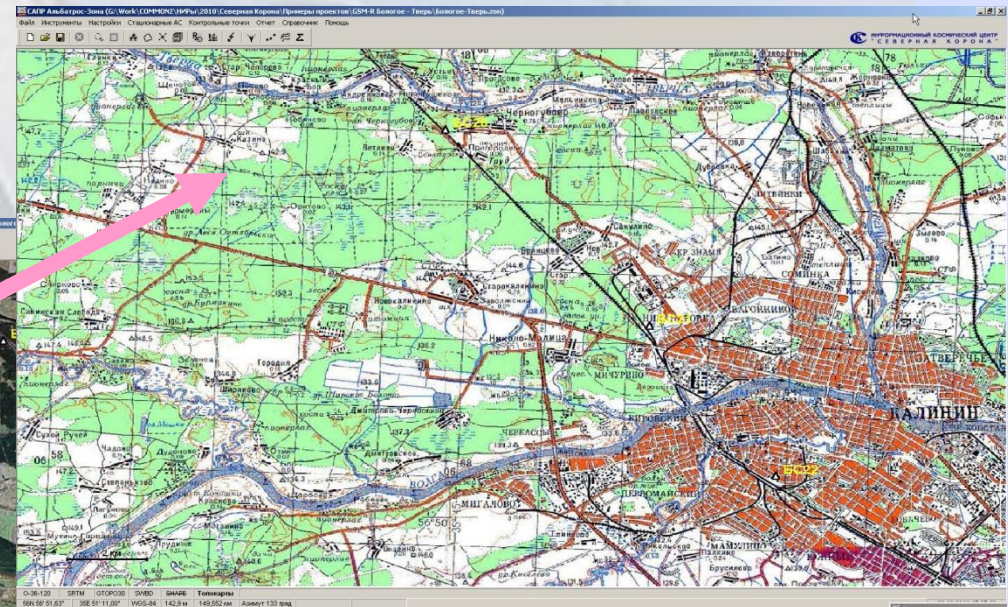


Усложненный вариант

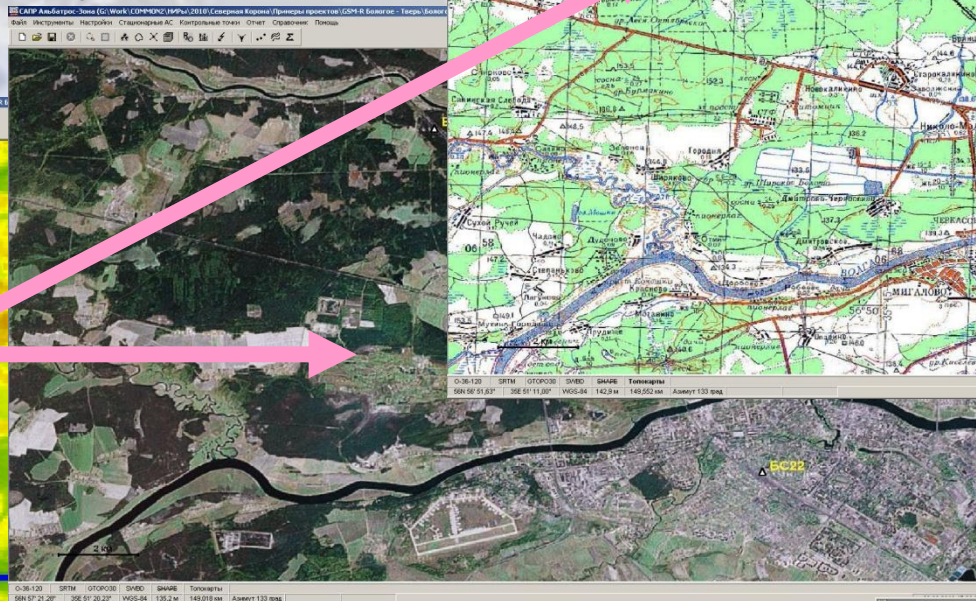


Подготовка и анализ исходных данных: картографическое обеспечение

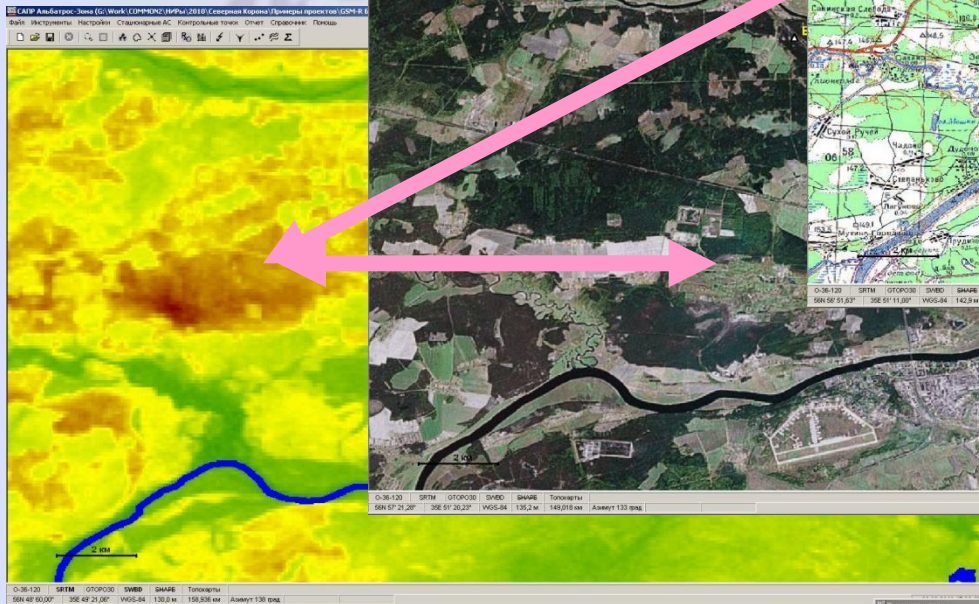
Топокарта



Спутниковый снимок



ЦКМ



Пример планирования: требования заказчика

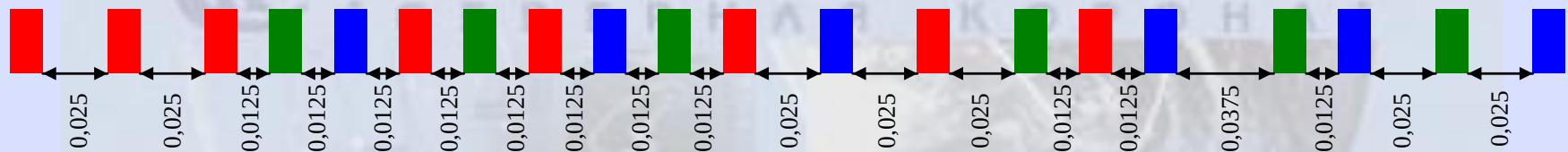
- Обеспечение р/покрытия с надежн. 95%
- Частотный ресурс ограничен 20 каналами
(макс. кол-во частот на пяти БС – 6, на одной – 8)
- Оборудование соответствует стандарту DMR
- Обеспечить макс. зону радиопокрытия заданным кол-вом БС в соответствии с этапом развертывания сети
- Учесть огранич-я по высотам подвеса антенных систем



Формирование частотного плана

Используется групповой принцип назначения частот

- - 1 группа
- - 2 группа
- - 3 группа



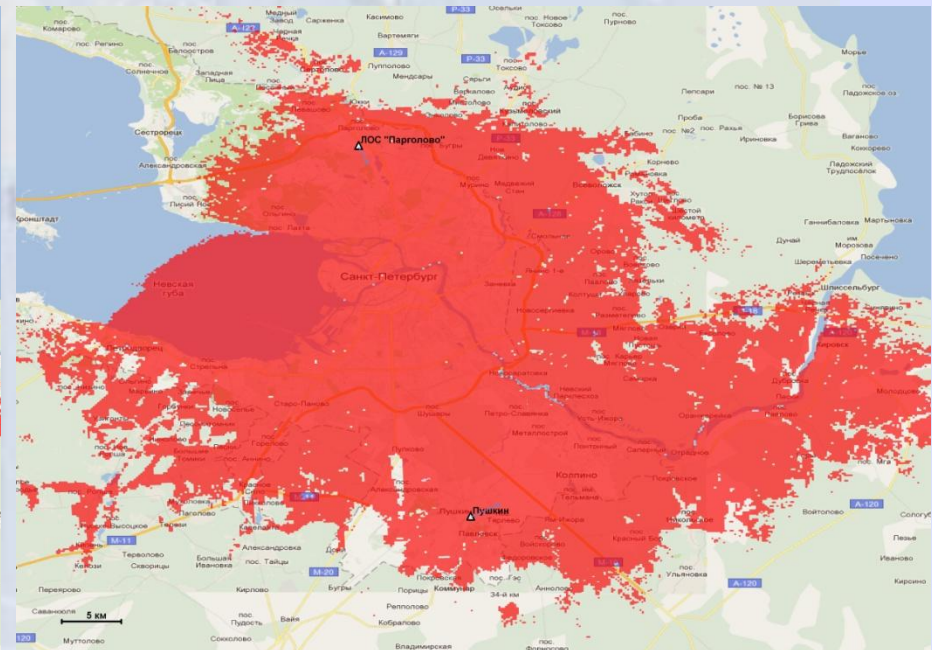
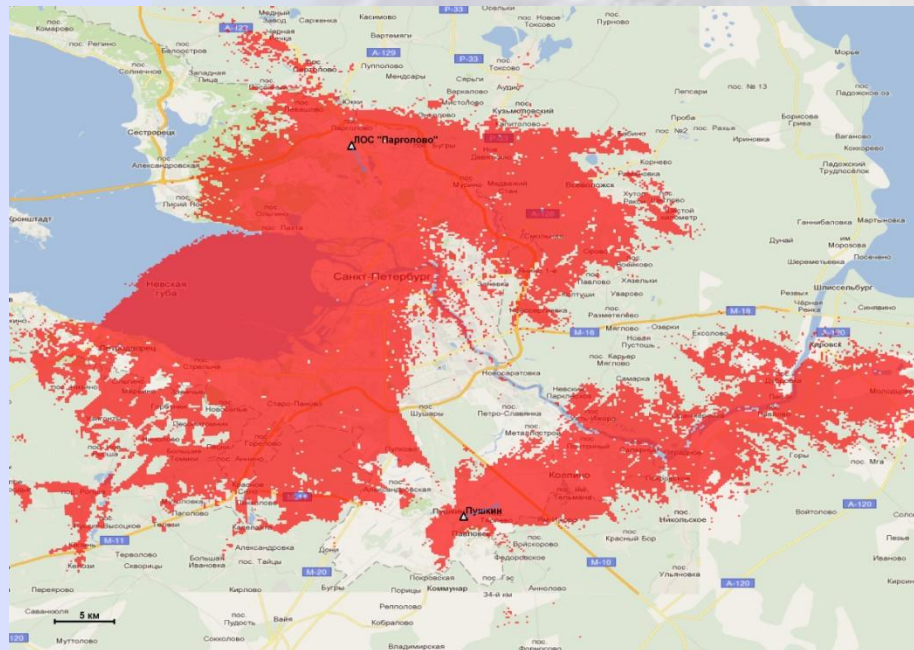
Потери радиопокрытия при неправильных частотных назначениях

Некорректное назначение частот:

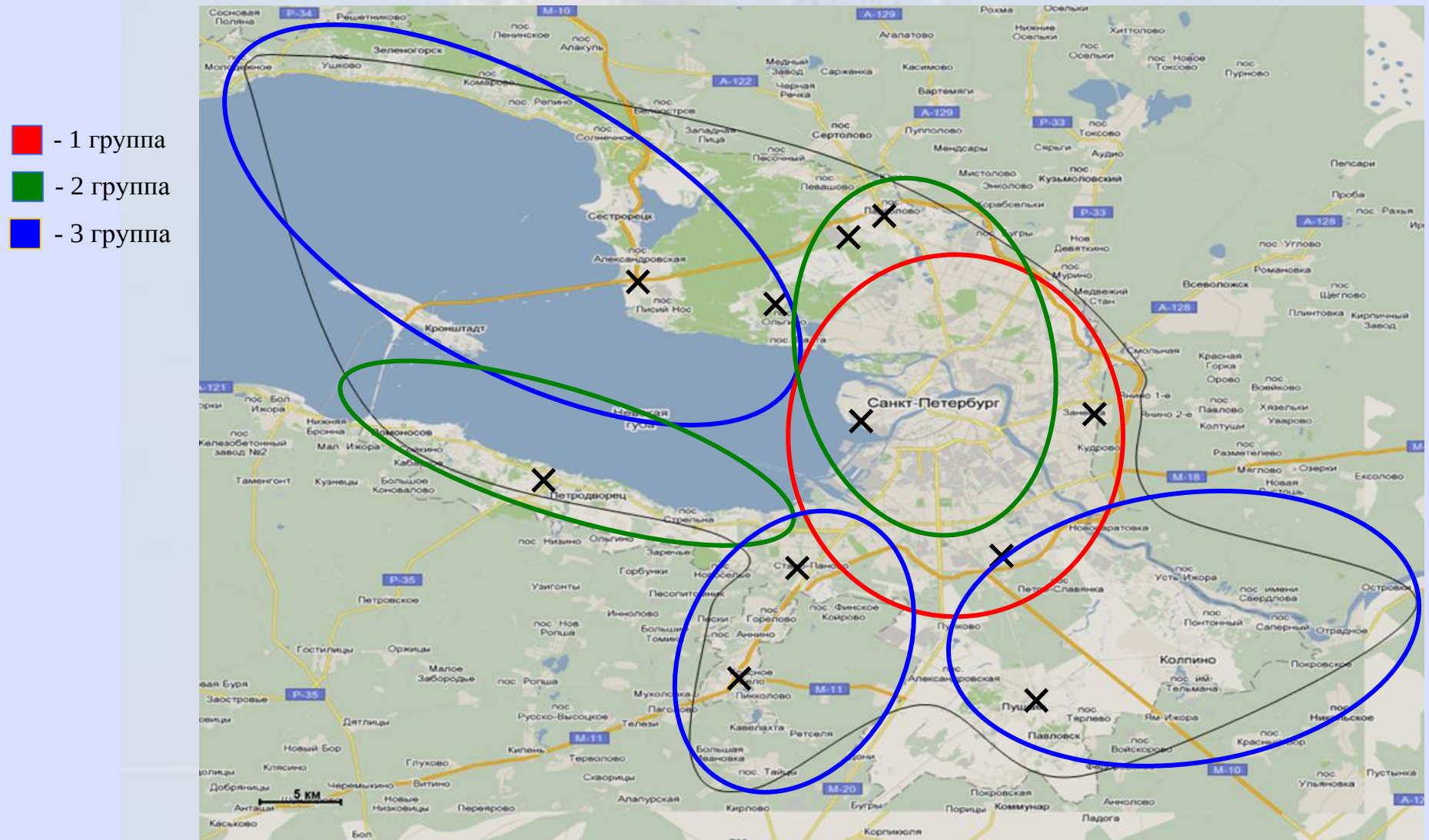
**БС «Парголово» и БС «Пушкин»
работают в одной частотной группе**

Корректное назначение частот:

**БС «Парголово» и БС «Пушкин»
работают в разных частотных группах**



Замысел радиопокрытия



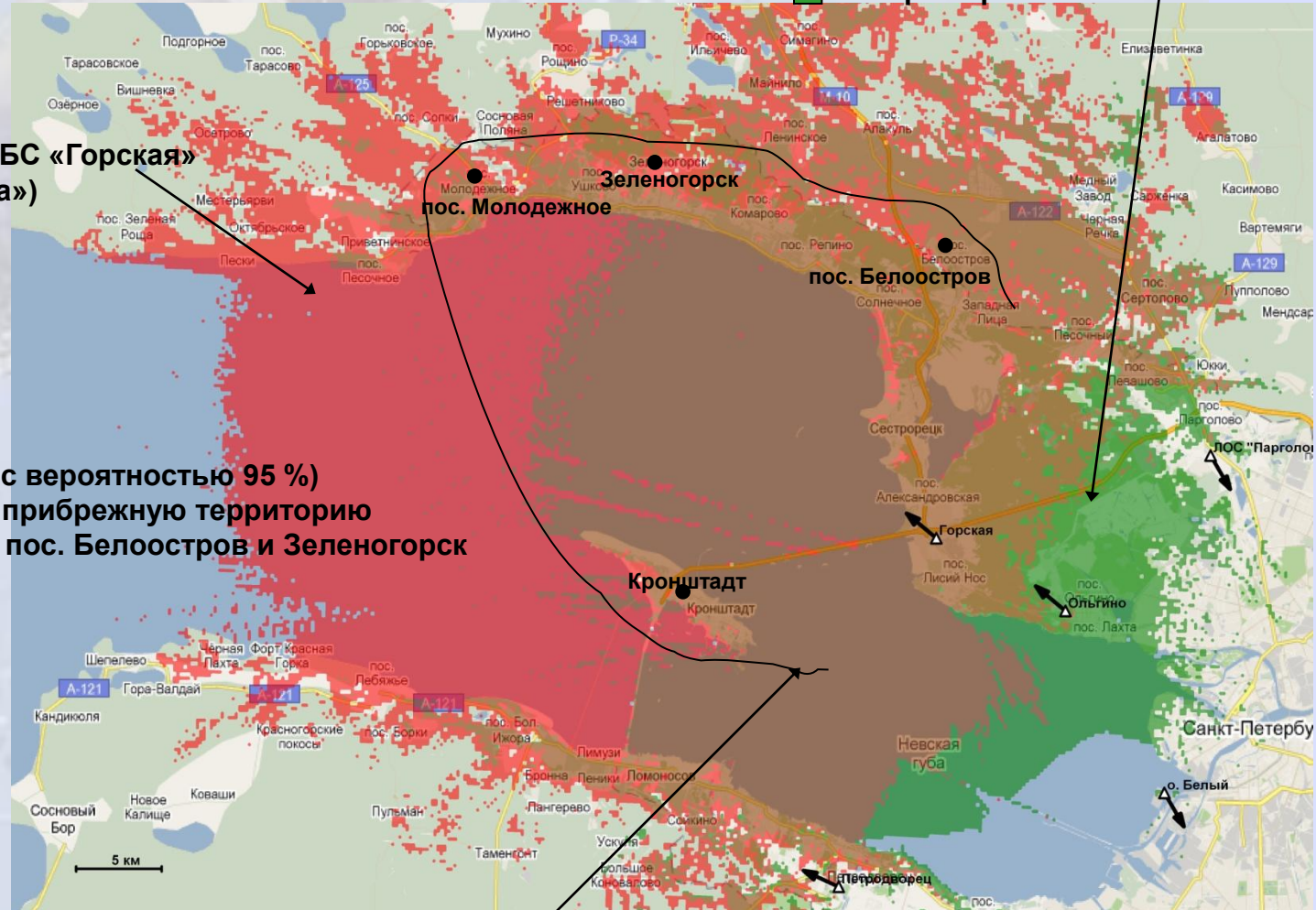
✓ Требуется очень тщательная работа по подбору плана, при котором одинаковые группы частот будут разноситься достаточно далеко друг от друга!

тел/факс
e-mail:
сайт:

+7 (812) 600-63-82
org@spacecenter.ru
www.spacecenter.ru

Обеспечение радиопокрытия требуемой территории (помехи не учитываются)

■ Зона р/покрытие от БС «Ольгино»



■ Зона радиопокрытия от БС «Горская»
(«перевыполнение плана»)

Требования:

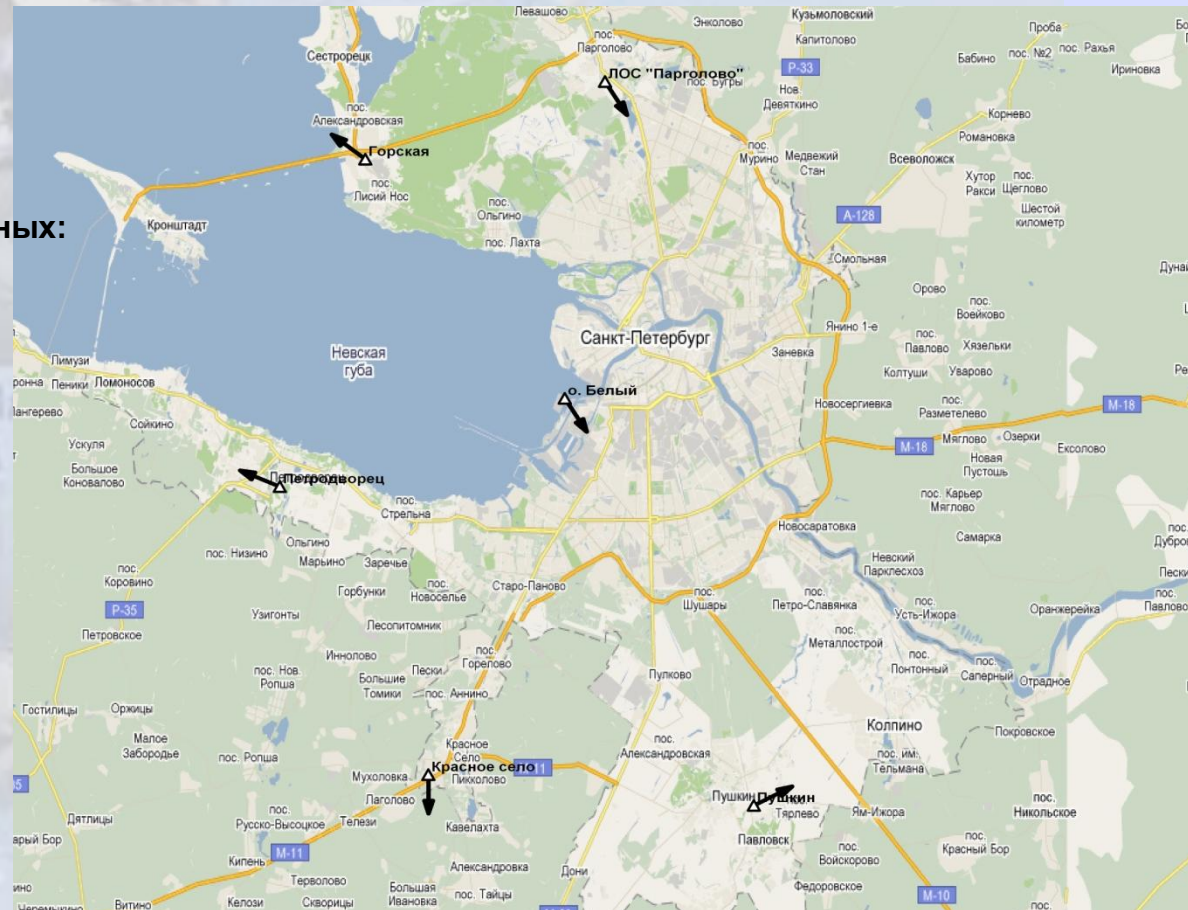
- выбрать одну из 2-х БС;
- БС должна обслуживать (с вероятностью 95 %) территорию Кронштадта и прибрежную территорию до пос. Молодежное, плюс пос. Белоостров и Зеленогорск

■ Пересечение зон 2-х БС

тел/факс
e-mail:
сайт:

+7 (812) 600-63-82
org@spacecenter.ru
www.spacecenter.ru

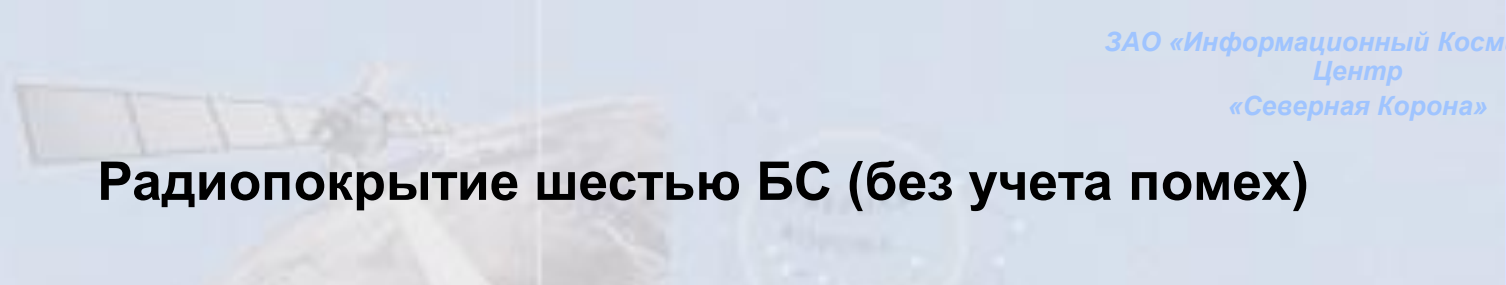
Результаты: определены места размещения БС и параметры антенных систем



Выбрано 6 мест размещения из 23 возможных:

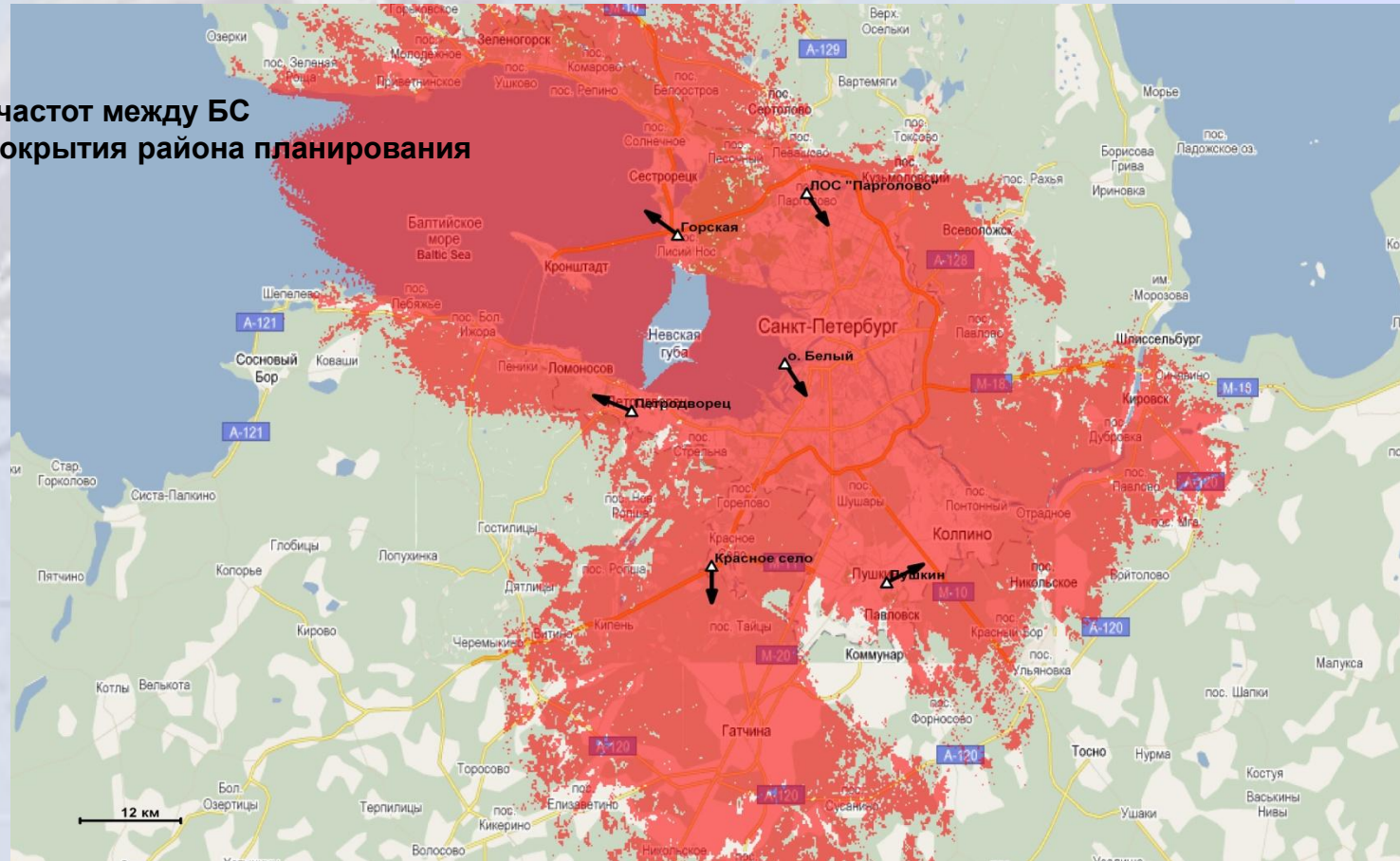
Наименование БС	Высота размещения антенной системы (м)	Азимут главного излучения (°)
Горская	14	310
Парголово	22	150
О. Белый	24	150
Петродворец	22	295
Красное село	26	180
Пушкин	18	60

шестью БС (без учета помех)

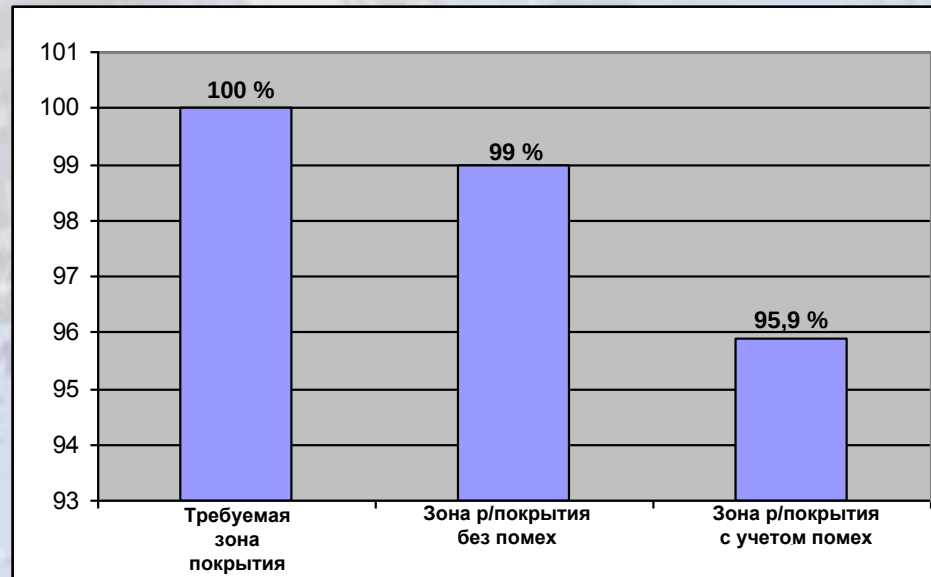


Радиопокрытие шестью БС (с учетом помех)

- Распределены группы частот между БС
- Получена общая зона покрытия района планирования с учетом помех



Оценка качества планирования: процент радиопокрытия

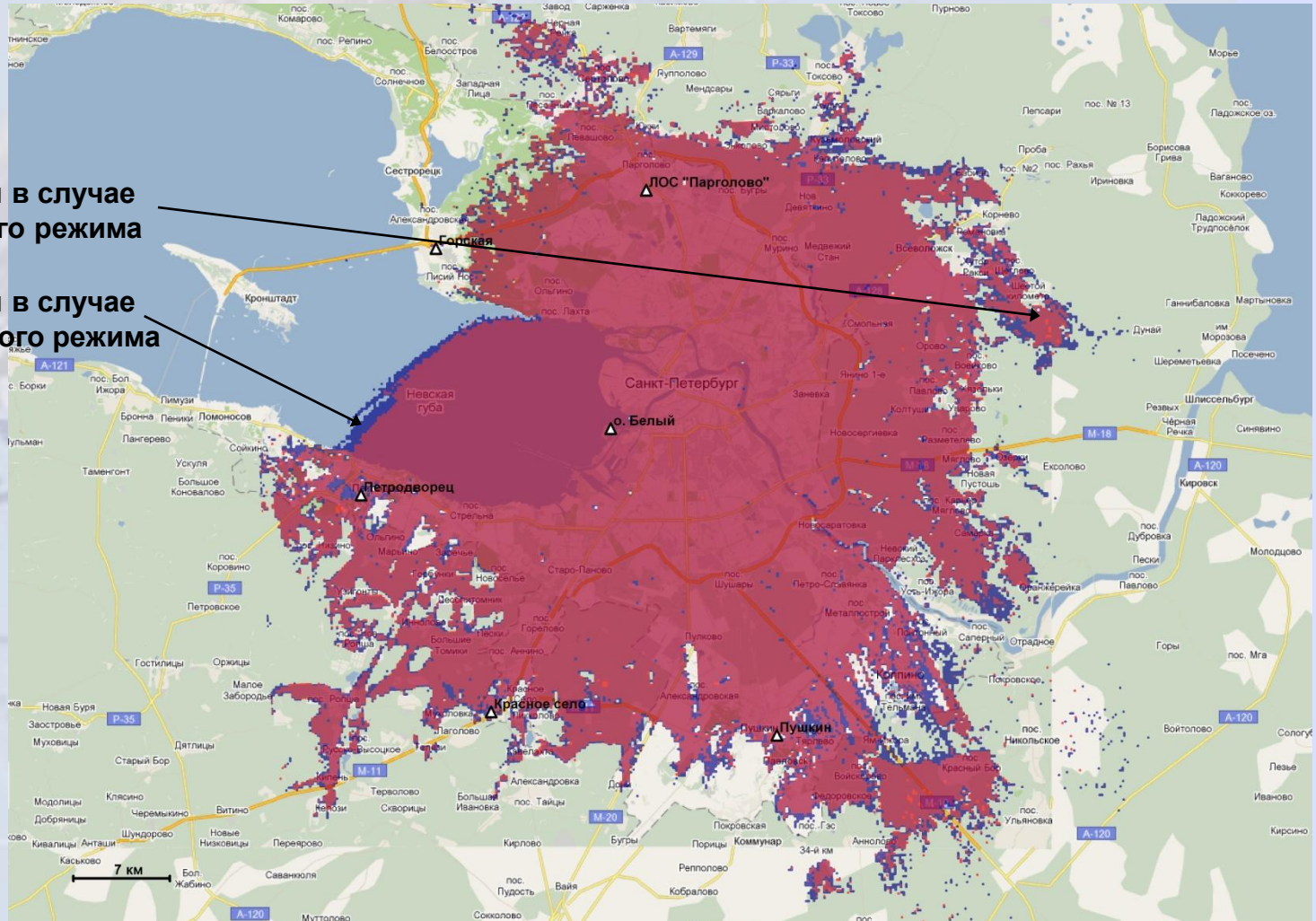


- ✓ Требуемая зона р/покрытия – территория покрытия сети, определенная заказчиком
- ✓ Зона р/покрытия без помех – результат 2 этапа ЧТП
- ✓ Зона р/покрытия с помехами – результат 3 этапа ЧТП

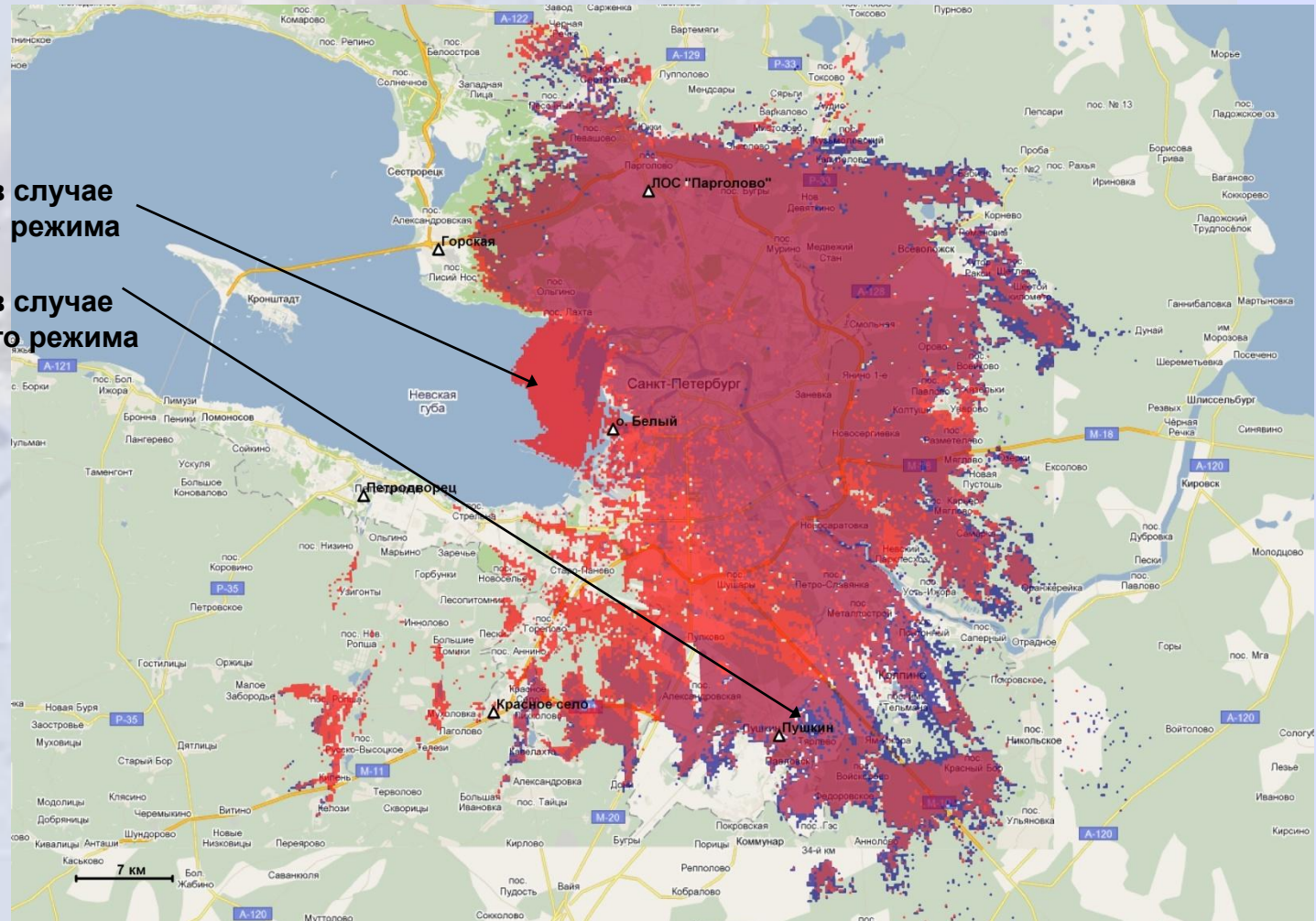
Зона радиопокрытия в случае включения цифрового режима

Зона радиопокрытия в случае включения аналогового режима

■ Пересечение 2-х зон

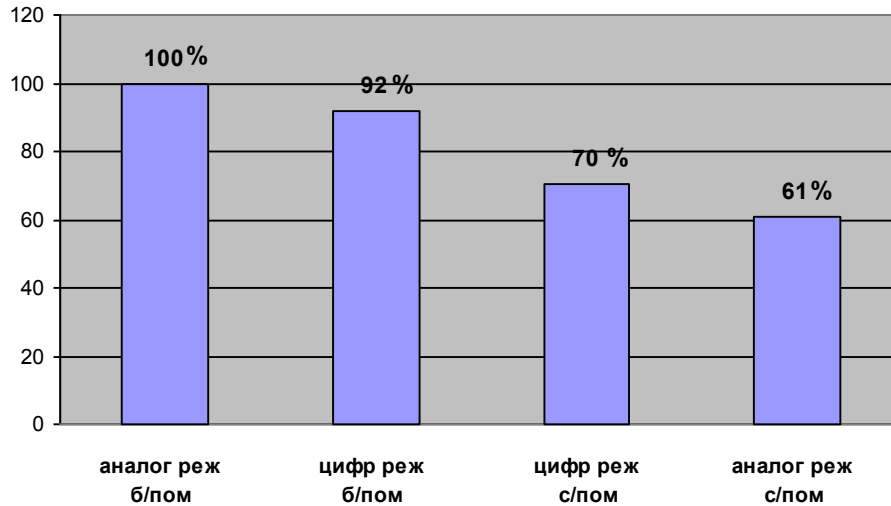


Интересно! Радиопокрытие в аналоговом и цифровом режимах (расчет зоны покрытия БС «Парголово» с учетом внутрисистемных помех)



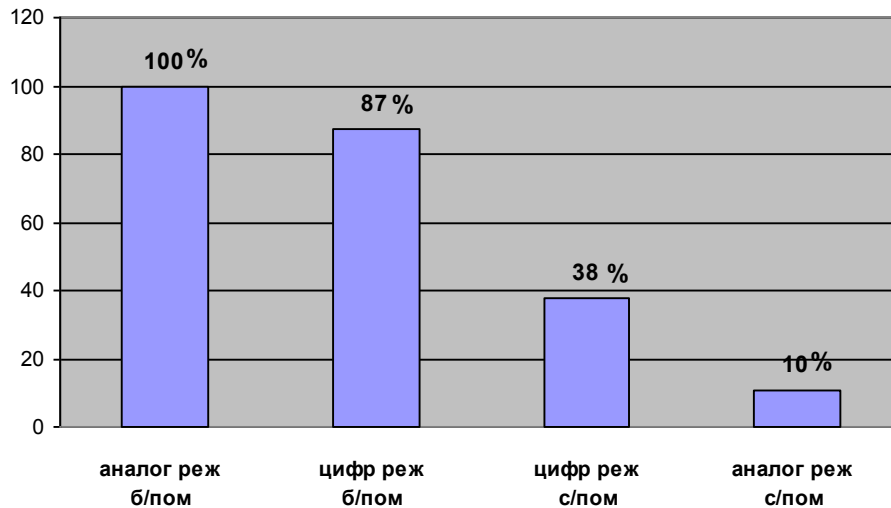
Процент радиопокрытия в аналоговом и цифровом режимах

БС "Парголово"



**Соотношение площадей зон покрытия
БС «Парголово»
в аналоговом и цифровом режимах,
с учетом и без учета помех
в случае корректного ЧТП.**

БС "Пушкин"



**Соотношение площадей зон покрытия
БС «Пушкин»
в аналоговом и цифровом режимах,
с учетом и без учета помех
в случае некорректного ЧТП.**

Расчет бюджета линий спутниковой связи

ПК «Бюджет»

Расчет параметров взаимного расположения КА и ЗС

ПК «Баллистик»

Расчет ЭМС в группировках РЭС

ПК «ЭМС - РЭС»

Расчет радиорелейных линий

ПК «Территория»

Расчет сетей профессиональной мобильной радиосвязи
и сетей фиксированного беспроводного доступа

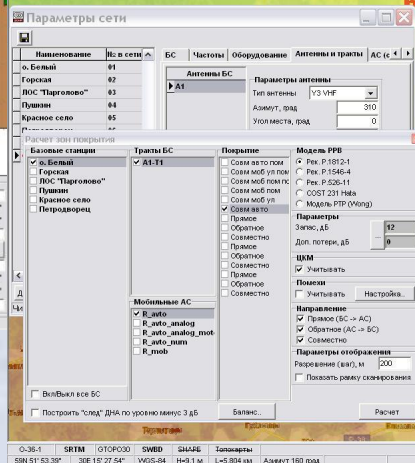
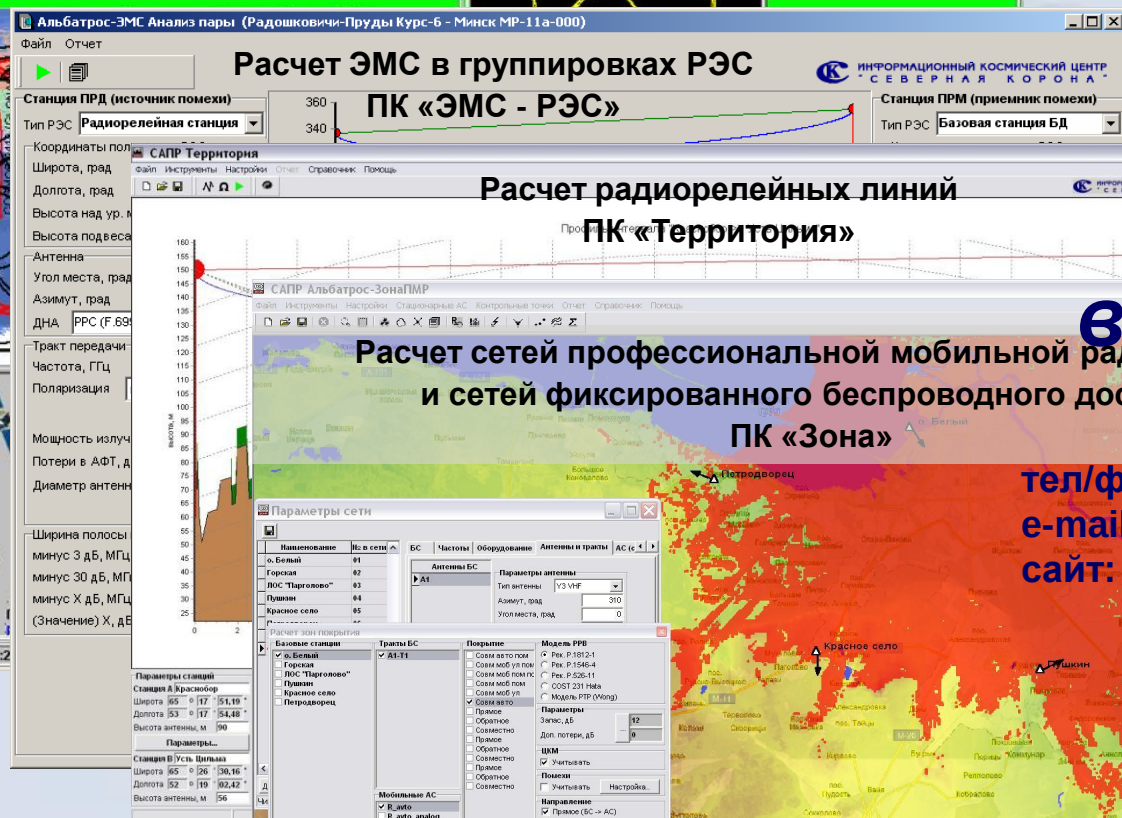
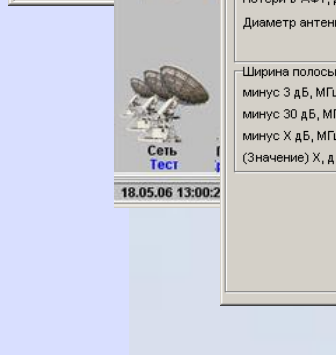
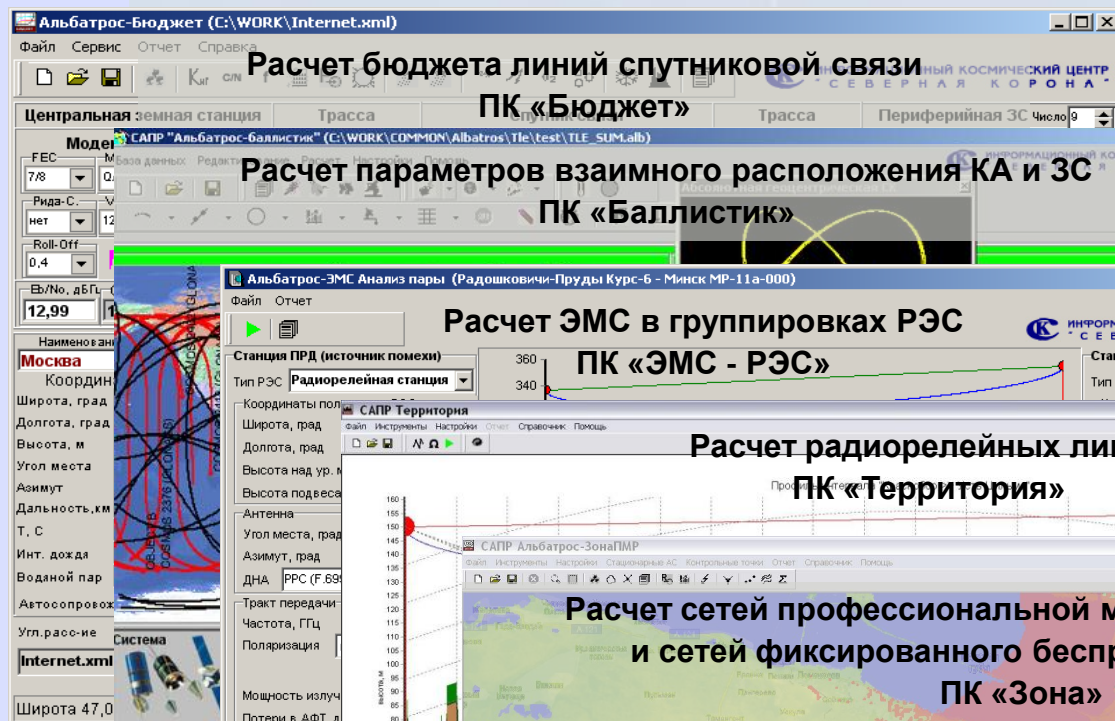
ПК «Зона»

ЗАО «Информационный Космический
Центр
«Северная Корона»

Спасибо
за

внимание!

тел/факс +7 (812) 600-63-82
e-mail: org@spacecenter.ru
сайт: www.spacecenter.ru



О программе
ЗАО «Информационный Космический Центр
«Северная Корона»
Программный комплекс «Зона»
(версия 3.4)
«Расчет параметров сетей радиосвязи»
1995-2010 гг.
E-mail: org@spacecenter.ru
www.spacecenter.ru