

Гладкова Е.О., Гриценко А.А., Жиров В.А.

ЗАО «Информационный Космический Центр «Северная Корона»

Опыт частотно-территориального планирования профессиональной мобильной радиосвязи

5-6 октября 2010 г, Москва

Третий международный форум и выставка

ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ МОБИЛЬНАЯ РАДИОСВЯЗЬ (PMR)

Задачи частотно-территориального планирования

- 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

Существующее методическое и программное обеспечение

- ATDI
- GiraPlan
- EDX
- TEMS CellPlanner Universal
- WinProp
- ...

Модели прогнозирования радиопокрытия

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

Геоинформационное обеспечение

Широко используемые типы цифровых карт местности (ЦКМ):

- векторные
- растровые (модели DEM, DTM ...)

Для работы с ЦКМ обычно требуется специализированная ГИС, следовательно - высокая стоимость, необходим интерфейс для стыковки

Проблемы картографического обеспечения задач ЧТП:

- при большом территориальном охвате - высокая стоимость, особенно городских карт
- городская застройка: сложность учета трехмерности в практических расчетах ; проблема 3D требует адаптации и картографического обеспечения и методов прогнозирования радиопокрытия

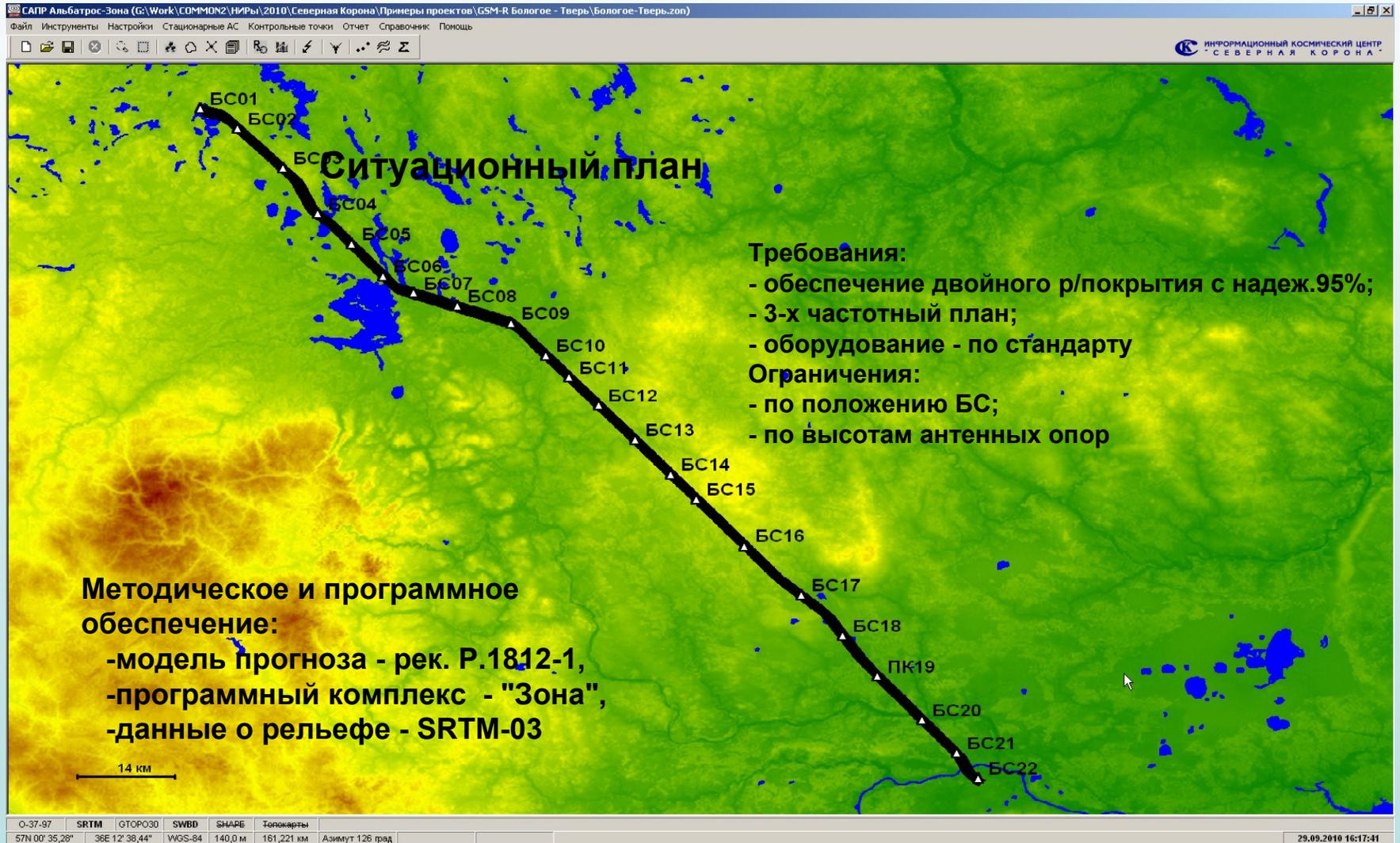
Возможные особые требования к частотно-территориальному планированию сетей профессиональной мобильной радиосвязи

- повышенные требования к точности прогноза радиопокрытия
- обеспечение беспомехового функционирования на ограниченном частотном ресурсе при плотном размещении базовых станций
- обеспечение канальной емкости при ограниченном частотном ресурсе
- ограничения по размещению базовых станций (проблема землеотвода, необходимость привязки к инфраструктуре)
- ограничения по высотам антенных опор

Этапы частотно-территориального планирования

- анализ исходных данных, картографическое обеспечение
- обеспечение требуемого уровня сигнала
- формирование частотного плана и его оценка
- количественная оценка качества частотно-территориального планирования
- практическая реализация и коррекция

Пример постановки задачи частотно-территориального планирования (GSM-R)



Пример постановки задачи частотно-территориального планирования (GSM-R) - конфигурация и параметры оборудования

The image displays a software interface for configuring GSM-R networks, consisting of several overlapping windows. The main window, titled "Параметры сети" (Network Parameters), shows a list of Base Stations (BS) and their parameters.

BS List (Main Window):

Наименование	№ в сети
BS01	01
BS02	02
BS03	03
BS04	04
BS05	05
BS06	06
BS07	07
BS08	08
BS09	09
BS10	
BS11	
BS12	
BS13	
BS14	
BS15	
BS16	
BS17	
BS18	
ПК19	

Coordinates and Height (Main Window):

Координаты (СК-42) и высота

- Широта, град: 57,6256962
- Долгота, град: 34,4882592
- Высота над УМ, м: 151
- Высота подвеса, м: 20
- № в сети: 06
- Включить

Equipment Parameters (Top Right Window):

Типы моб. АС: Локомотивная, Носимая

Антенна:

- Усиление, дБи: 0
- Высота над уровнем Земли, м: 4

Тракт передачи:

- Мощность, Вт: 8
- Потери в тракте, дБ: 0,6

Тракт приема:

- Чувствительность, дБм: -102
- Потери в тракте, дБ: 0

Channel List (Middle Window):

Список разрешенных каналов БС: 955;956;957;958;959;960

f прд, МГц	f прм, МГц	№ канала	№ группы
921,2	876,2	955	
921,4	876,4	956	
921,6	876,6	957	
921,8	876,8	958	
922	877	959	
922,2	877,2	960	
922,4	877,4	961	
922,6	877,6	962	
922,8	877,8	963	
923	878	964	
923,2	878,2	965	
923,4	878,4	966	
923,6	878,6	967	
923,8	878,8	968	
924	879	969	

Antenna Parameters (Bottom Right Window):

Антенны БС: A1, A2, A3, A4

Параметры антенны:

- Тип антенны: 732691
- Азимут, град: 322
- Угол места, град: 0
- Поправка к высоте, м: 0

Trunk Parameters (Bottom Right Window):

Тракты БС: T1

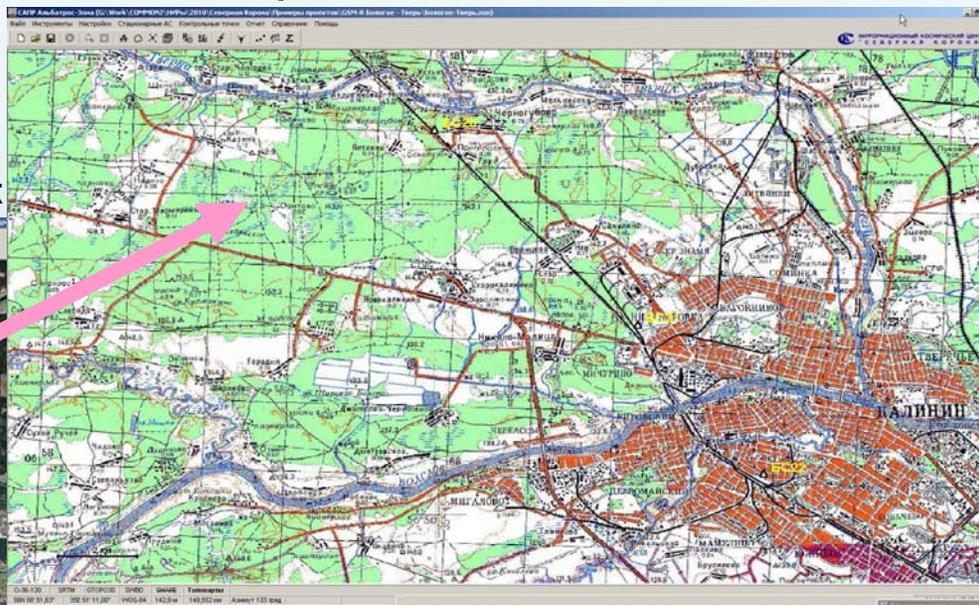
Параметры тракта:

- Номер радиоканала: 955
- Передатчик: T40
- К-т сниж. мощн (Вout), дБ: 3
- Потери сумм. ПРД, дБ: 3,95
- Приемник: R
- Потери сумм. ПРМ, дБ: 3,95

Картографическое обеспечение (1)

Реализация принципа адекватности точности представления местности и методов прогнозирования радиопокрытия:
данные SRTM в задачах планирования

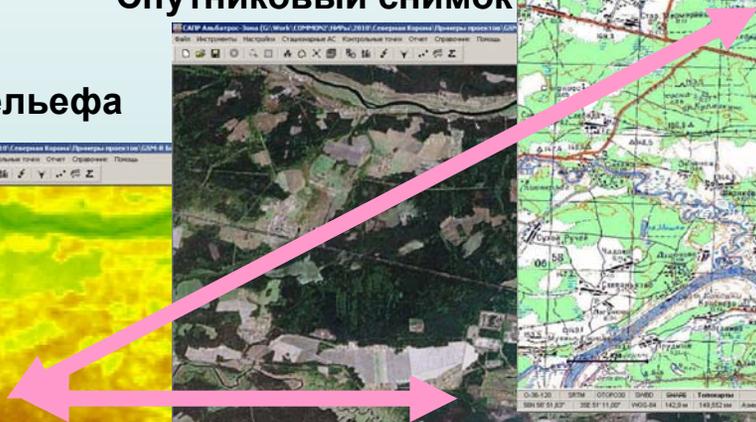
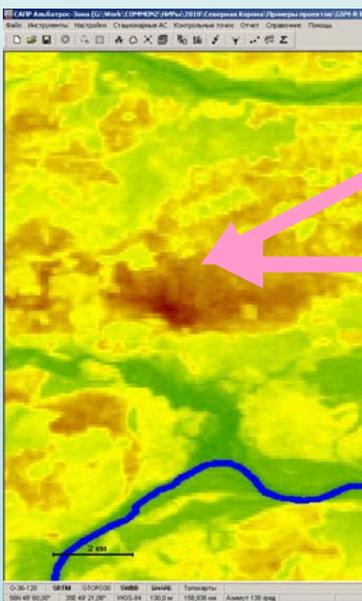
Топокарта



Спутниковый снимок



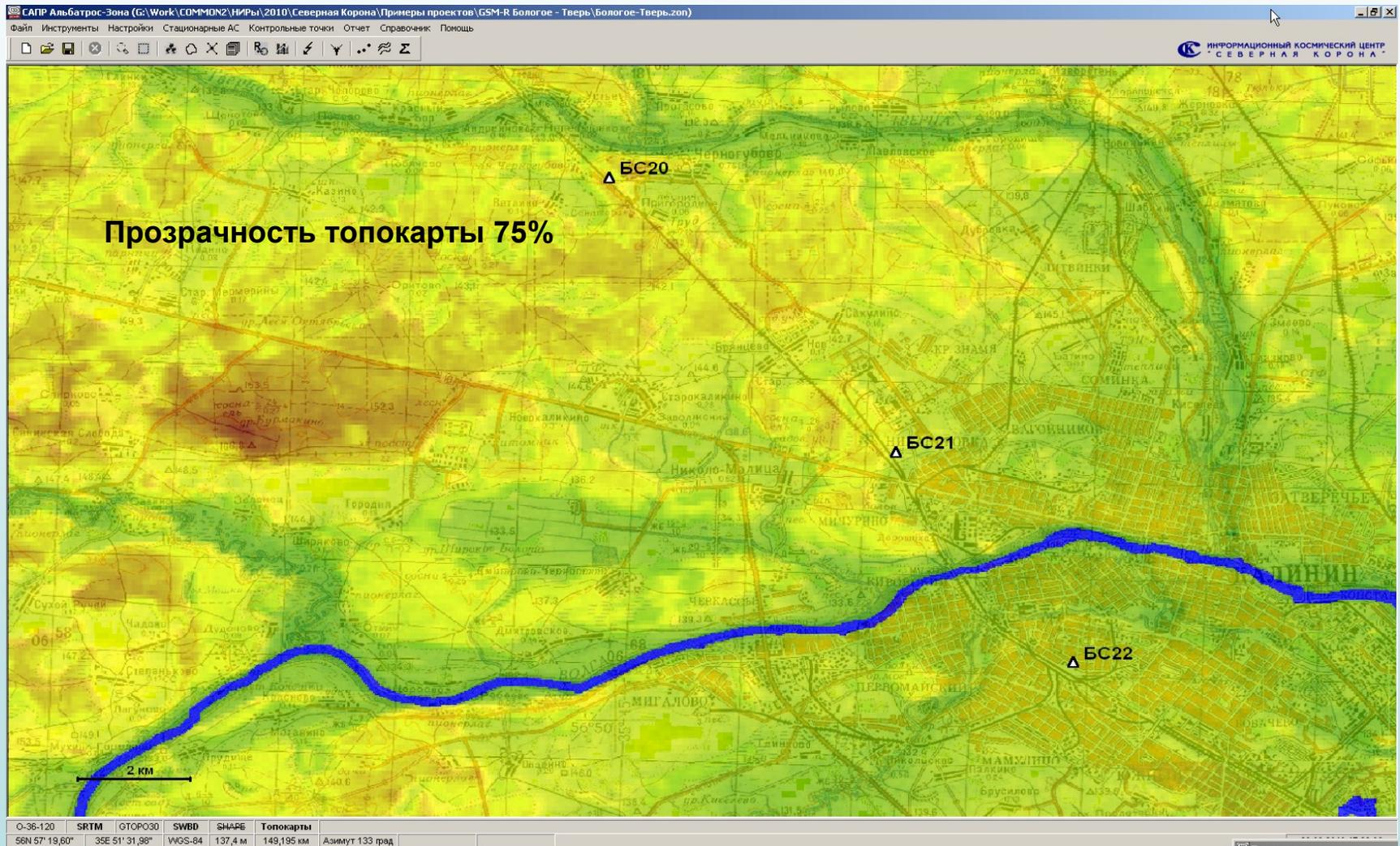
Карта рельефа



Обязательно согласование картографических систем

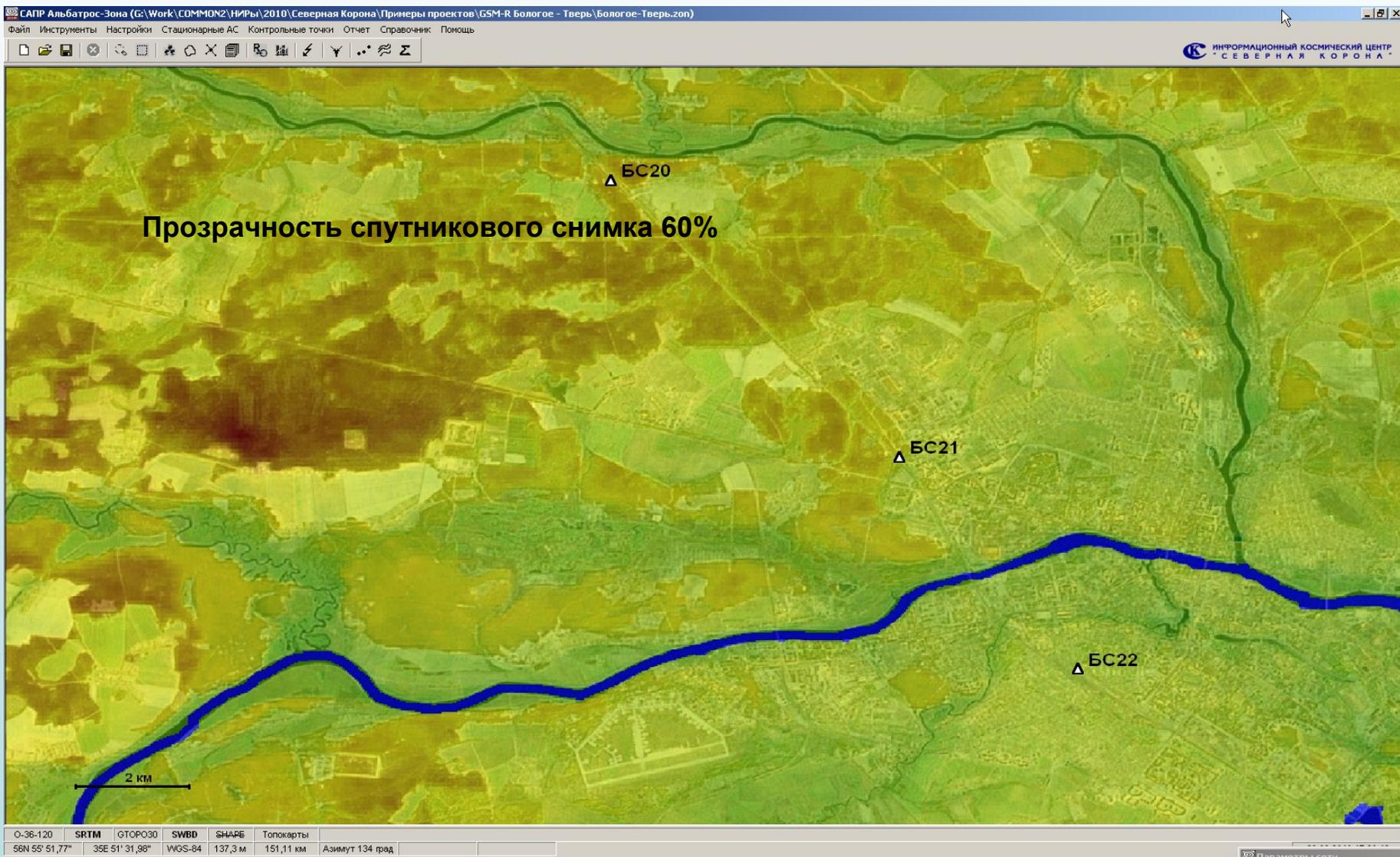
Картографическое обеспечение (2)

Визуализация: совмещение карт высотности и изображений (топокарты)

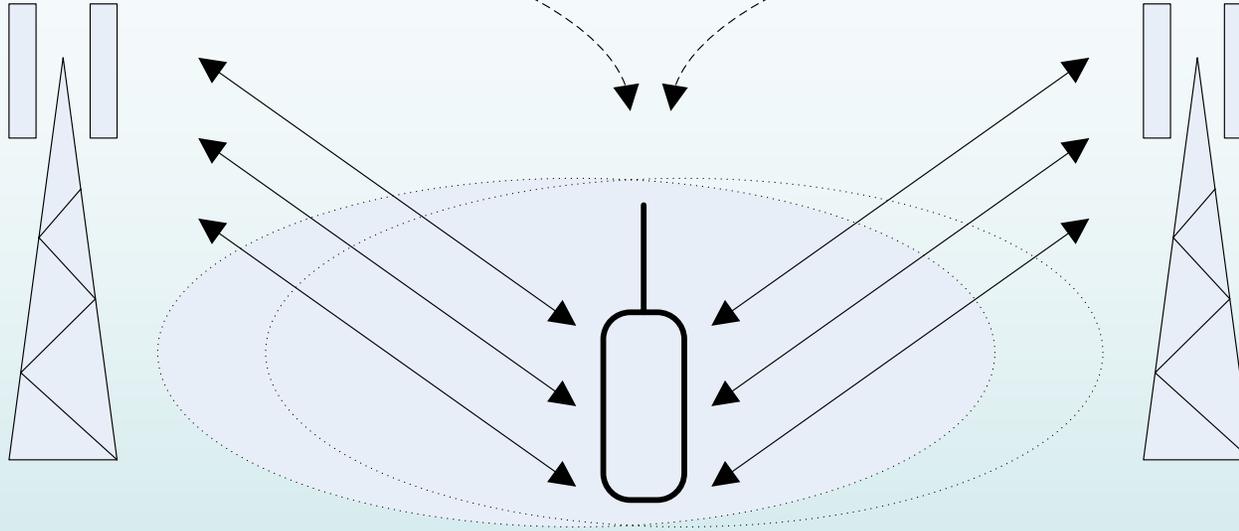


Картографическое обеспечение (3)

Визуализация: совмещение карт высотности и изображений (спутниковые снимки)



Критерий радиопокрытия



Радиопокрытие в окрестностях точки анализа в пределах зоны обслуживания считается обеспеченным при одновременном выполнении следующих условий (предельный случай):

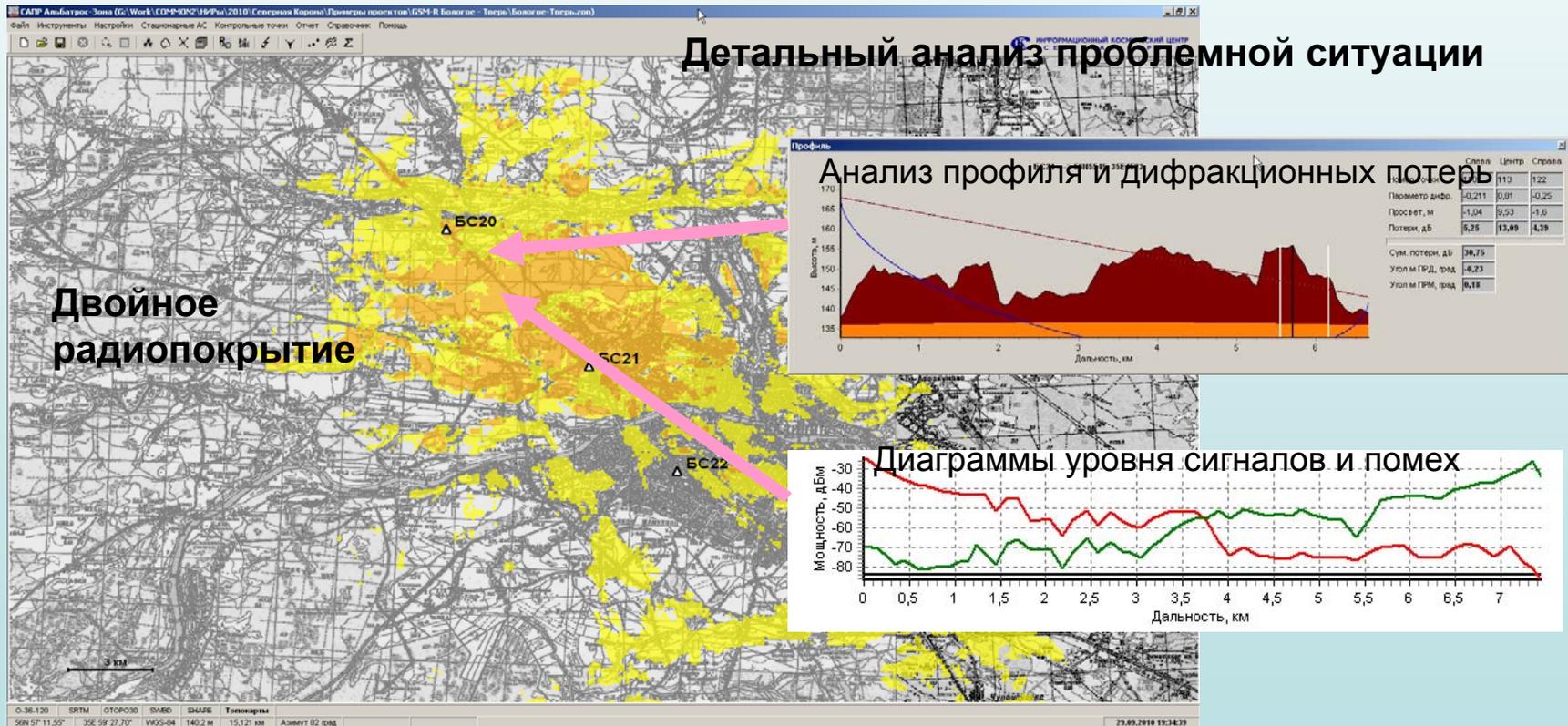
- медианный уровень полезного сигнала на каждом частотном канале и в прямом, и в обратном направлениях выше минимально допустимого значения (возможно даже для двух базовых станций-GSM-R);
- медианный уровень суммарной помехи по совмещенному каналу (для каждого канала) ниже максимально допустимого значения;
- медианный уровень суммарной помехи по соседнему каналу (для каждого канала) ниже максимально допустимого значения

Решение задачи обеспечения достаточного уровня сигнала

Подбор позиций базовых станций, высот опор, наклона антенн, мощности передатчиков

Цель - обеспечение достаточного уровня сигнала при минимизации уровня помех

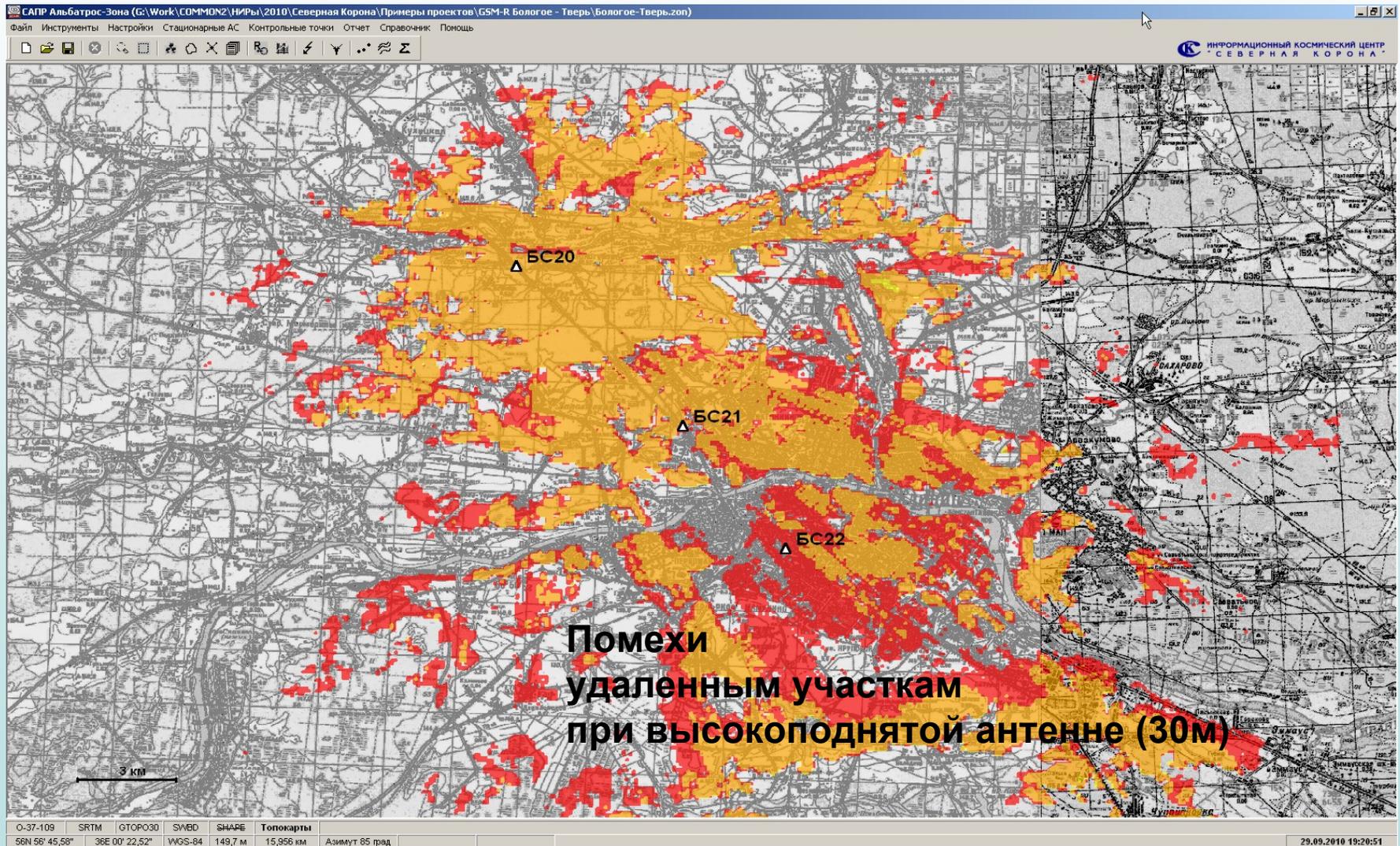
Детальный анализ проблемной ситуации



Двойное радиопокрытие

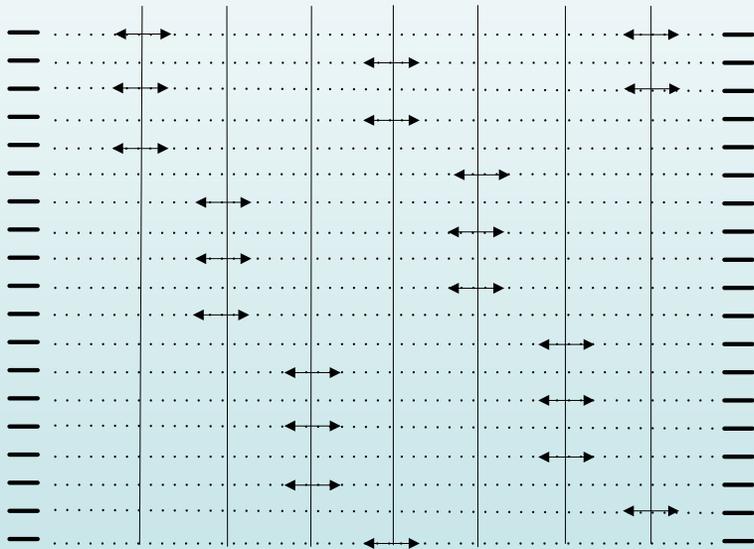
Диаграммы уровня сигналов и помех

Проблема помех



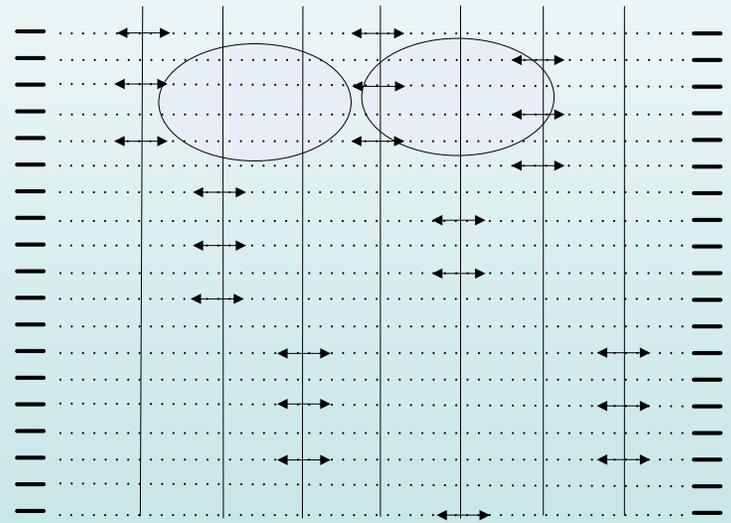
Обеспечение канальной емкости (GSM-R)

Групповое назначение частот



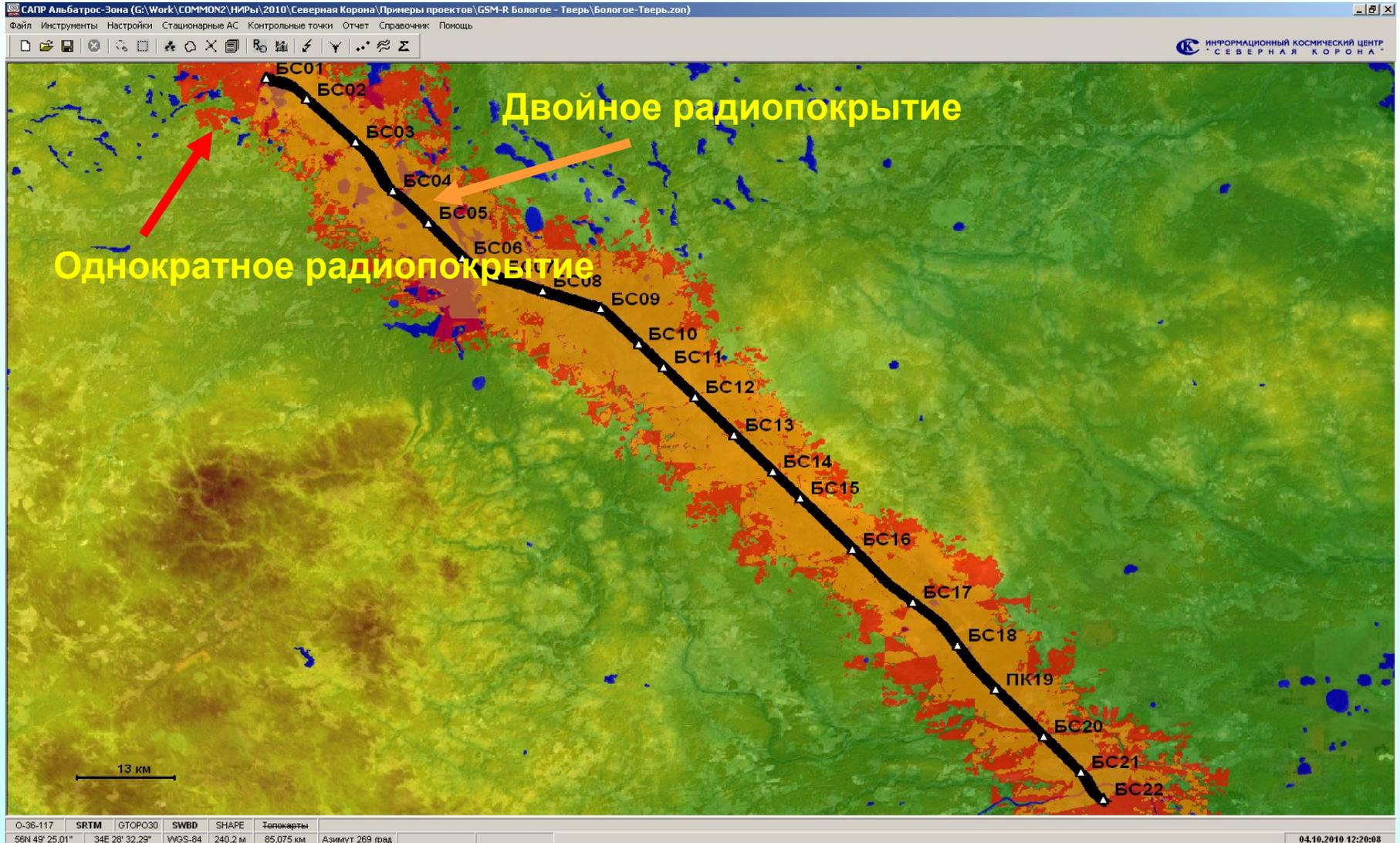
- (+) Оперативность формирования част. плана
- (-) Нехватка частотного ресурса

Учет рельефа

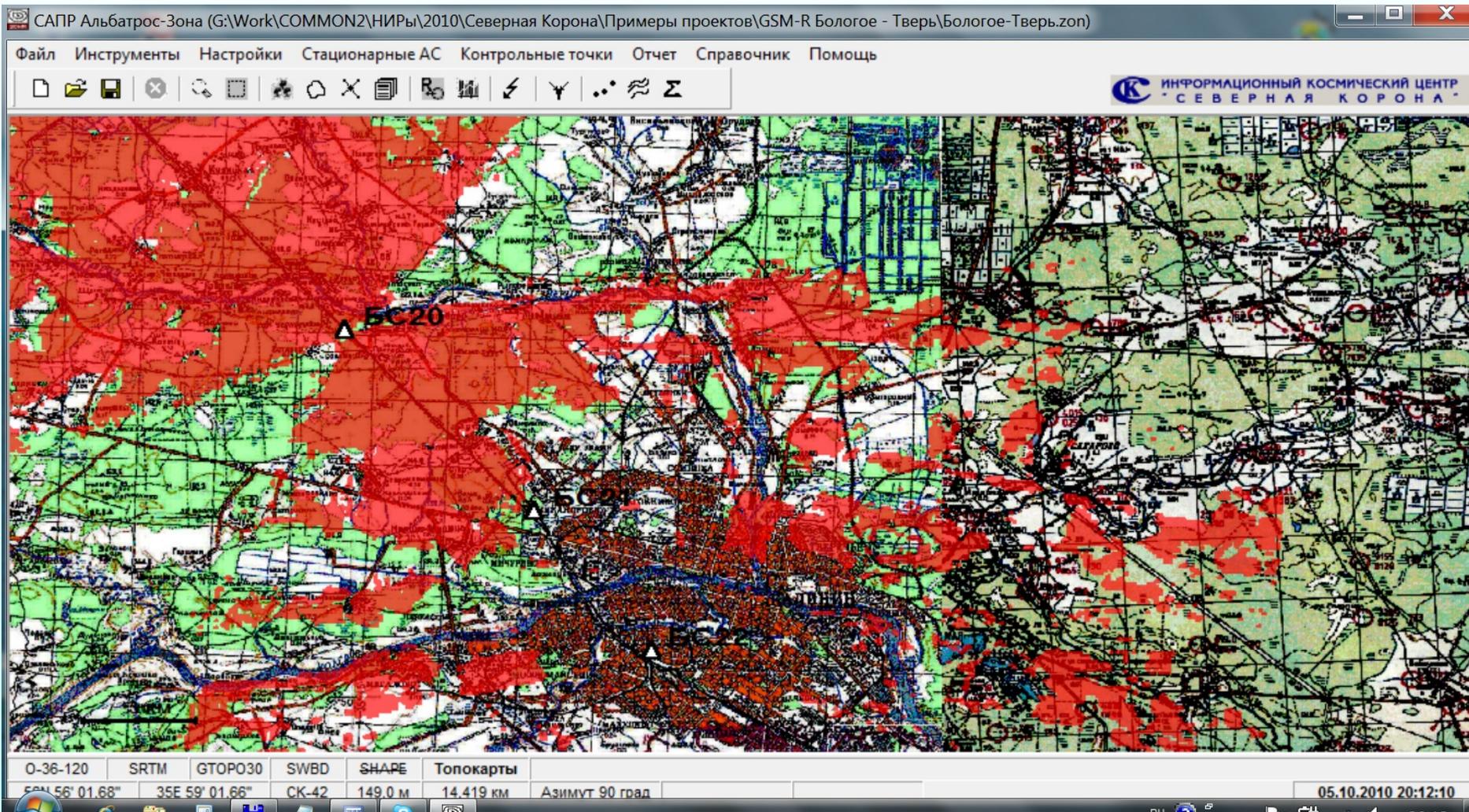


- (+) Лучше используется частотный ресурс
- (-) Трудоемкость формирования част. плана

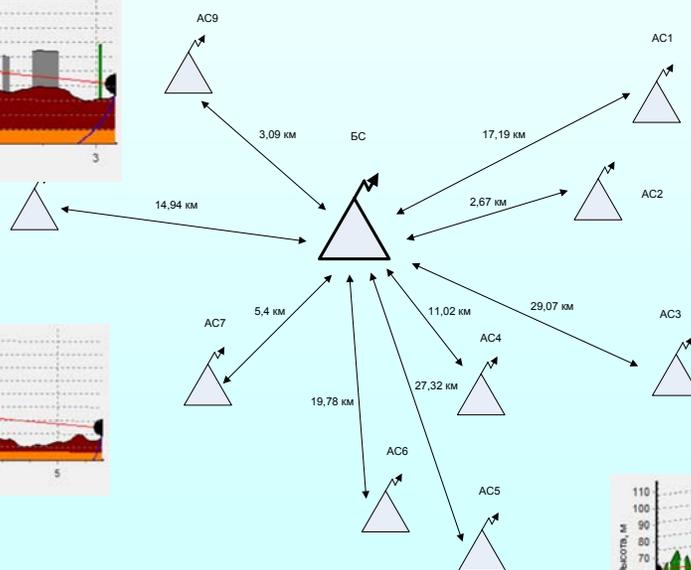
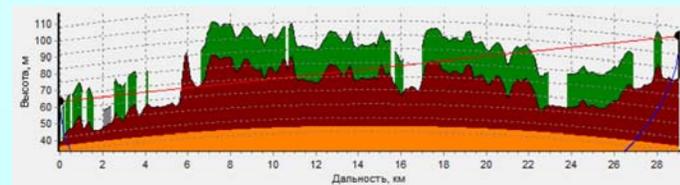
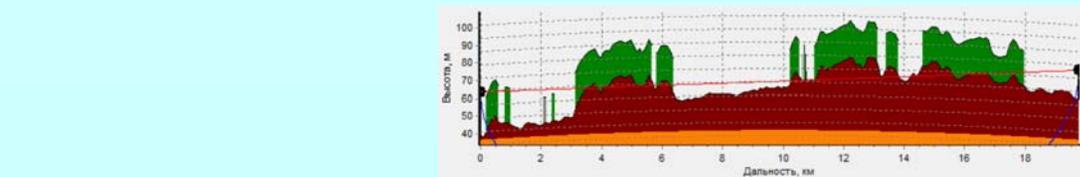
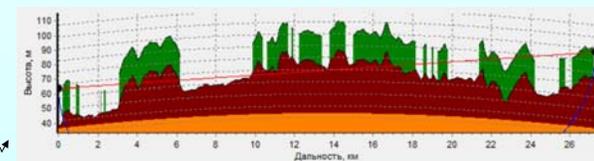
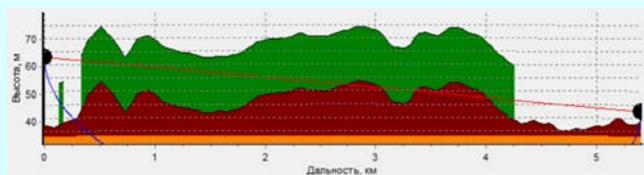
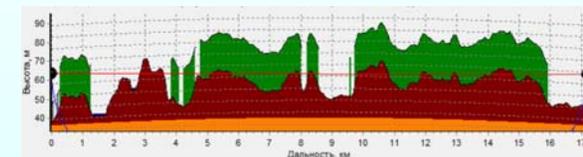
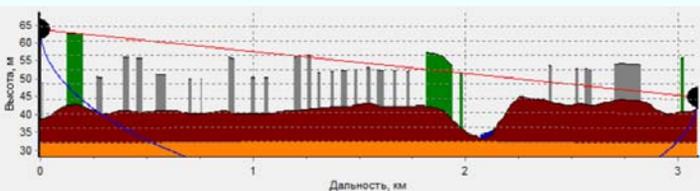
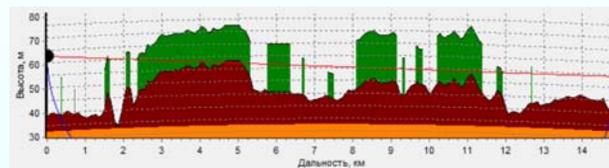
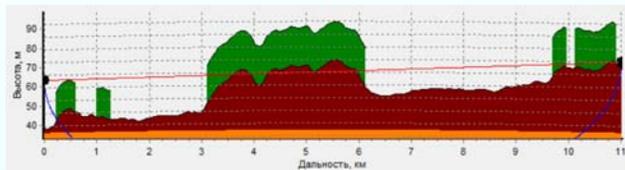
Итоговый анализ: зоны обслуживания



Детальный анализ зоны обслуживания



Случай фиксированного положения абонентских станций



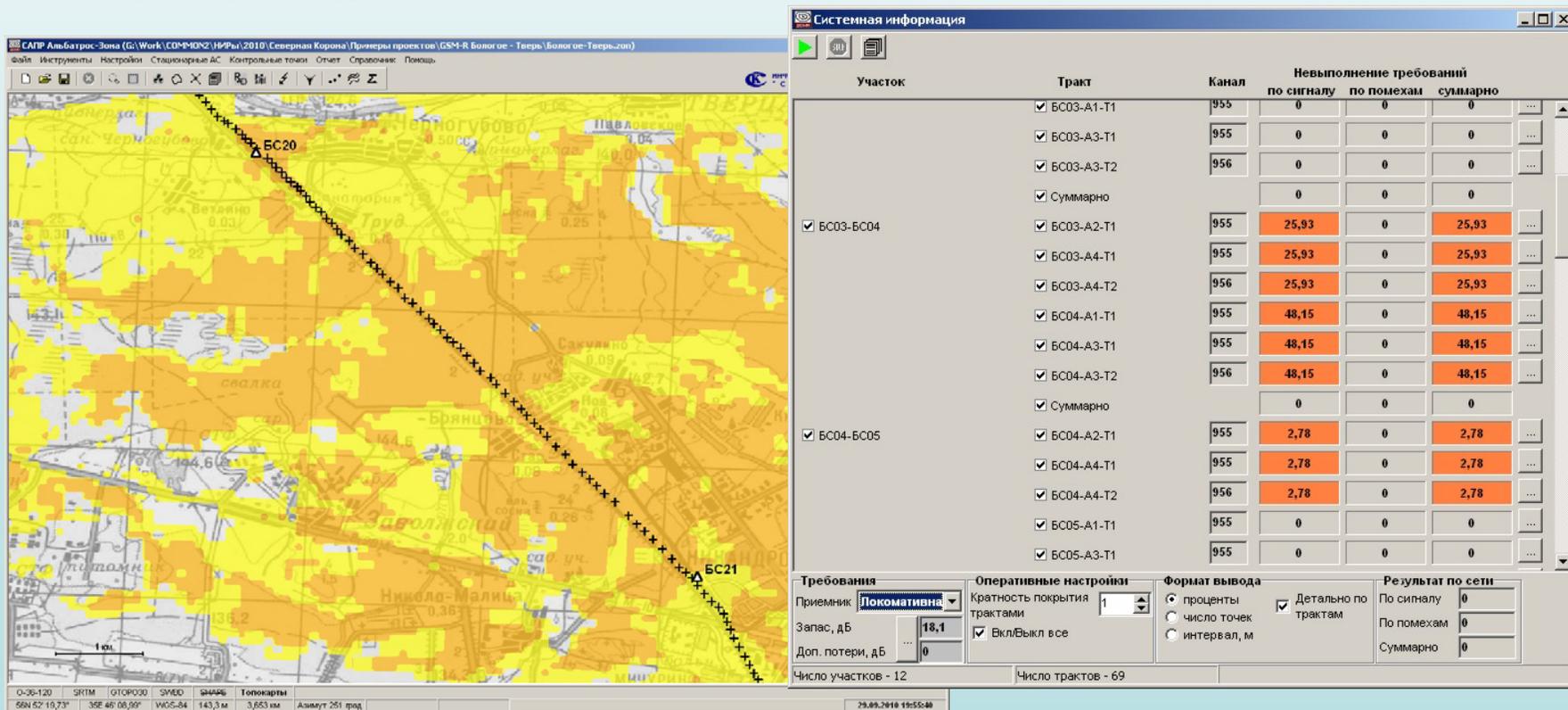
Обобщенный показатель качества плана

Должен:

- отражать требования заказчика
- отражать качество плана
- поддаваться количественной оценке и достаточно полно характеризовать сигнально-помеховую обстановку

Количественная оценка м.б.
получена путем дискретизации
области анализа

Обобщенный показатель -
относительное
радиопокрытие



Области приложения

- железнодорожный транспорт
- речной транспорт (диспетчерская связь)
- авто (диспетчерская связь)
- подвижные абоненты в районах выполнения задач
- ...

Выводы и рекомендации

- строгая этапность планирования
- принцип адекватности точности представления местности и моделей прогнозирования радиопокрытия
- визуализация региона планирования на основе совмещения карт и высотности
- количественный критерий радиопокрытия, поддающийся расчету
- модели прогнозирования радиопокрытия, явно учитывающие особенности рельефа
- принцип минимальной достаточности уровня сигнала в зоне
- учет рельефа при частотных назначениях - принцип экономии частотного разноса
- количественные показатели качества ЧТП
- специализированное программное обеспечение для ЧТП:
 - удобство интерфейса
 - модели ITU-R (последние версии)
 - поддержка картографии
 - учет особенностей технологии радиосвязи

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

**ЗАО «Информационный Космический Центр
«Северная Корона»**

+7 (812) 600-63-82 тлф/фксм

+7 (911) 220-95-91

org@spacecenter.ru

www.spacecenter.ru

