

Гриценко А.А., Жиров В.А.
ЗАО «Информационный Космический Центр «Северная Корона»

Методическое и программное
обеспечение ЧТП сетей
железнодорожной радиосвязи стандарта
GSM-R

Инфотранс 2009
Санкт-Петербург, 7–10 октября 2009 г

Частотно-территориальное планирование в подвижной радиосвязи

Частотно-территориальное планирование (ЧТП) предполагает разработку структуры сети базовых станций (территориального плана), конфигурирование базовых станций и формирование множества частотно-энергетических параметров (частотного плана) с учетом требований к радиопокрытию, сервису и ограничений

Требования:

- радиопокрытие территории с заданной надежностью;
- учет внутрисистемных помех;
- поддержка режимов работы (видов сервиса)

Ограничения: тип оборудования, ограничения по доступным частотам, мощностям, высотам мачт, стоимостные ограничения и т.п.

Исходные данные: описание местности (цифровые карты), радиоклиматические параметры

Содержание частотно-территориального планирования

Задача частотно-территориального планирования в своей основе поисковая, переборного типа, включает:

1. Определение рационального положения базовых станций и высот подвеса антенн
2. Определение количества и параметров секторов для базовых станций
3. Определение частотно-энергетических параметров для секторов базовых станций

Методическое и программное обеспечение

ЧТП выполняется по специальным методикам (включающим модели распространения радиоволн) реализованным в составе систем автоматизированного проектирования (САПР)

Особенности методического обеспечения разных поставщиков:

- в настоящее время не существует единых методик ЧТП;
- относительное единство заключается в использовании моделей распространения радиоволн ITU-R
- различные подходы к учету рельефа местности

Особенности ЧТП сетей подвижной радиосвязи стандарта GSM-R

Сети подвижной радиосвязи стандарта GSM-R отличаются от сетей GSM направленностью на удовлетворение требований управления железнодорожным движением, что предъявляет дополнительные требования к частотно-территориальному планированию в части методического и программного обеспечения.

Особенности ЧТП сетей GSM-R:

- повышенные требования к надежности прогноза радиопокрытия вдоль ж.д. полотна;
- сложность выполнения требований к уровню внутрисистемных помех;
- жесткие ограничения по доступному частотному ресурсу в сочетании с требованиями к канальной емкости системы, линейной конфигурацией размещения базовых станций вдоль дороги с малыми расстояниями между ними;
- необходимость реализации концепции «квазисекторов», выполнения жестких требований по перекрытию сот для реализации хэндовера и др.

Реализация методического обеспечения ЧТП сетей стандарта GSM-R в программном комплексе «Зона»

Требования к ЧТП GSM-R реализованы в методике и программном обеспечении «Зона» ЗАО «Информационный Космический Центр «Северная Корона»:

- реализованы более точные модели и методы расчета радиопокрытия (рек. Р.1812);
- разработаны инструменты детального прогноза уровней сигналов и помех вдоль железнодорожной магистрали;
- внедрены инструменты экспресс-анализа качества ЧТП;
- внедрен встроенный web-браузер для отображения сети и результатов расчетов на спутниковых снимках Google, которые интегрированы с ЦКМ

Структурно-логическая организация САПР «Зона»

Проект

Создать

Загрузить

Изменить

Картография

План

Топокарты

Googlemaps

SRTM

SHAPE

Параметры сети

Базовые станции

Частоты

Оборудование

Антенны и тракты

Аб.станции стац.

Аб.станции моб.

Параметры расчета

Базовая станция

АС стац./моб.

Модель PPV

Требования

Описание рельефа

Помехи

Направления

Параметры отобр.

Расчет

Зоны (ПН,ОН, совм.)

Детально сигнал

Детально профиль

Детально в точке

Вдоль полотна

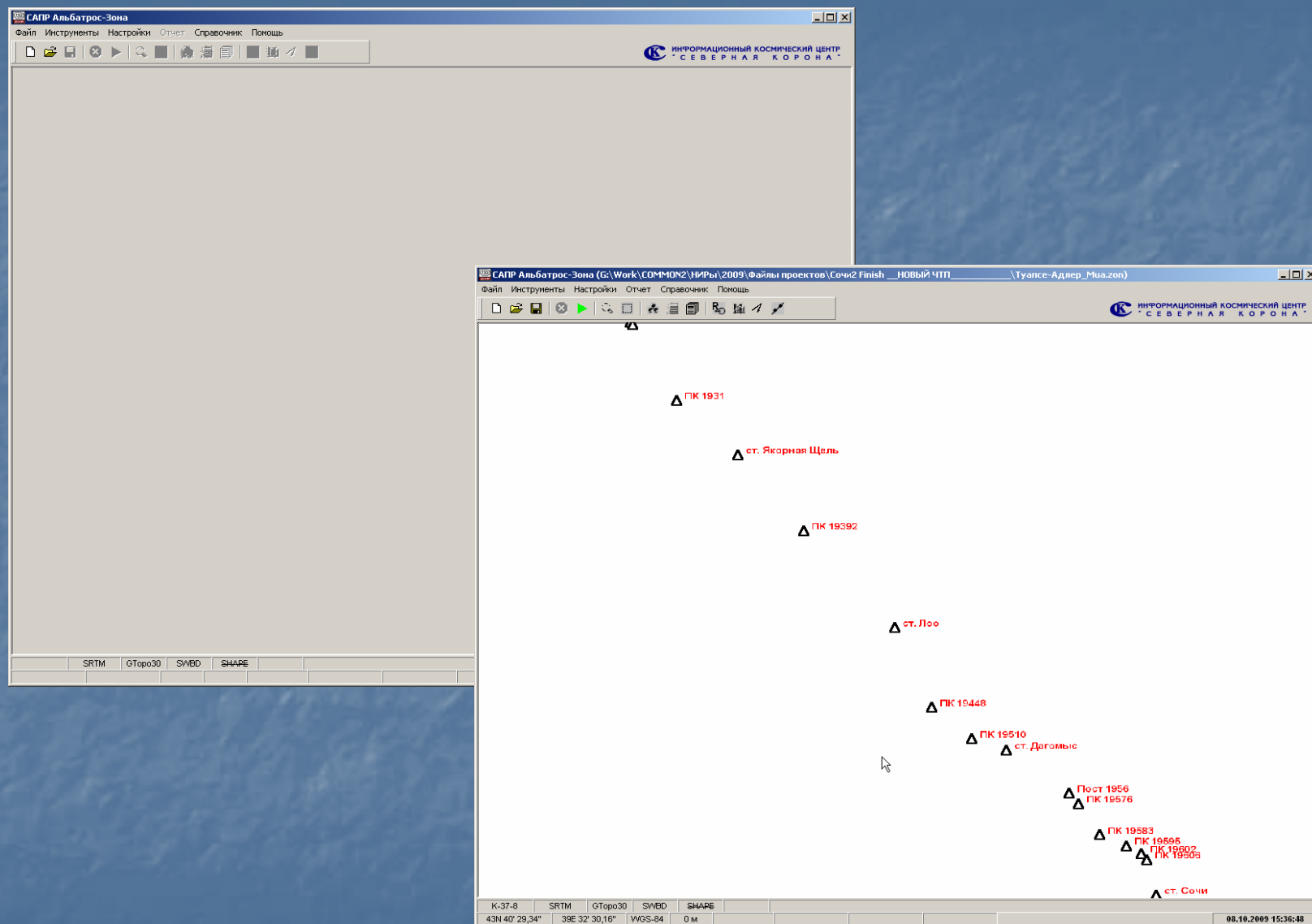
Анализ

Отчет

Графическая часть

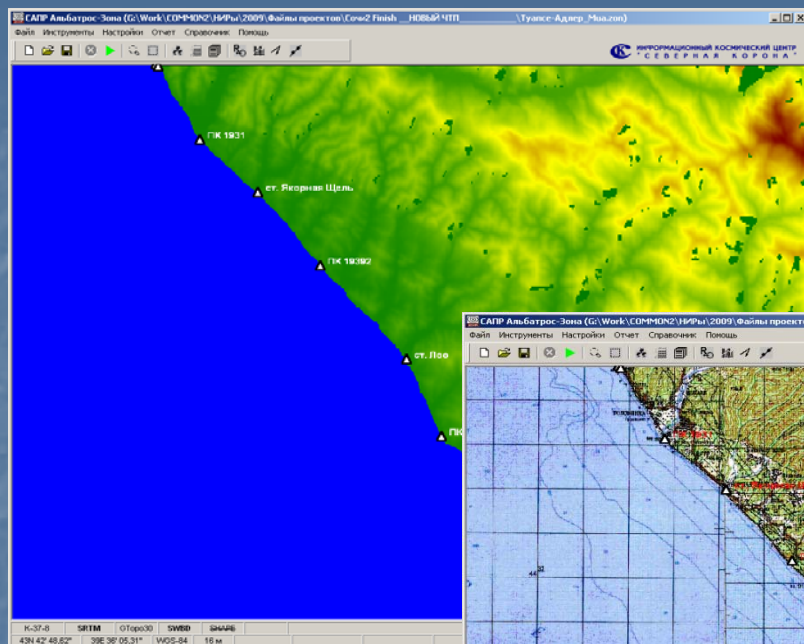
Таблица (Exel)

Программный комплекс «Зона» для ЧТП сетей стандарта GSM-R

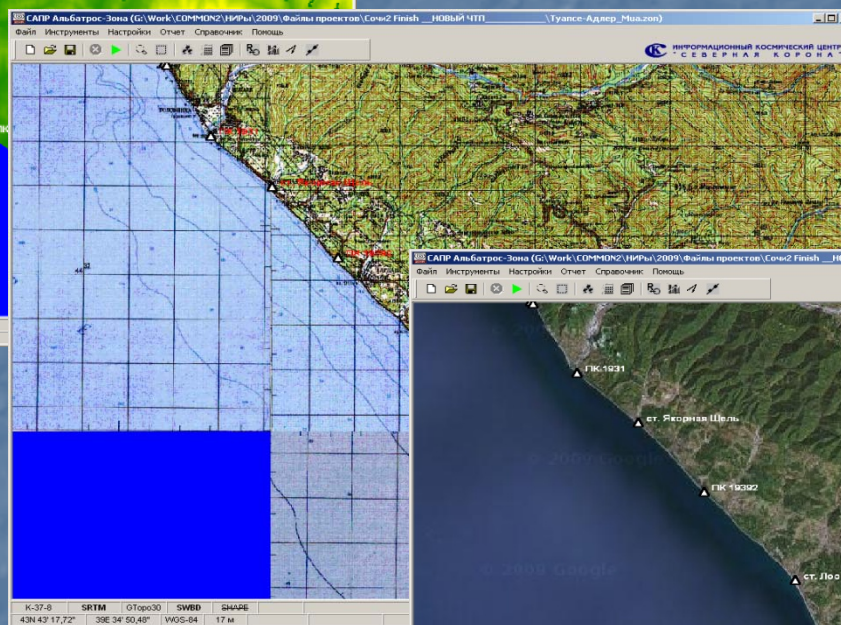


Открытие программы и загрузка проекта

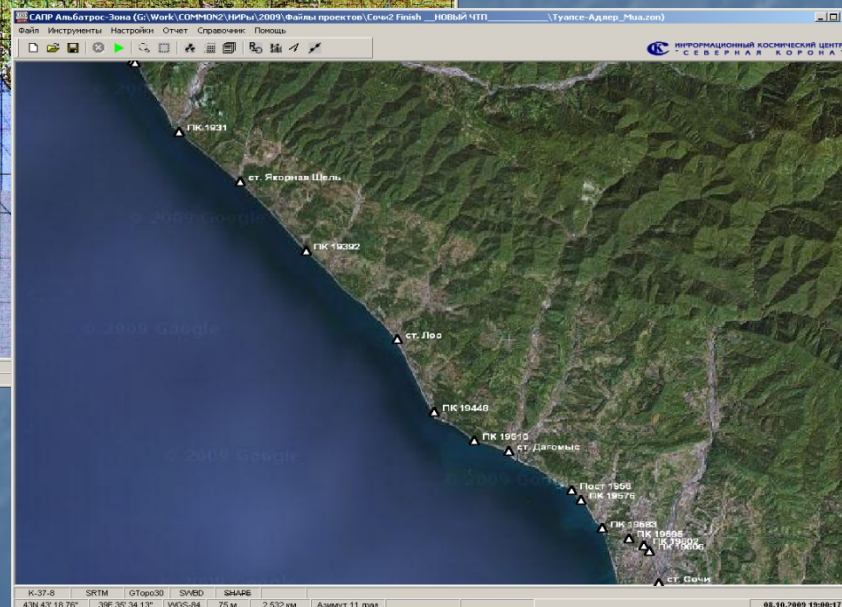
Программный комплекс «Зона» для ЧТП сетей стандарта GSM-R



SRTM



Топографические карты



Встроенный web-браузер

Картографические данные

Программный комплекс «Зона» для ЧТП сетей стандарта GSM-R

- Исходные данные по положению БС

Параметры сети

Наименование	№ в сети
Чемпоказе	14
ПК 19274	15
ПК 19279	16
ПК 1931	17
ст. Якорная Щель	18
ПК 19392	19
ст. Лоо	20
ПК 19448	21
ПК 19510	22
ст. Дагомыс	23
Пост 1956	24
Тоннель №4 юг	24a
ПК 19576	25
ПК 19583	26
ПК 19595	27
ПК 19602	28
ПК 19606	29
ст. Сочи	30
ПК 19656	31

Координаты (СК-42) и высота

Широта, град 43,598883

Долгота, град 39,7326418

Высота над УМ, м 15,73

- Частотный ресурс

Параметры сети

Список разрешенных каналов БС 956;958;973

f прд, МГц	f прм, МГц	№ канала	№ группы
922	877	959	5
922,2	877,2	960	2
922,4	877,4	961	4
922,6	877,6	962	1
922,8	877,8	963	4
923	878	964	1

Стандарт GSM-R

Сформировать сетку

Очистить сетку...

Параметры передатчиков -

Параметры приемников -

Параметры сети

Антенны Передатчики Приемники

Обозначение RRU 3004

Чувствительность, дБм -102

Защитные свойства

(CA) по основному каналу, дБ 12

(CA) по 1-му соседн. каналу, дБ -6

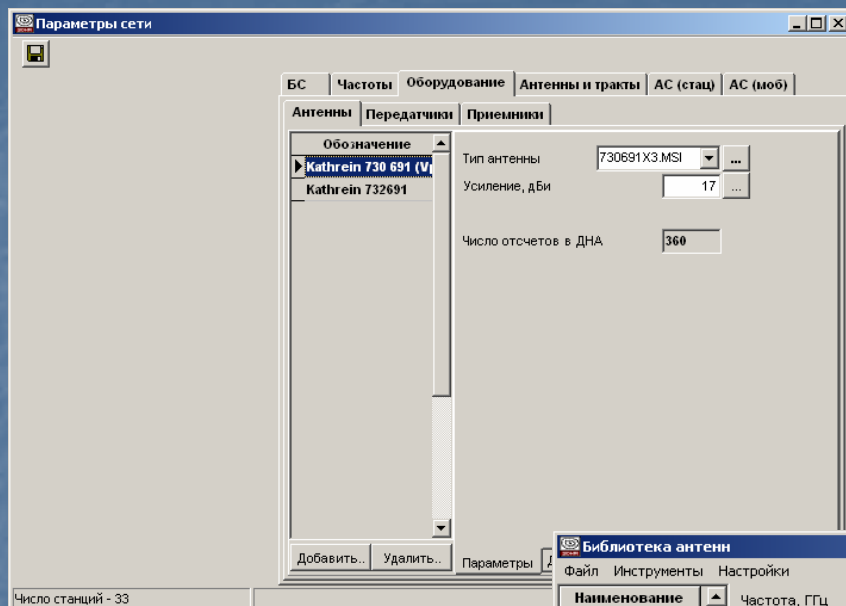
Ослабление:

- по 2-му соседнему каналу, дБ 60

- по другим каналам, дБ 80

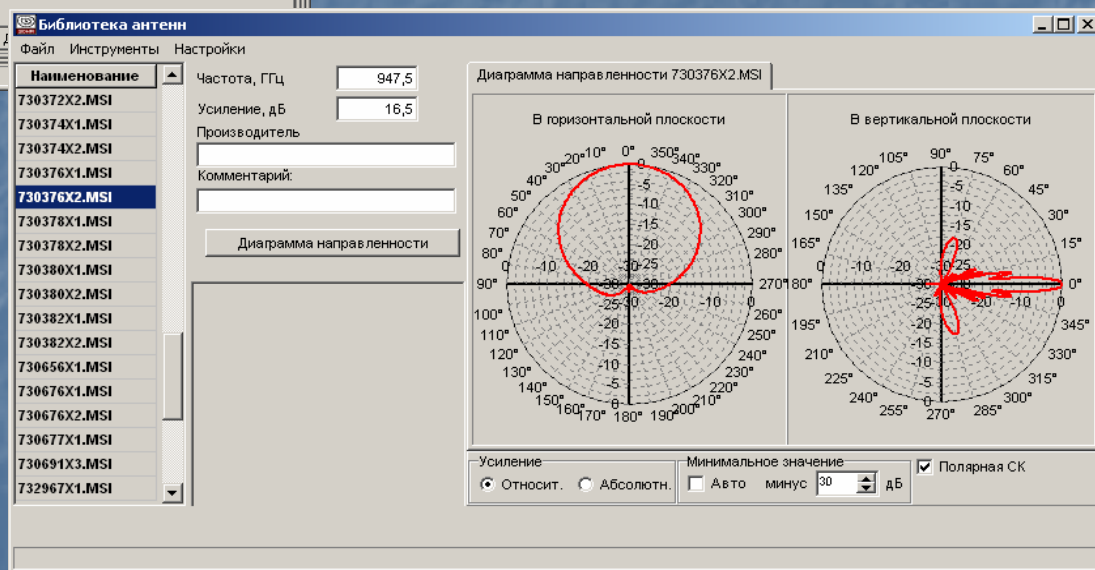
Добавить.. Удалить..

Программный комплекс «Зона» для ЧТП сетей стандарта GSM-R



- Данные по параметрам антенн БС и стационарных АС

Библиотека диаграмм направленности антенн -



Программный комплекс «Зона» для ЧТП сетей стандарта GSM-R

Параметры сети

Наименование	№ в сети
Чемитоквадже	14
ПК 19274	15
ПК 19279	16
ПК 1931	17
ст. Якорная Щель	18
ПК 19392	19
ст. Лоо	20
ПК 19448	21
ПК 19510	22
ст. Дагомыс	23
Пост 1956	24
Тонель №4 юг	24a
ПК 19576	25
ПК 19583	26
ПК 19595	27
ПК 19602	28
ПК 19606	29
ст. Сочи	30
ПК 19656	31

БС Частоты Оборудование Антенны и тракты АС (станц) АС (моб)

Антенны БС

Параметры антенны

Тип антенны Kathrein 730 691

Азимут, град 343

Угол места, град -8

Поправка к высоте, м 0

Добавить Удалить

Тракты БС

Параметры тракта

Номер радиоканала 956

Передатчик RRU 3004

К-т сниж. мощн (Bout), дБ 0

Потери сумм. ПРД, дБ 8,85

Приемник RRU 3004

Потери сумм. ПРМ, дБ 2,65

Добавить Удалить

Конфигурация оборудования Просмотр данных

Число станций - 33

Конфигурирование
оборудования
каждой БС

Параметры сети

Наименование	№ в сети
Чемитоквадже	14
ПК 19274	15
ПК 19279	16
ПК 1931	17
ст. Якорная Щель	18
ПК 19392	19
ст. Лоо	20
ПК 19448	21
ПК 19510	22
ст. Дагомыс	23
Пост 1956	24
Тонель №4 юг	24a
ПК 19576	25
ПК 19583	26
ПК 19595	27
ПК 19602	28
ПК 19606	29
ст. Сочи	30
ПК 19656	31

БС Частоты Оборудование Антенны и тракты АС (станц) АС (моб)

Антенны БС

Параметры антенны

Тип антенны Kathrein 730 691

Азимут, град 343

Угол места, град -8

Поправка к высоте, м 0

Добавить Удалить

Тракты БС

Параметры тракта

Номер радиоканала 956

Передатчик RRU 3004

К-т сниж. мощн (Bout), дБ 0

Потери сумм. ПРД, дБ 8,85

Приемник RRU 3004

Потери сумм. ПРМ, дБ 2,65

Добавить Удалить

Конфигурация оборудования Просмотр данных

Число станций - 33

Данные по
стационарным АС

Параметры сети

Наименование	№ в сети
Чемитоквадже	14
ПК 19274	15
ПК 19279	16
ПК 1931	17
ст. Якорная Щель	18
ПК 19392	19
ст. Лоо	20
ПК 19448	21
ПК 19510	22
ст. Дагомыс	23
Пост 1956	24
Тонель №4 юг	24a
ПК 19576	25
ПК 19583	26
ПК 19595	27
ПК 19602	28
ПК 19606	29
ст. Сочи	30
ПК 19656	31

БС Частоты Оборудование Антенны и тракты АС (станц) АС (моб)

Типы моб. АС

Носимая

Локомотивная

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 0,6

Защитные свойства

(СИ) по основному каналу, дБ 12

(СИ) по 1-му соседн. каналу, дБ -8

Ослабление:

- по 2-му соседнему каналу, дБ 60

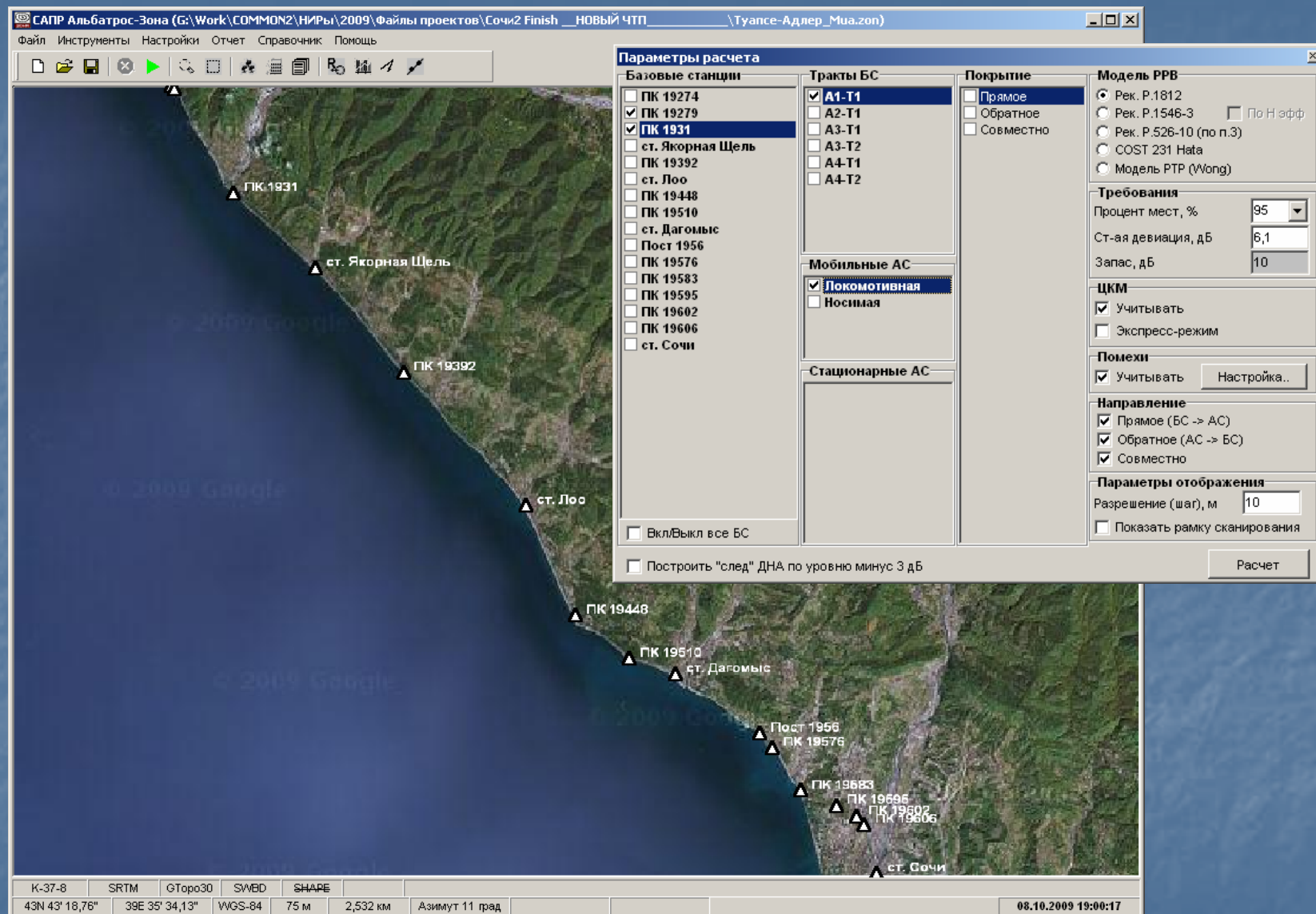
- по другим каналам, дБ 80

Добавить... Удалить... Переимен.

Число станций - 33

Данные по
мобильным АС

Программный комплекс «Зона» для ЧТП сетей стандарта GSM-R



Формирование сценария расчета

Программный комплекс «Зона» для ЧТП сетей стандарта GSM-R

САПР Альбатрос-Зона (G:\Work\COMMON2\НИРы\2009\Файлы проектов\Сочи2 Finish_НОВЫЙ ЧТП \Туапсе-Адлер_Mua.zon)

Файл Инструменты Настройки Отчет Справочник Помощь

Параметры расчета

Базовые станции

- ☐ ПК 19274
- ☒ ПК 19279
- ☒ ПК 1931
- ☐ ПК 19392
- ☐ ст. Якорная Шель
- ☐ ПК 19448
- ☐ ПК 19510
- ☐ ст. Дагомыс
- ☐ Пост 1956
- ☐ ПК 19576
- ☐ ПК 19583
- ☐ ПК 19595
- ☐ ПК 19602
- ☐ ПК 19606
- ☐ ст. Сочи

☐ Вкл/Выкл все БС

☐ Построить "след" ДНА по уровню минус 3 дБ

Тракты БС

- ☒ A1-T1
- ☐ A2-T1
- ☐ A3-T1
- ☐ A3-T2
- ☐ A4-T1
- ☐ A4-T2

Мобильные АС

- ☒ Локомотивная
- ☐ Носимая

Стационарные АС

Покрывание

- ☐ Прямое
- ☐ Обратное
- ☐ Совместно

Модель РРВ

- ☒ Рек. Р.1812
- ☐ Рек. Р.1546-3 ☐ По Нэфф
- ☐ Рек. Р.526-10 (по п.3)
- ☐ COST 231 Hata
- ☐ Модель PTP (Wong)

Требования

Процент мест, %

Ст-ая девиация, дБ

Запас, дБ

ЦКМ

- ☒ Учитывать
- ☐ Экспресс-режим

Помехи

- ☒ Учитывать

Направление

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

Параметры отображения

Разрешение (шаг), м

- ☐ Показать рамку сканирования

Настройка учета помех

Учитывать помехи

- ☒ по совмещенному каналу
- ☒ по 1 соседнему каналу
- ☐ по 2 соседнему каналу
- ☐ по другим каналам

Учитывать помехи от БС:

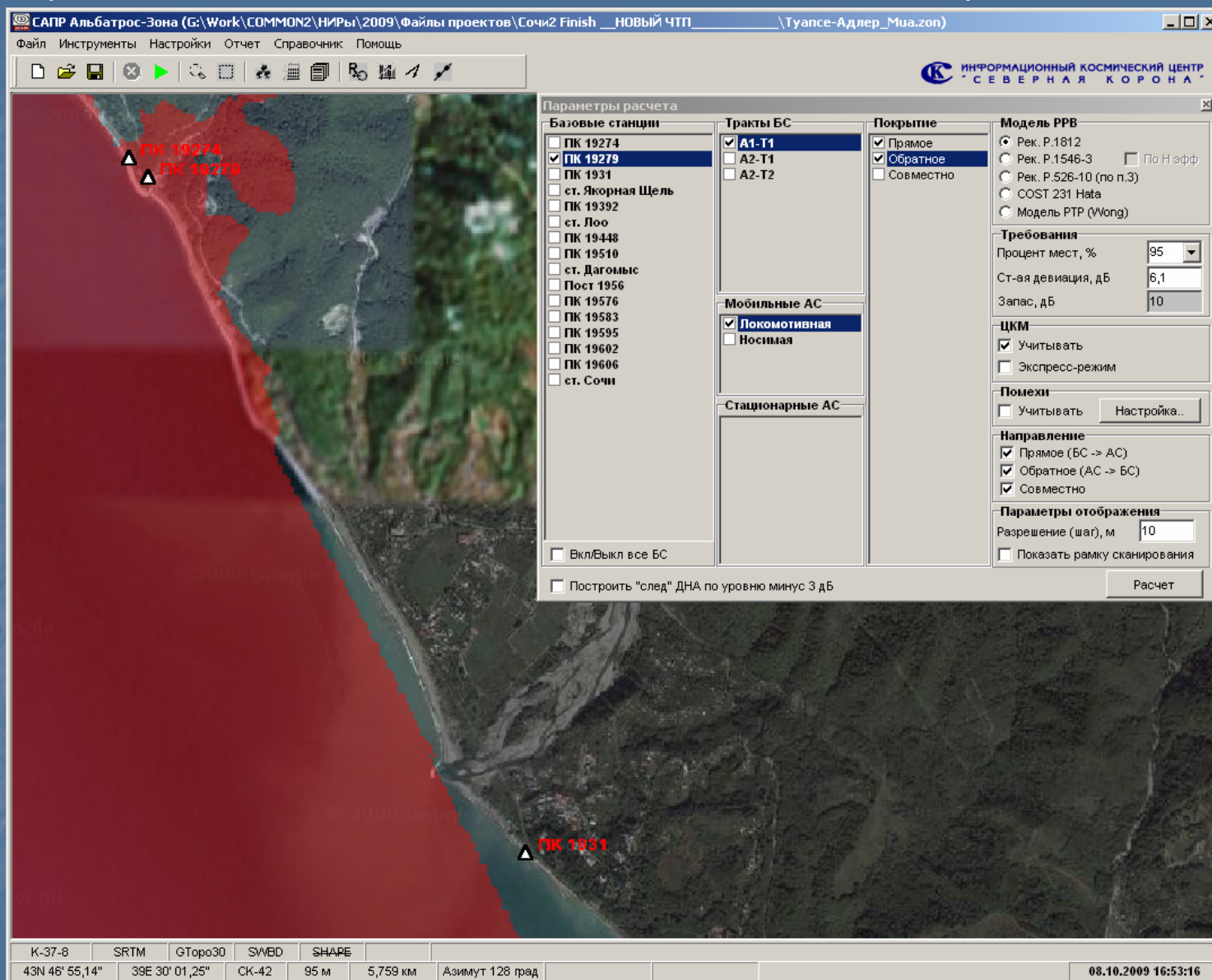
- ☒ Всех
- ☐ Ближайших
- ☐ На дальности км
- ☐ Персонально ...

- ☐ Не учитывать "свою" БС
- ☒ Относительно уровня сигнала

К-37-8 SRTM GTopo30 SWBD SHAPE 43N 43' 18,76" 39E 35' 34,13" WGS-84 75 м 2,532 км Азимут 11 град 08.10.

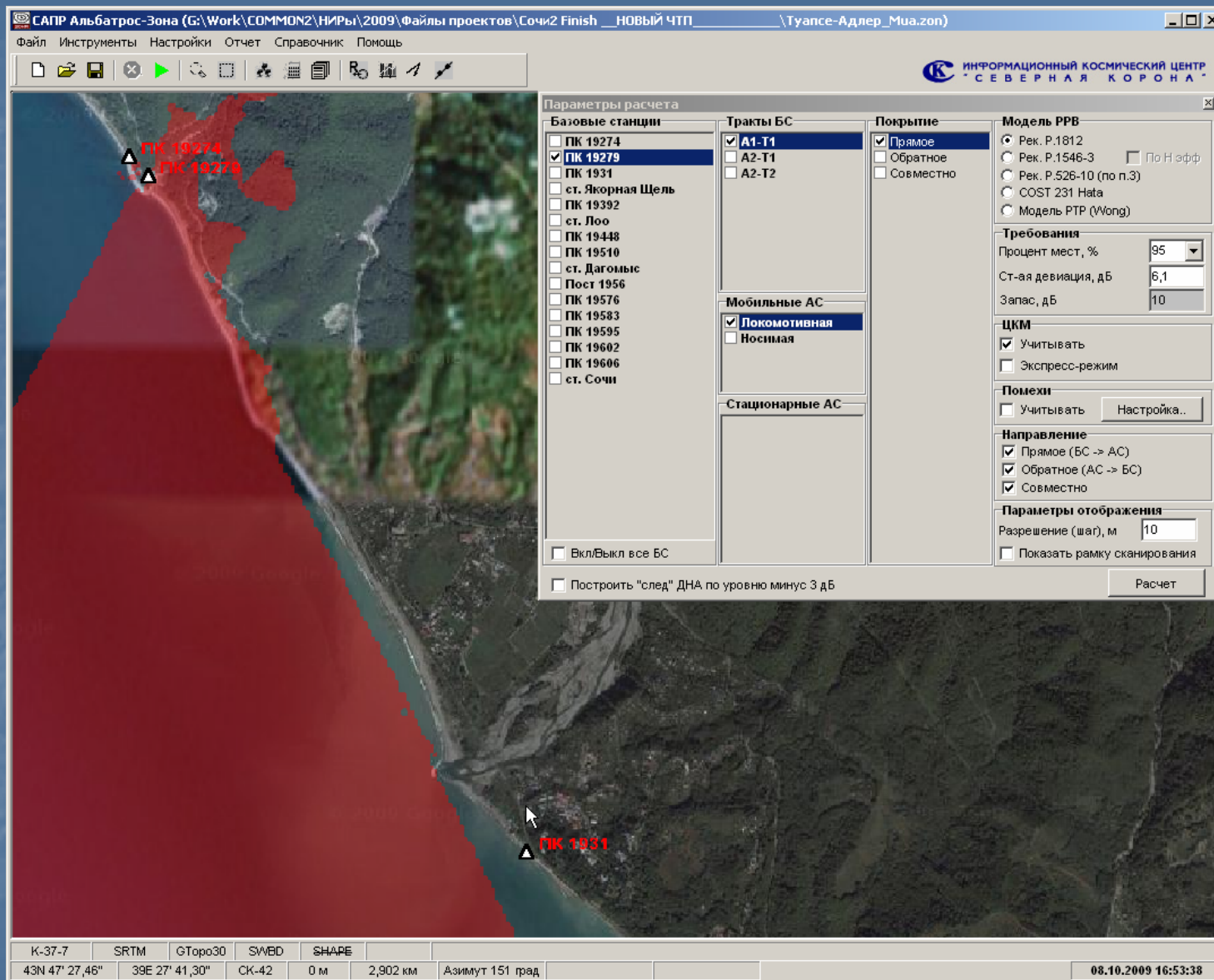
Настройка модели учета помех

Программный комплекс «Зона» для ЧТП сетей стандарта GSM-R



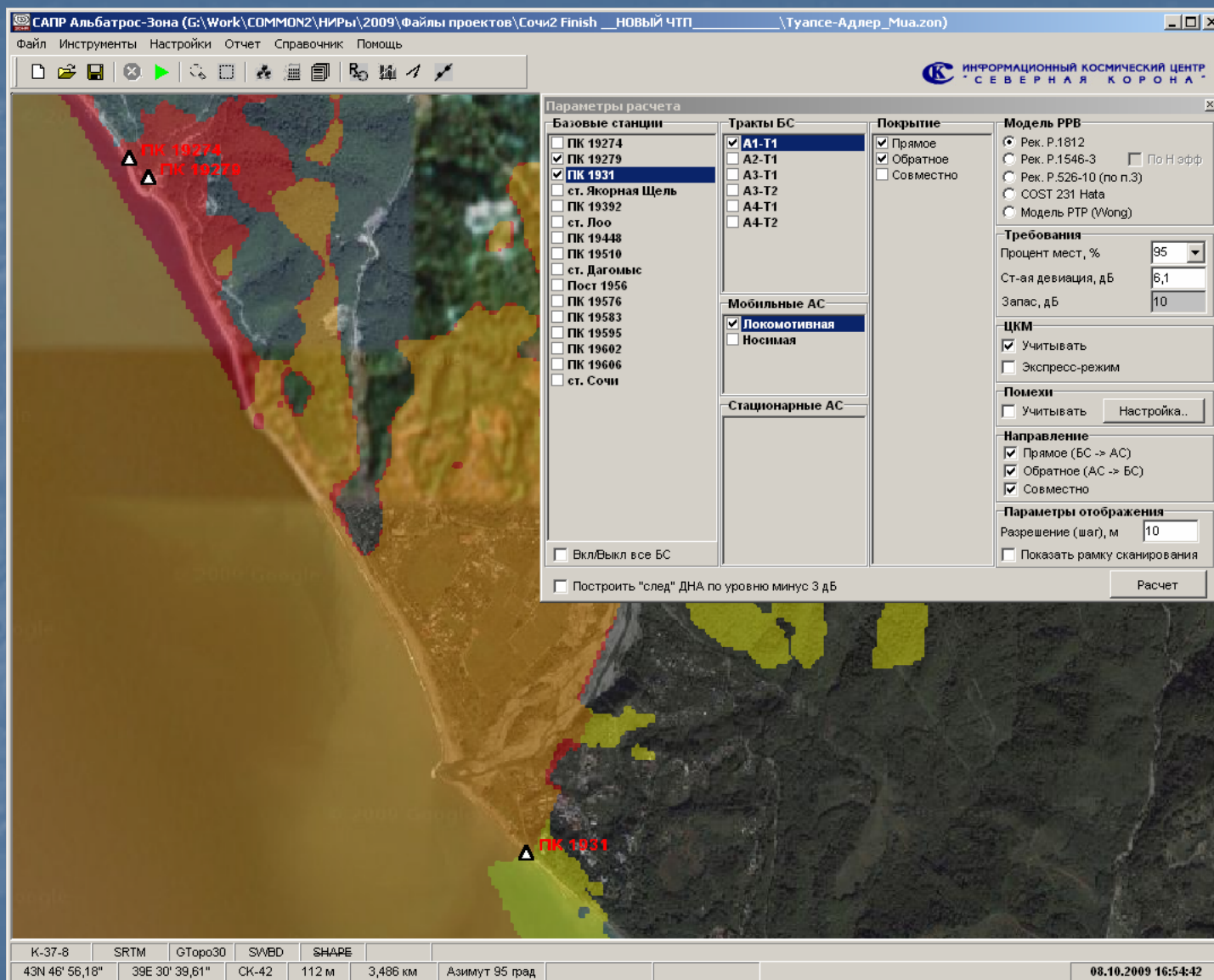
Зона покрытия одной БС без учета помех

Программный комплекс «Зона» для ЧТП сетей стандарта GSM-R



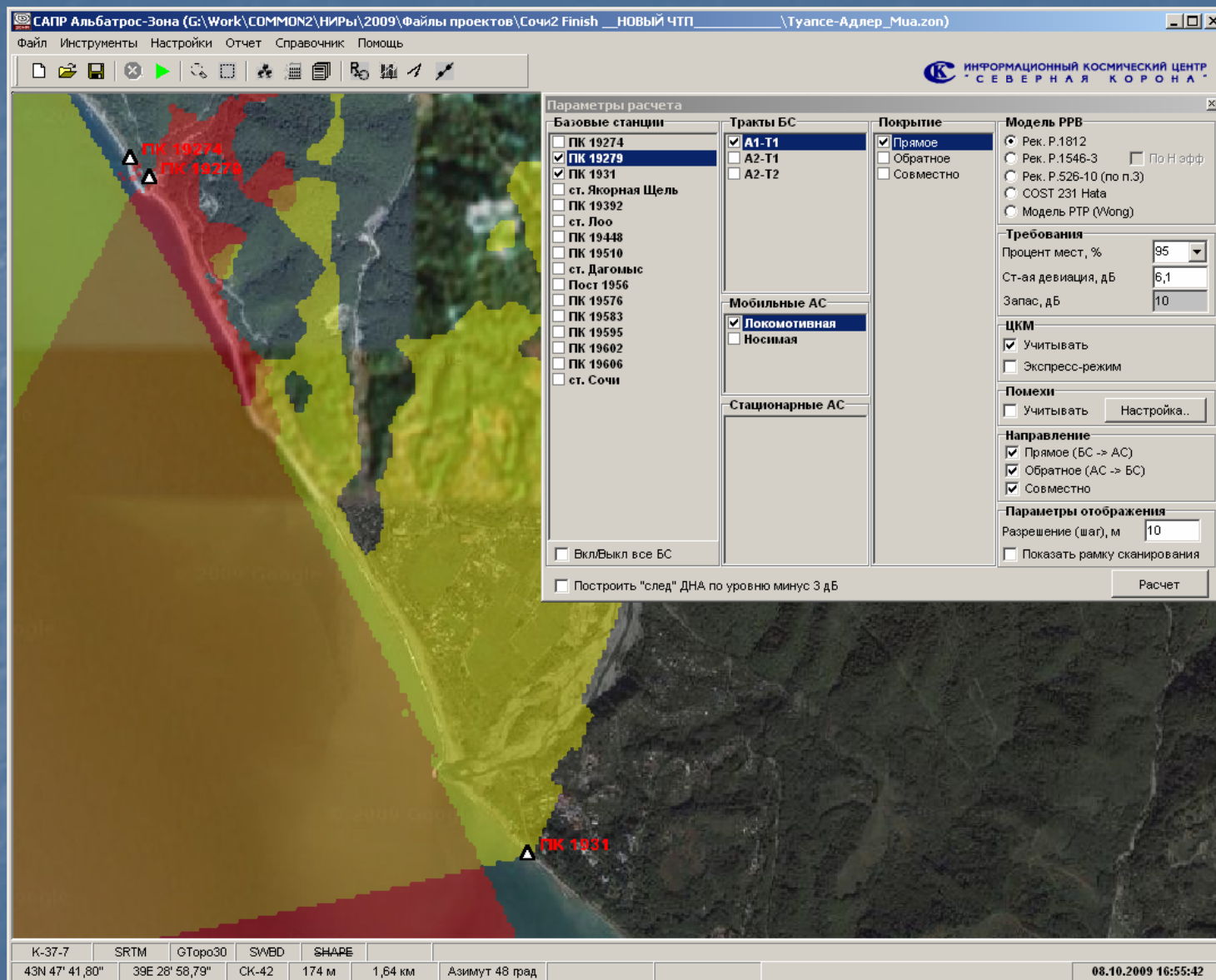
Зона покрытия одной БС с учетом помех

Программный комплекс «Зона» для ЧТП сетей стандарта GSM-R

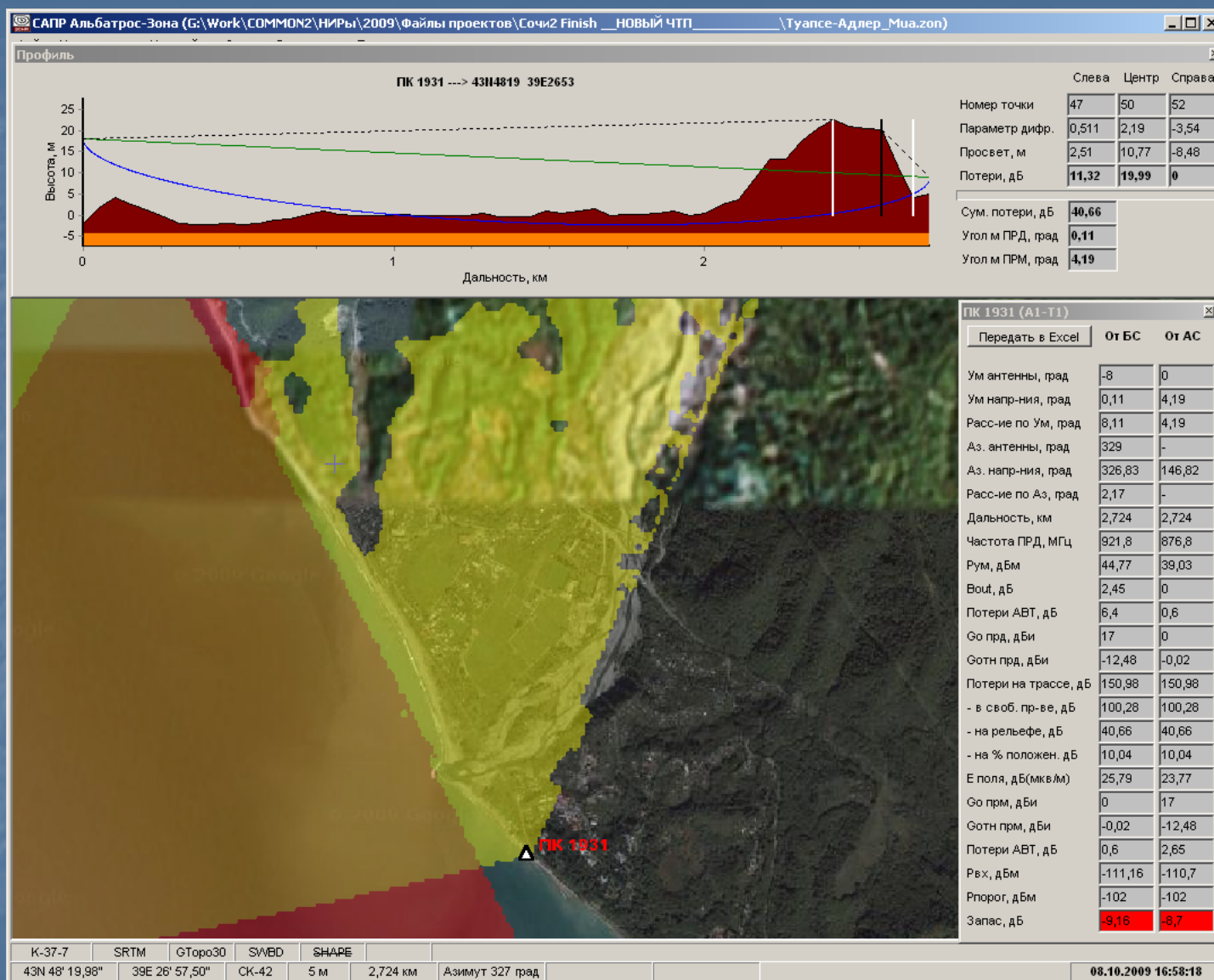


Суммарная зона покрытия на участке без учета помех

Программный комплекс «Зона» для ЧТП сетей стандарта GSM-R

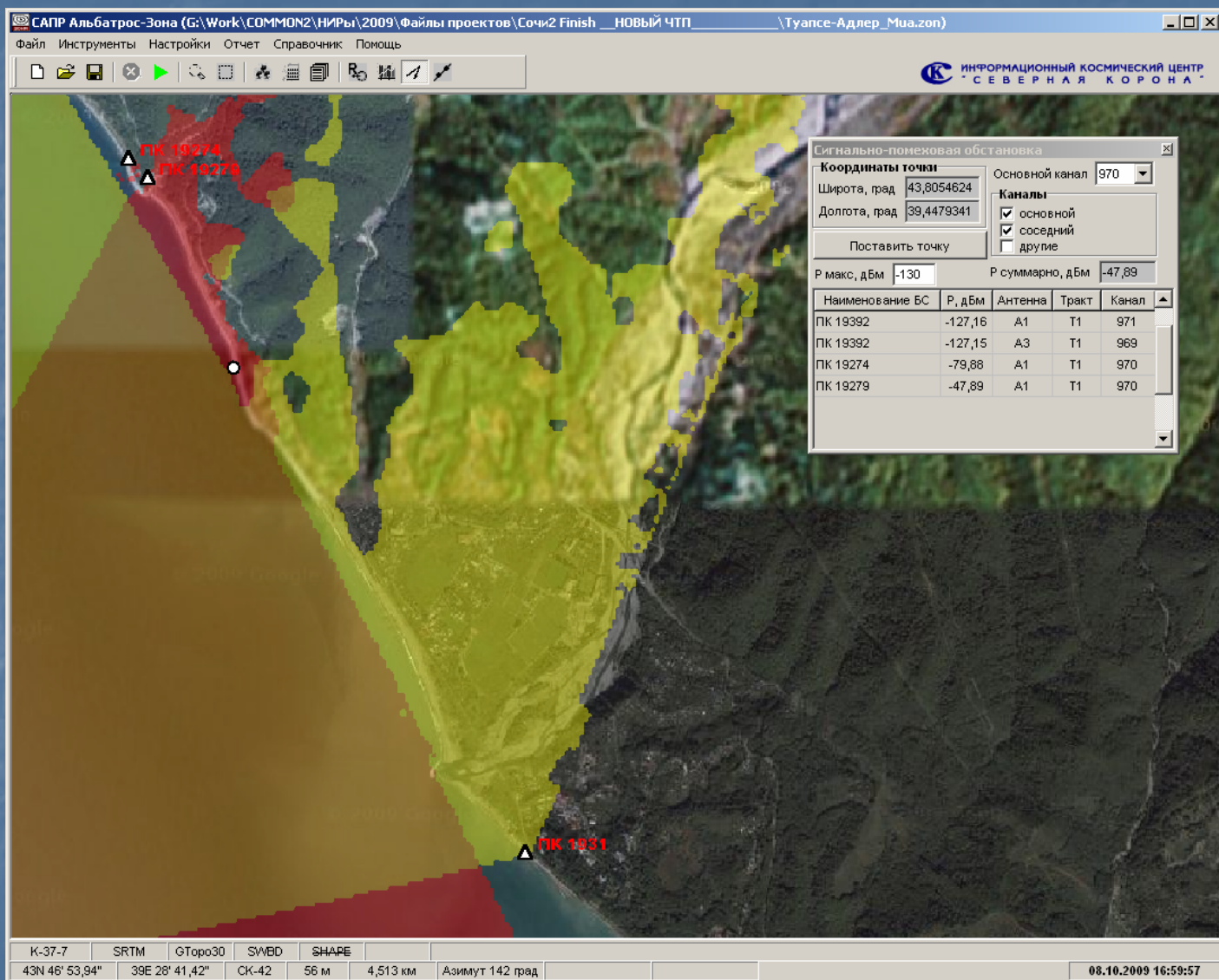


Программный комплекс «Зона» для ЧТП сетей стандарта GSM-R



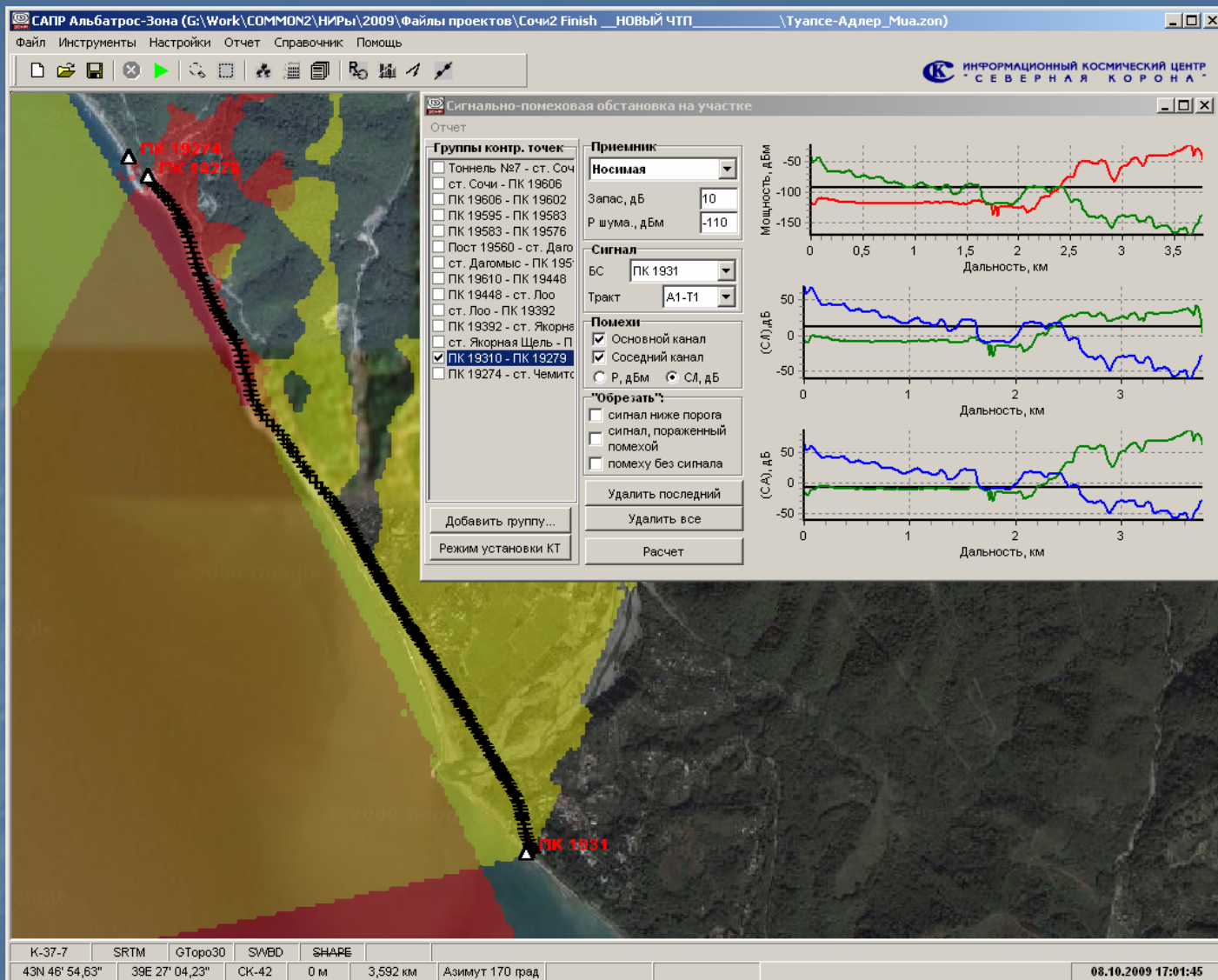
Детальное исследование зоны покрытия

Программный комплекс «Зона» для ЧТП сетей стандарта GSM-R



Детальные данные о сигнально-помеховой обстановке в произвольной точке

Программный комплекс «Зона» для ЧТП сетей стандарта GSM-R



Детальный расчет по трассе ж.д. полотна

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

