



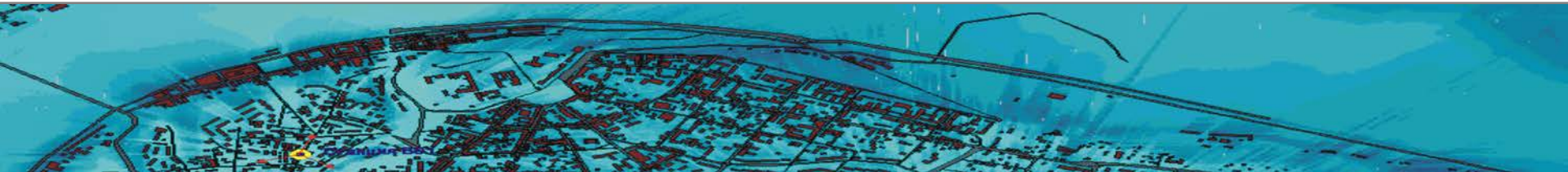
ИНФОТЕЛ

Информационные технологии и коммуникации

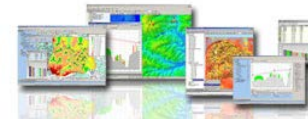
Использование геоинформационных баз знаний при автоматизированном планировании и оптимизации перспективных когнитивных сетей радиодоступа

В.Степанец, к.т.н., с.н.с.,
С.Одоевский, д.т.н., профессор

Санкт-Петербург
05-07 июня 2013г.



О компании ИнфоТел



http://www.rpls.ru/

RPLS-DB

RPLS-DB RFP

RPLS-DB TE

RPLS-DB Link

УСЛУГИ

СЕМИНАРЫ

РУС ENG

ПРОДУКТЫ и УСЛУГИ

- О КОМПАНИИ
- ПРОДУКТЫ
- УСЛУГИ
- РЕАЛИЗАЦИЯ
- СЕМИНАРЫ
- КАРТЫ
- ТРЕБУЮТСЯ
- КОНТАКТЫ

ТЕХПОДДЕРЖКА

АНТИКРИЗИСНЫЕ ПРЕДЛОЖЕНИЯ от ИнфоТел

НОВАЯ УСЛУГА ПЛАНИРОВАНИЕ

Компания ИнфоТел

Компания ИнфоТел – разработчик программных комплексов ONEPLAN RPLS (ONEGA RPLS) планирования и оптимизации сетей подвижной и фиксированной радиосвязи, систем широкополосного радиодоступа, аналогового и цифрового ТВ и радиовещания.

Программные комплексы ONEPLAN RPLS предназначены для разработки технически и экономически обоснованных планов развития, совершенствования и модернизации сетей подвижной и фиксированной радиосвязи различных стандартов, включая радиорелейную связь, на основе оптимизации технических и структурно-топологических характеристик сети.

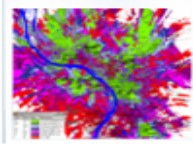
Применение программных комплексов планирования ONEPLAN RPLS операторами связи и проектными организациями позволяет повысить эффективность функционирования сети, а также снизить степень финансовых и технических рисков при построении, модернизации и эксплуатации сети.

Преимущества продуктов ИнфоТел



Программные комплексы **ONEPLAN RPLS** по функциональной насыщенности, удобству пользования, надежности работы и цене является оптимальным решением по критерию эффективность/стоимость.

Полный комплекс услуг



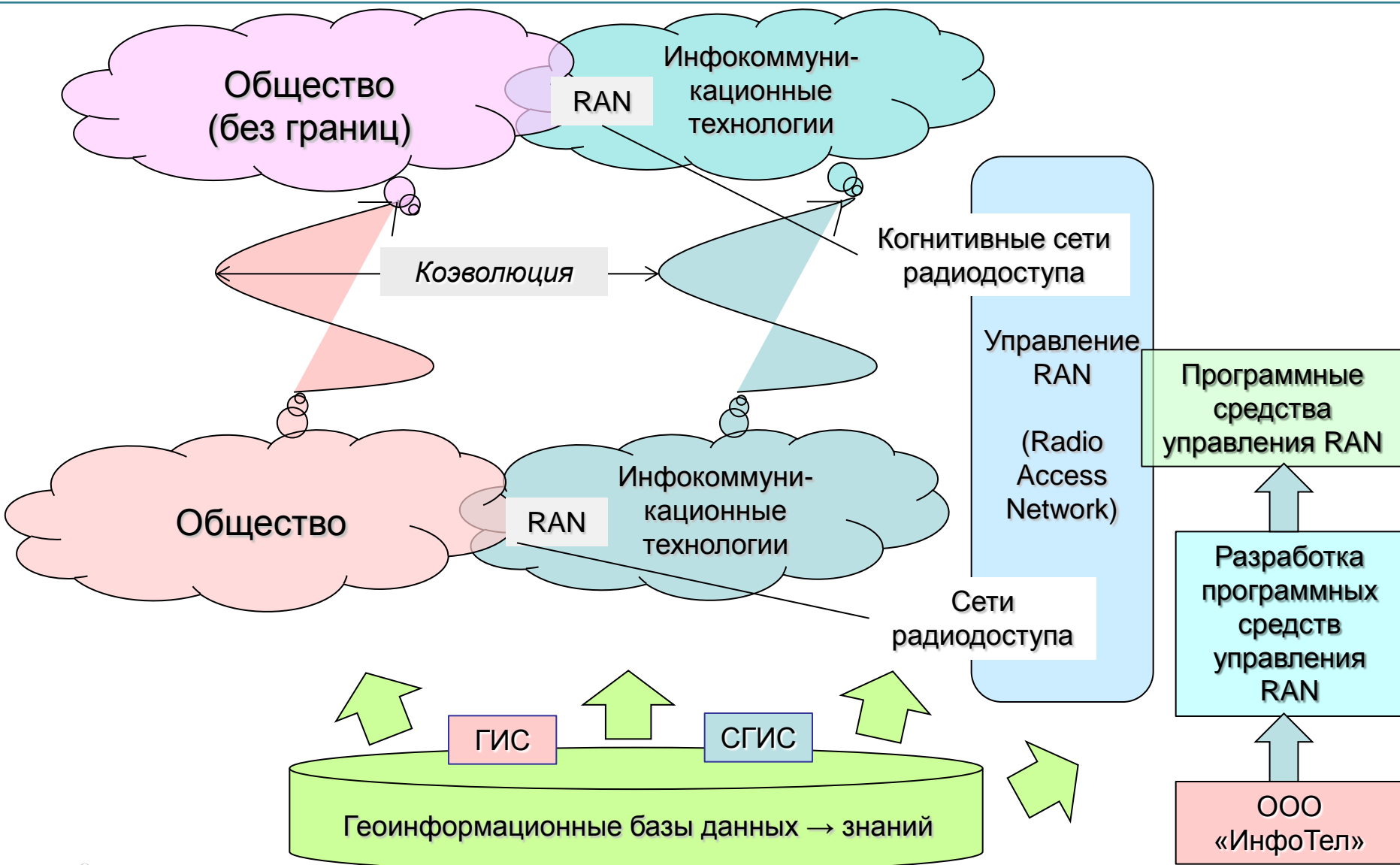
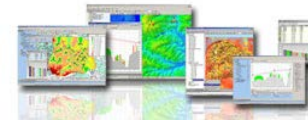
ИнфоТел предоставляет [услуги](#) по оптимизации сетей подвижной связи, проведению драйв тестов и получению частотных разрешений...

СОБЫТИЯ и НОВОСТИ

- 21.05.13 [Объявляем о начале регистрации участников ежегодного семинара по вопросам планирования и оптимизации сетей связи](#)
- 20.05.13 [Компания ИнфоТел на выставке Связь-Экспокомм-2013](#)
- 12.12.12 [Измерения покрытия ЦТВ, СПС 146-174 МГц, TETRA, LTE с помощью оборудования RONDE&SCHWARZ](#)
- 19.06.12 [Состоялся IX ежегодный семинар ИнфоТел](#)

X
ЮБИЛЕЙНЫЙ
МЕЖДУНАРОДНЫЙ

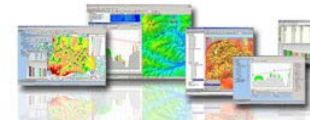
Предмет обсуждения в докладе



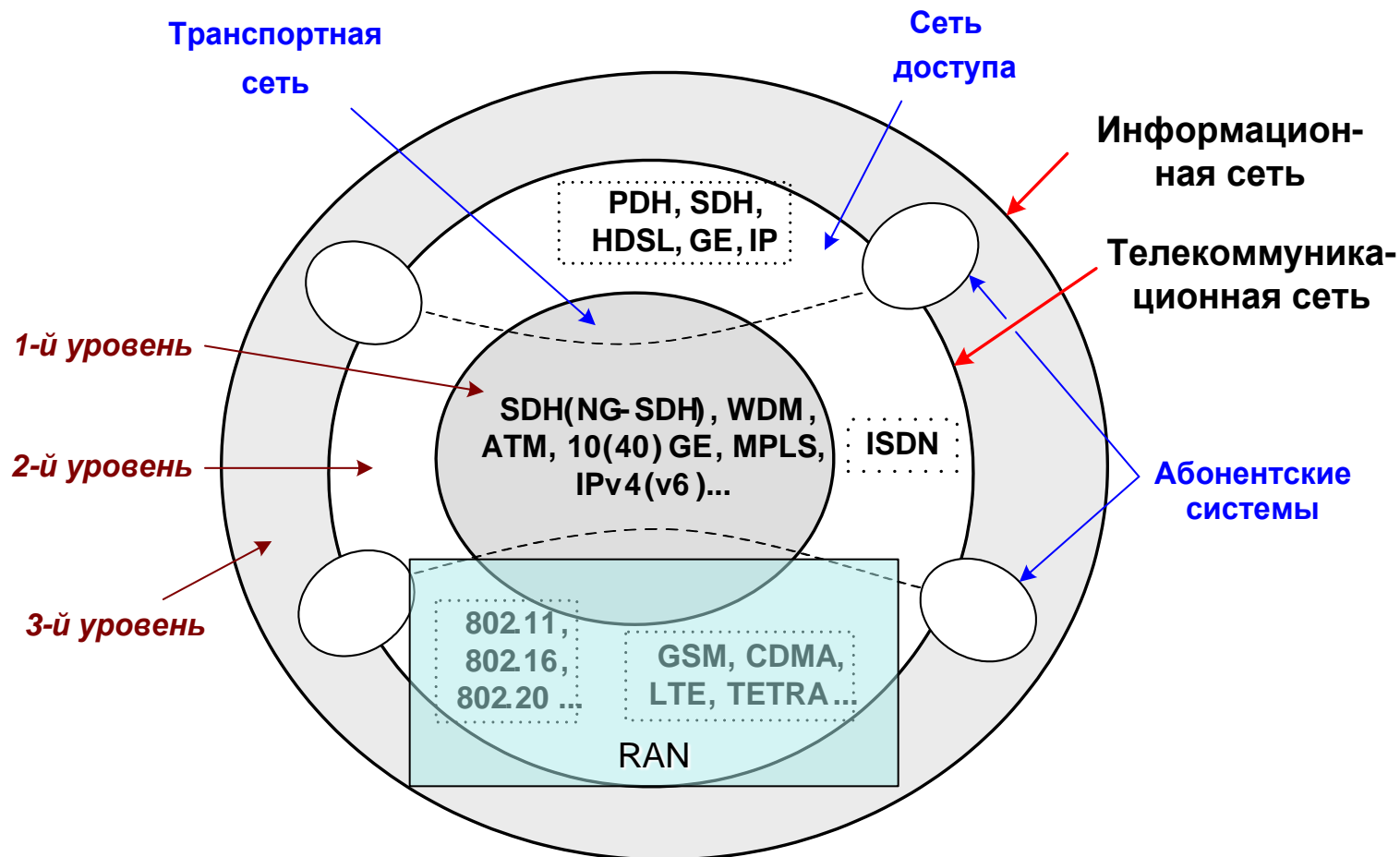
ИНФОТЕЛ

Информационные технологии
и коммуникации

Место RAN в ИКС



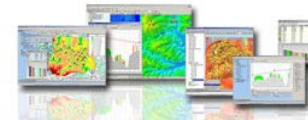
Концептуальная модель инфокоммуникационной сети



ИНФОТЕЛ

Информационные технологии
и коммуникации

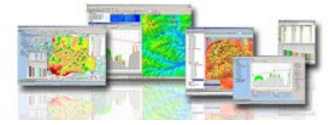
ПК ONEPLAN RPLS и этапы жизненного цикла сетей подвижной связи



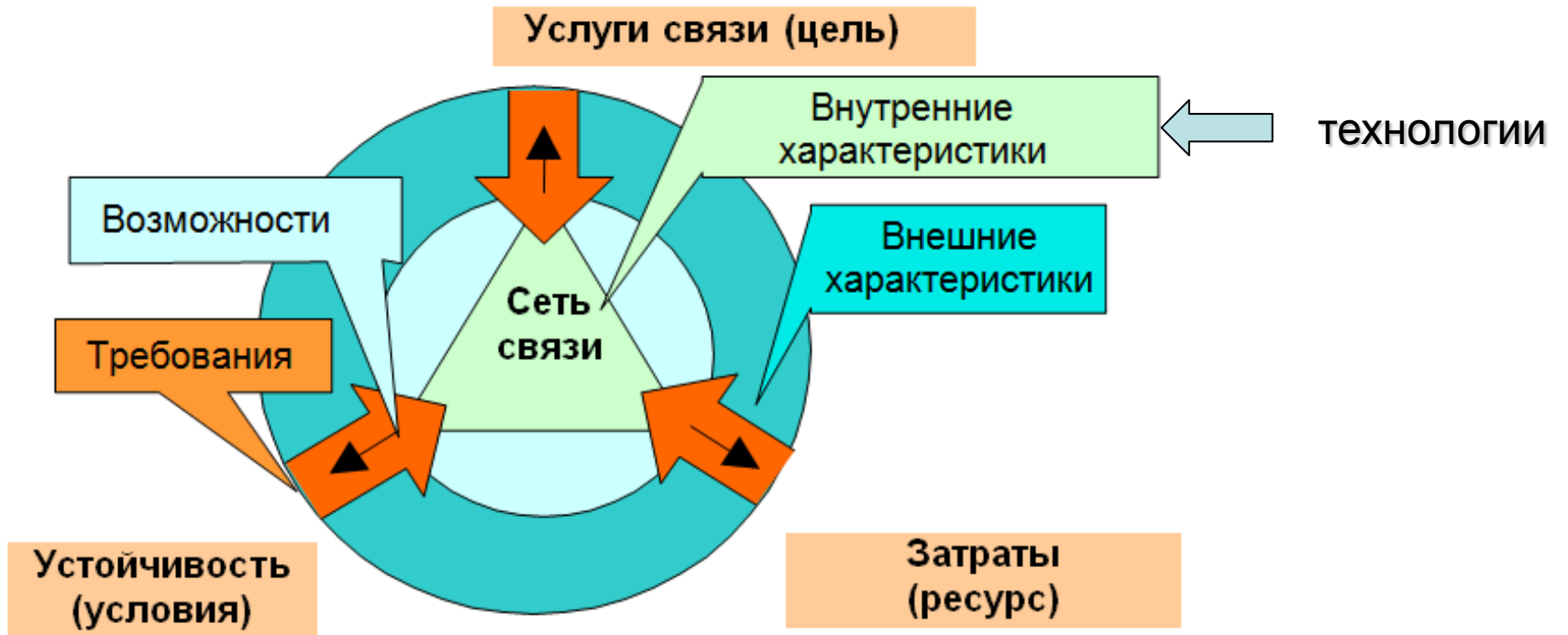
ИНФОТЕЛ

Информационные технологии
и коммуникации

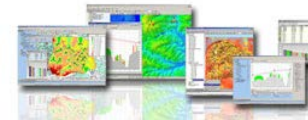
Взаимосвязь учитываемых факторов при управлении (планировании и оптимизации) RAN



Функциональное назначение: предоставление пространственно распределенным абонентам услуг достоверного и своевременного обмена сообщениями заданного вида и объема



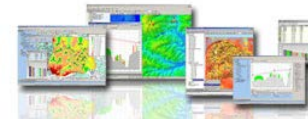
Показатели качества процесса планирования сетей в среде ONEPLAN RPLS



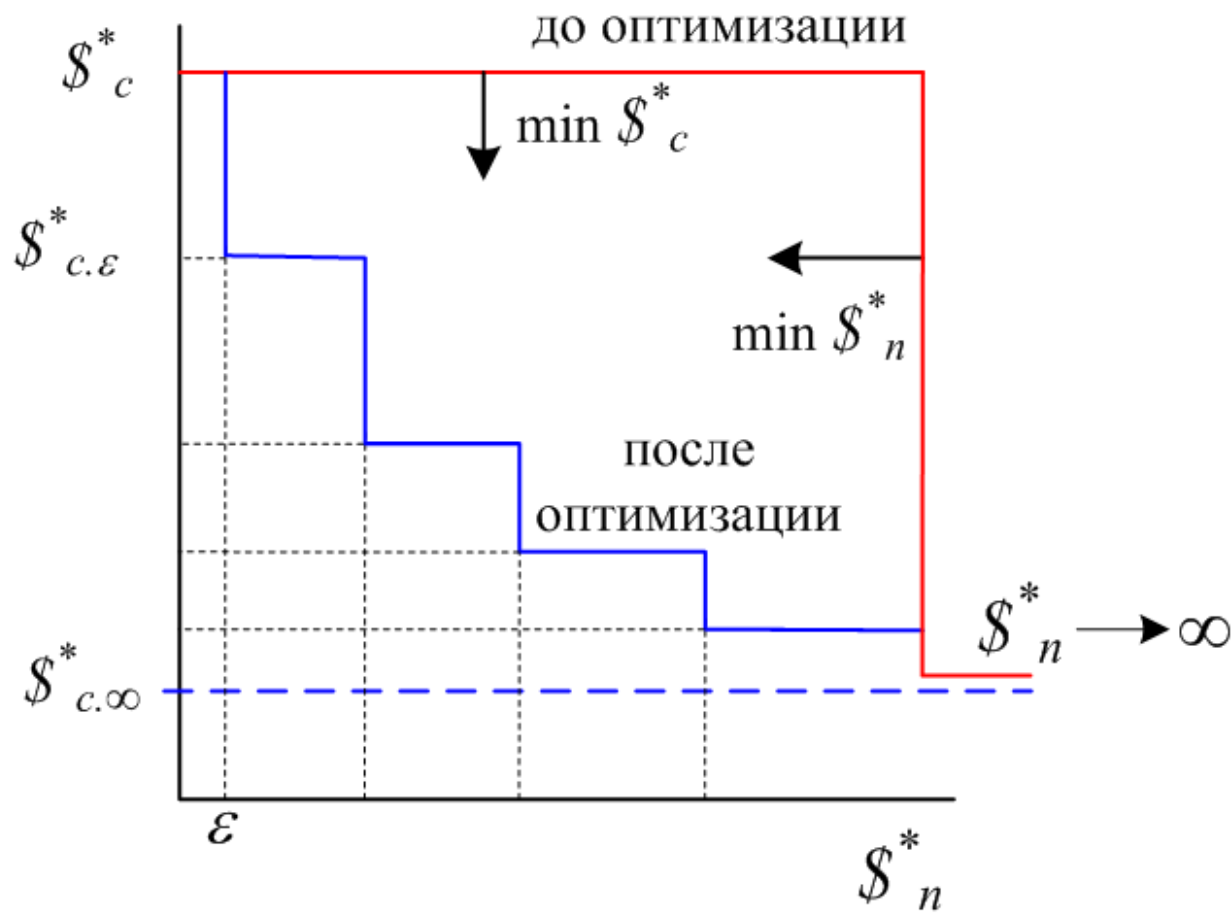
ИНФОТЕЛ

Информационные технологии
и коммуникации

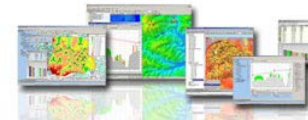
1. Принципы автоматизированной оптимизации с помощью ПК ONEPLAN RPLS



Оптимизация соотношения затрат на планирование (оптимизацию) $\*_n и на развертывание (эксплуатацию) сети $\*_c



Программные комплексы (ПК) ONEPLAN RPLS



ONEPLAN RPLS-XML (ONEGA):

- покрытие; -LAC, BSIC; -соседи Handover; - интервалы РРЛ; - цифровые карты;
- ЧТП, FH; -качество ПД и речи - драйв-тесты; - статистика; - оптимизация сети.

ONEPLAN RPLS-DB

ONEPLAN RPLS-DB Link:

- БД; - цифровые карты;
- интервалы и линии РРС;
- ЧТП и ЭМС сетей РРС;
- рациональный проект сети.

ONEPLAN RPLS-DB TE

- структура транспортной сети;
- планирование потоков;
- поиск оптимальных маршрутов;
- отчеты.

ONEPLAN RPLS-DB RFP:

- БД; - цифровые карты;
- покрытие TDMA (2G, WiMax, ЦТВ);
- ЧТП, LAC, BSIC, QoS; - драйв-тесты;
- статистика, оптимизация.

ONEPLAN RPLS-DB RFP:

- БД; - цифровые карты;
- покрытие TDMA/CDMA (2G/3G/4G) **LTE**
- ЧТП и конфигурация
- QoS, драйв-тесты
- статистика анализ, обр.
- **автоматическая оптимизация модуль (NEO).**

ONEPLAN RPLS-DB 3G:

- БД; - цифровые карты;
- покрытие CDMA (3G, WiMax)
- конфигурация, QoS, драйв-тесты
- статистика, оптимизация.

2009г.

-

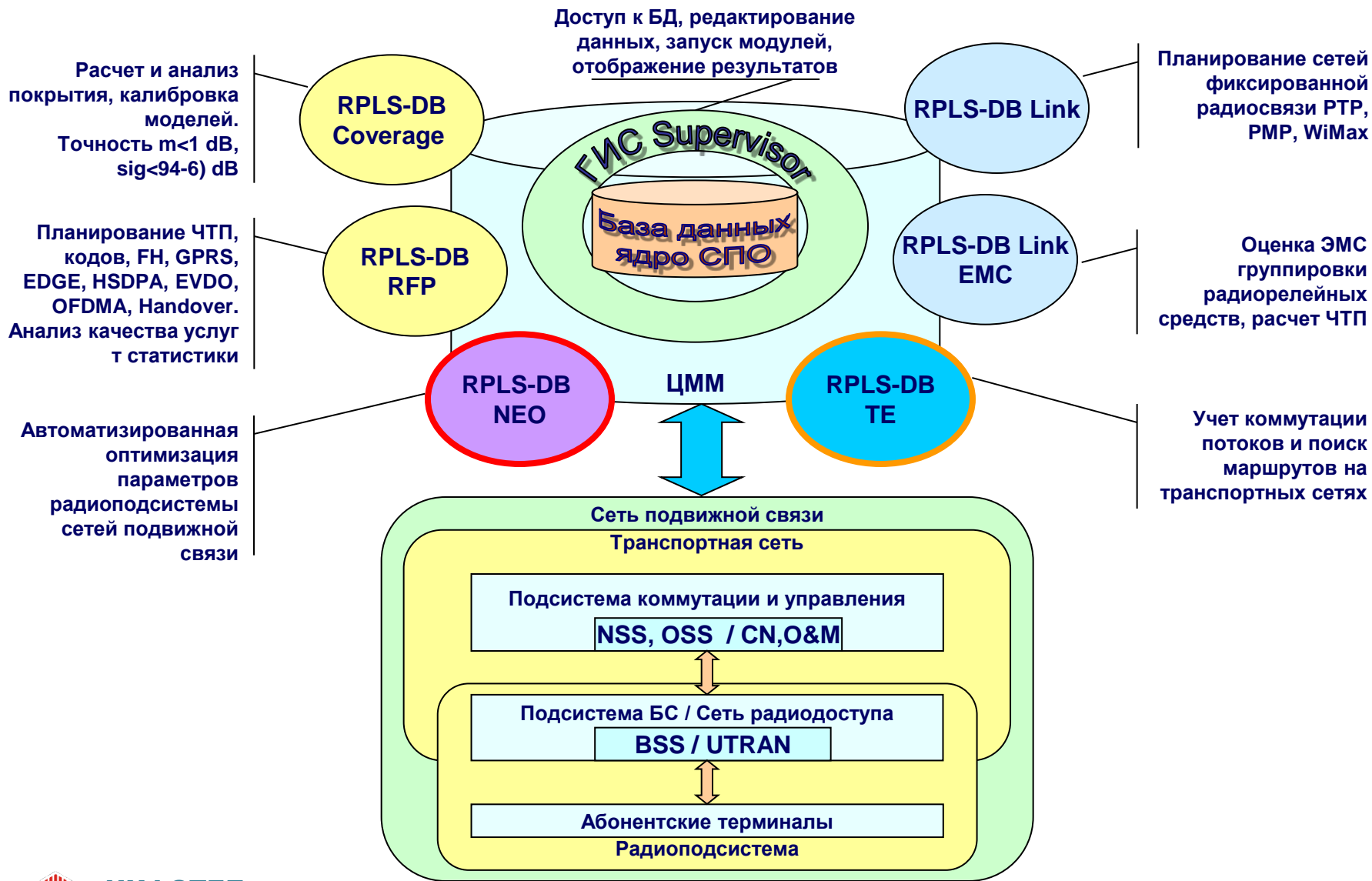
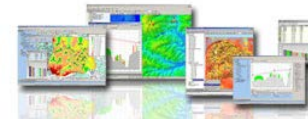
2013г.



ИНФОТЕЛ

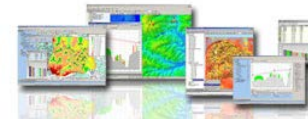
Информационные технологии
и коммуникации

Состав ПК ONEPLAN RPLS-DB

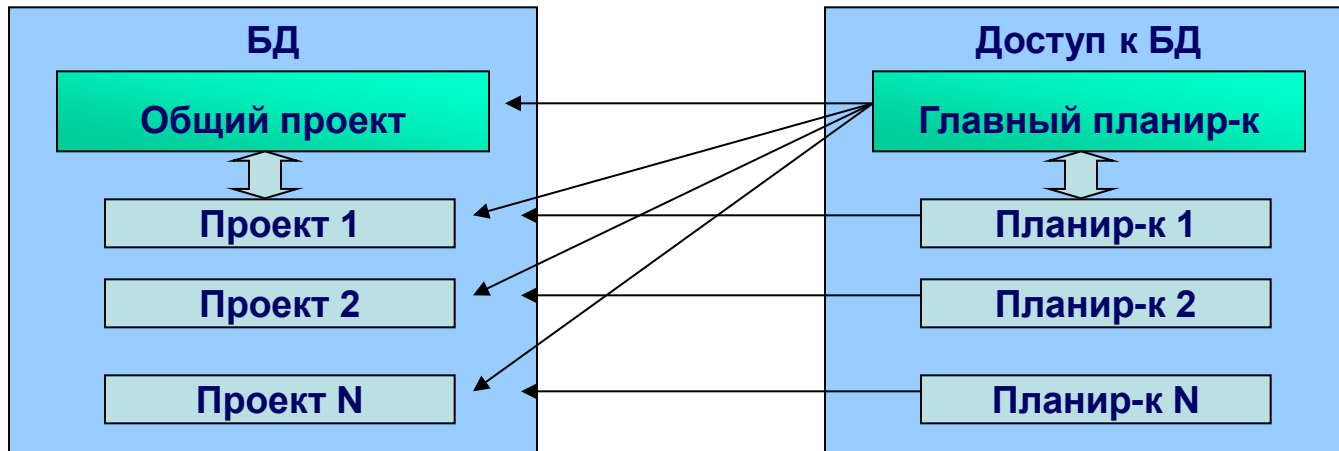


ИНФОТЕЛ

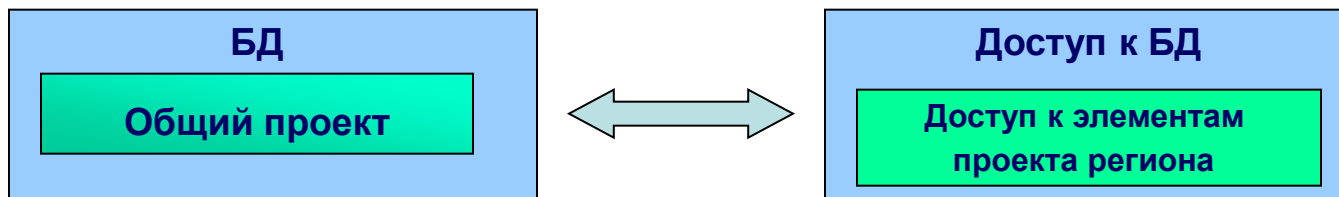
Информационные технологии
и коммуникации



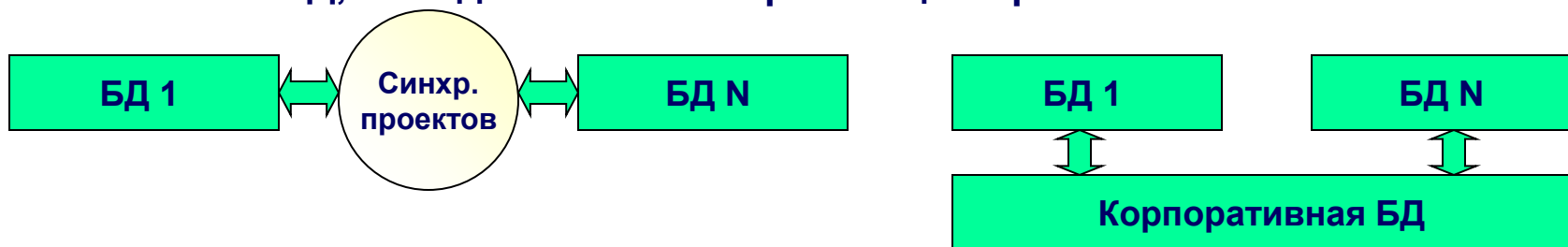
1. Единая БД, пользовательские проекты, ограничение доступа к проектам

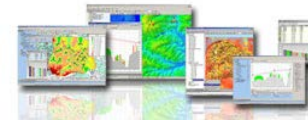


2. Единая БД, общий проект, ограничение доступа к элементам проекта

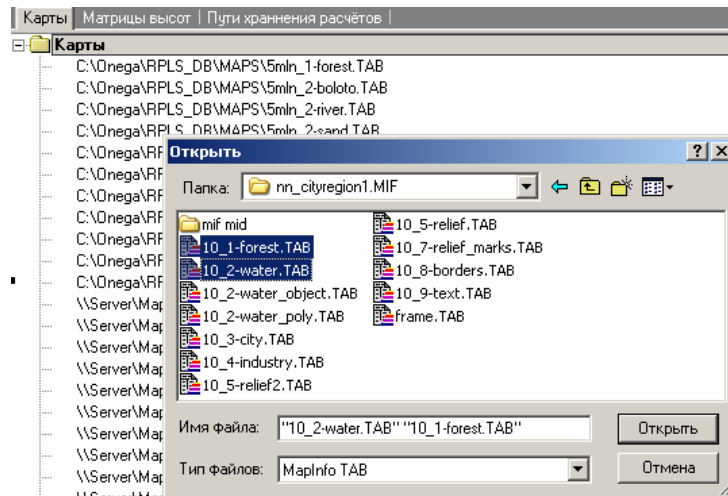
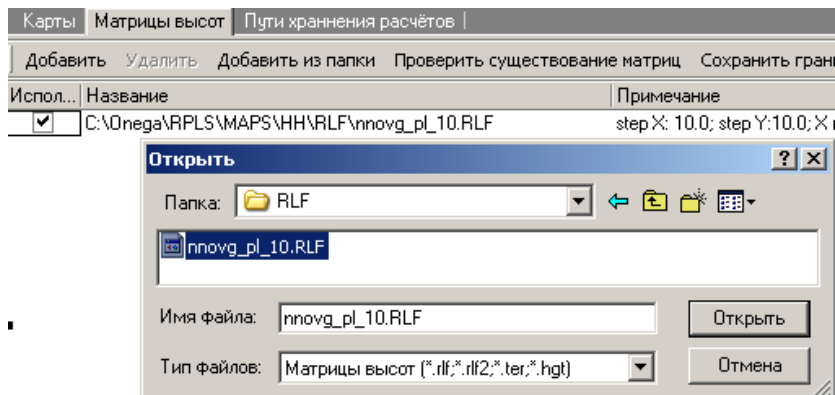


3. Локальные БД, объединение и синхронизация проектов



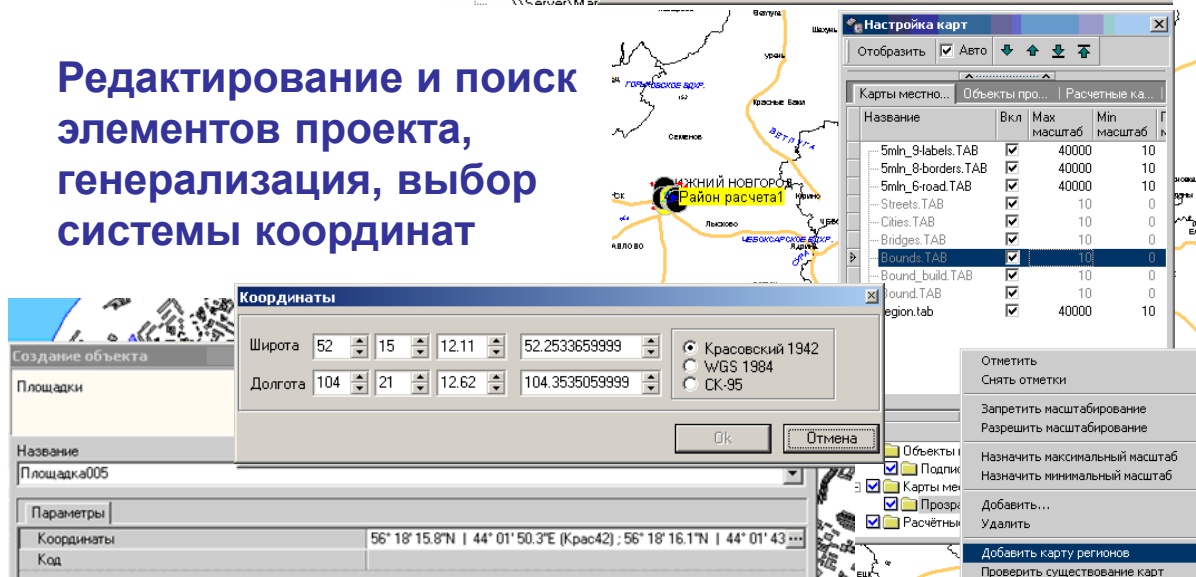


Инсталляция векторных карт MapInfo без конвертации, расчетных матриц RLF, RLF2, TER, SRTM3, GTOPO30

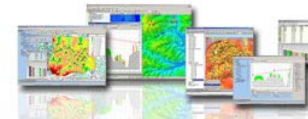


Универсальный геоконвертер – импорт расчетных карт систем планирования Asset, Atoll, ICS-Telecom, Menum-Planet

Редактирование и поиск элементов проекта, генерализация, выбор системы координат



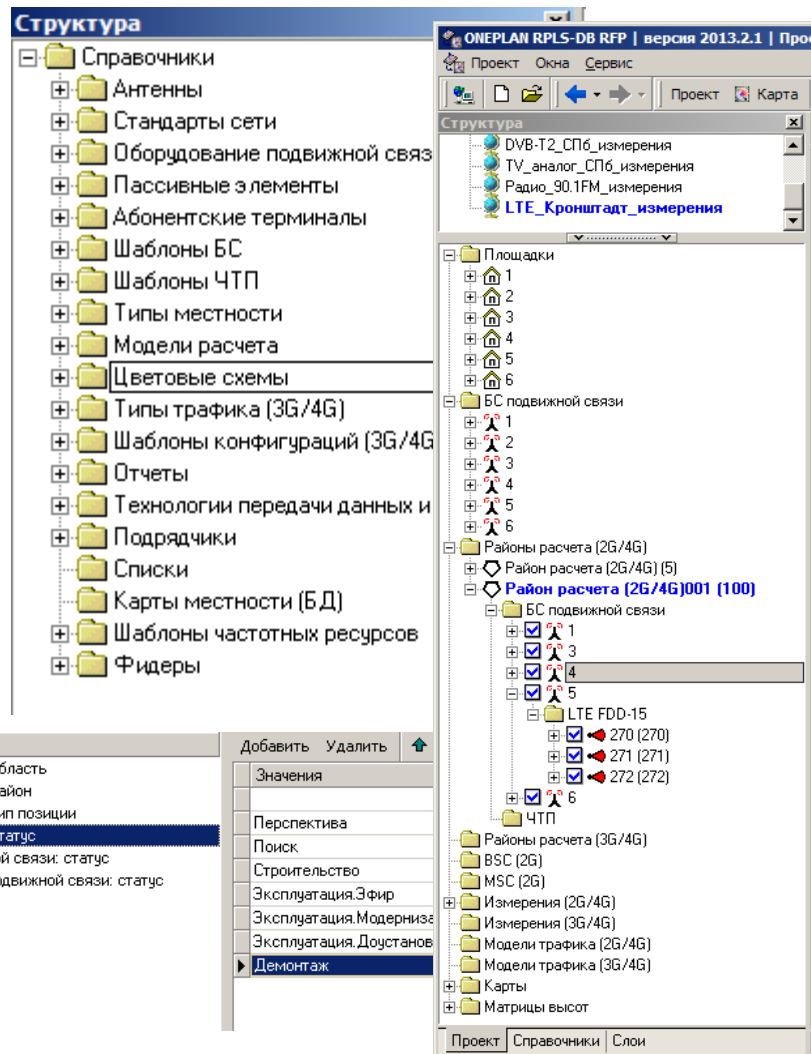
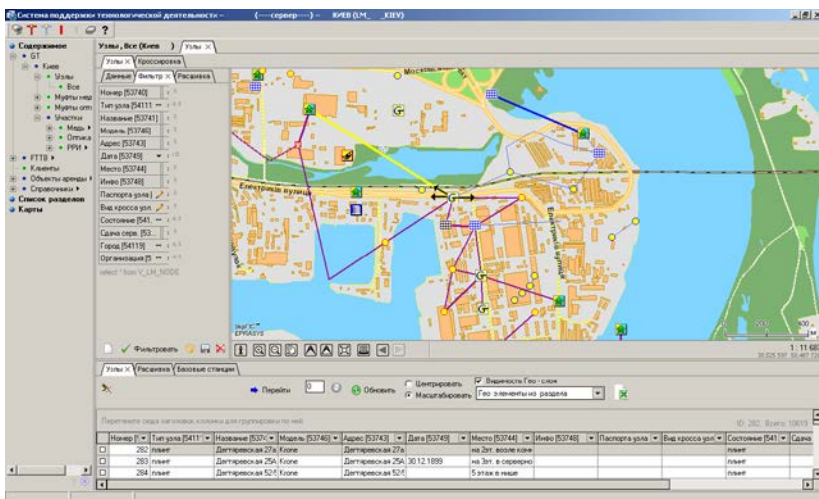
Работа с БД, геонавигация и ГИС интерфейс

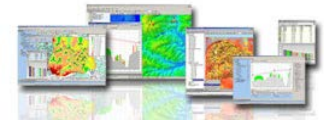


Создание и редактирование справочника статусов объектов, ТХ оборудования и радиоклиматических параметров

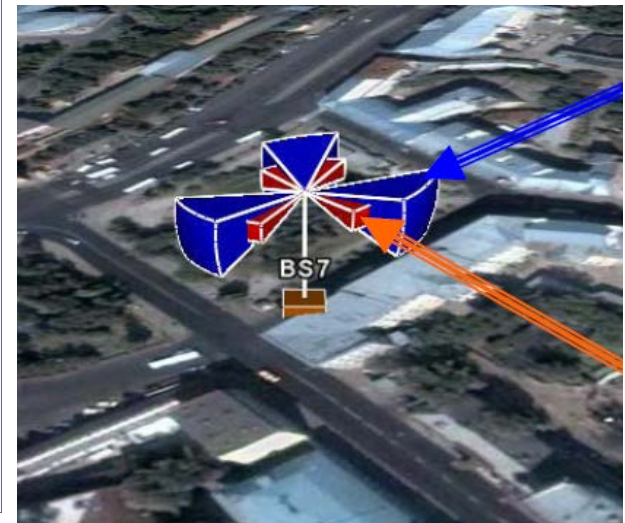
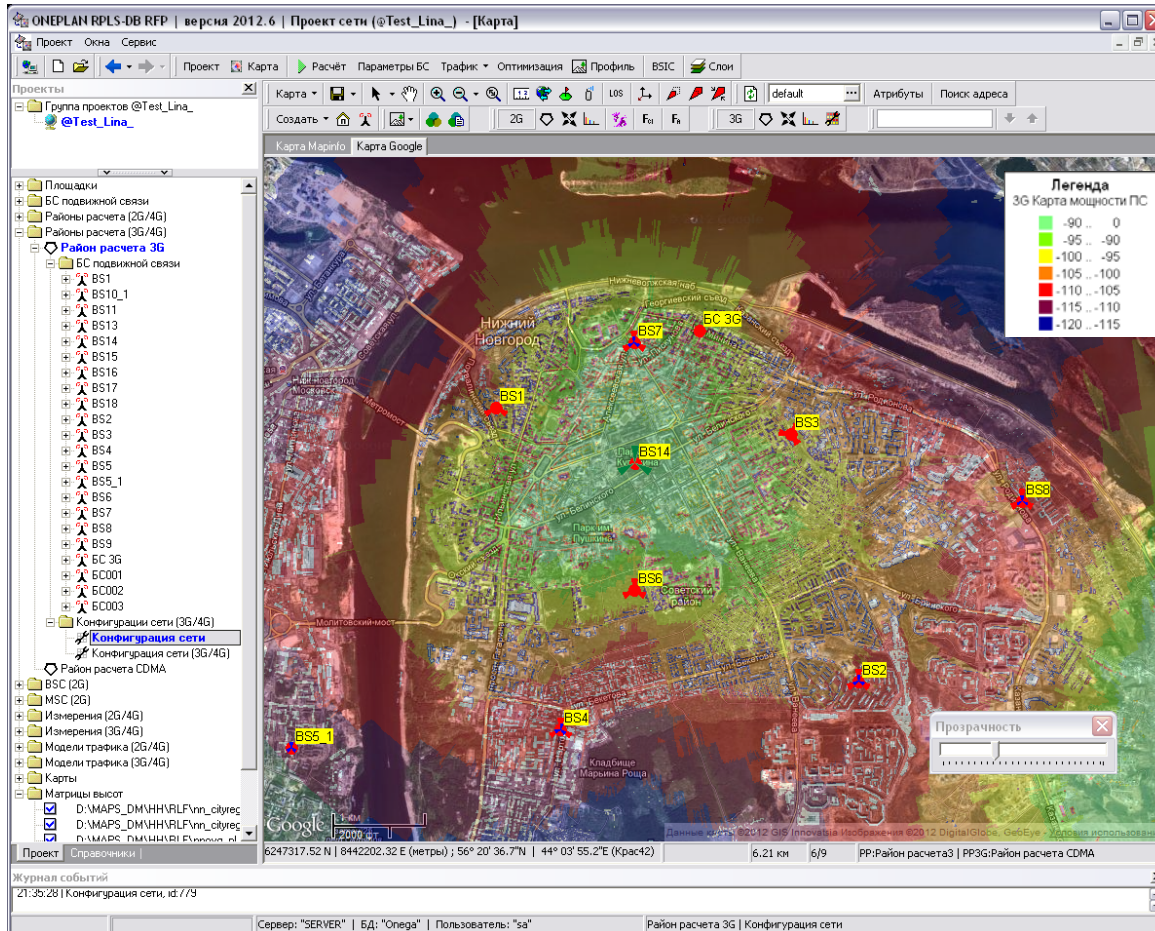
Удобный и проверенный на практике интерфейс

Отображение линий связи по заданным признакам (утилизация, диапазон и т.д.)

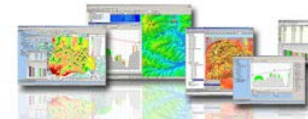




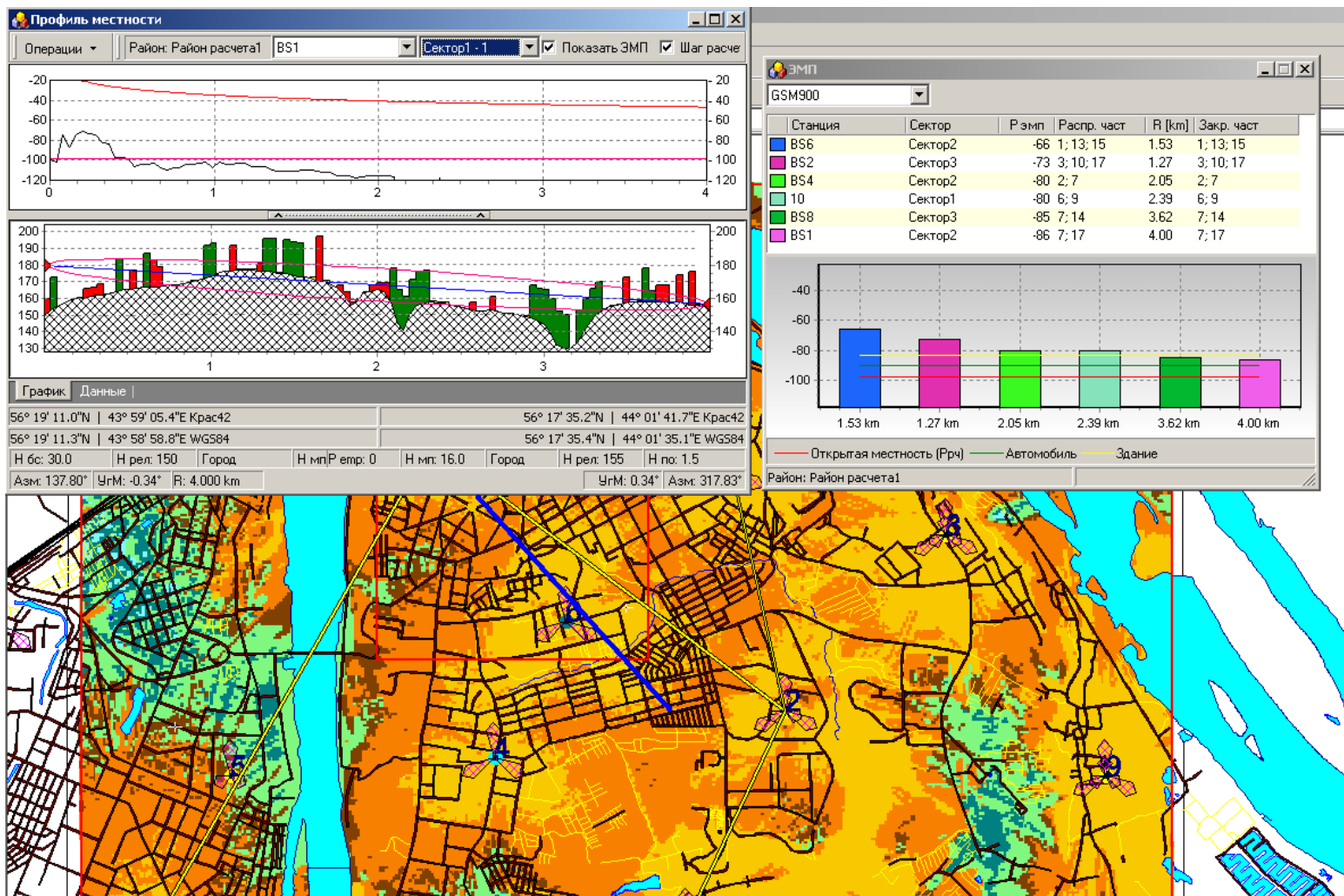
Использование общедоступного картографического ресурса



Планирование и оптимизация радиоподсистемы



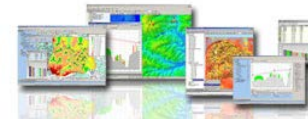
Инструменты анализа покрытия



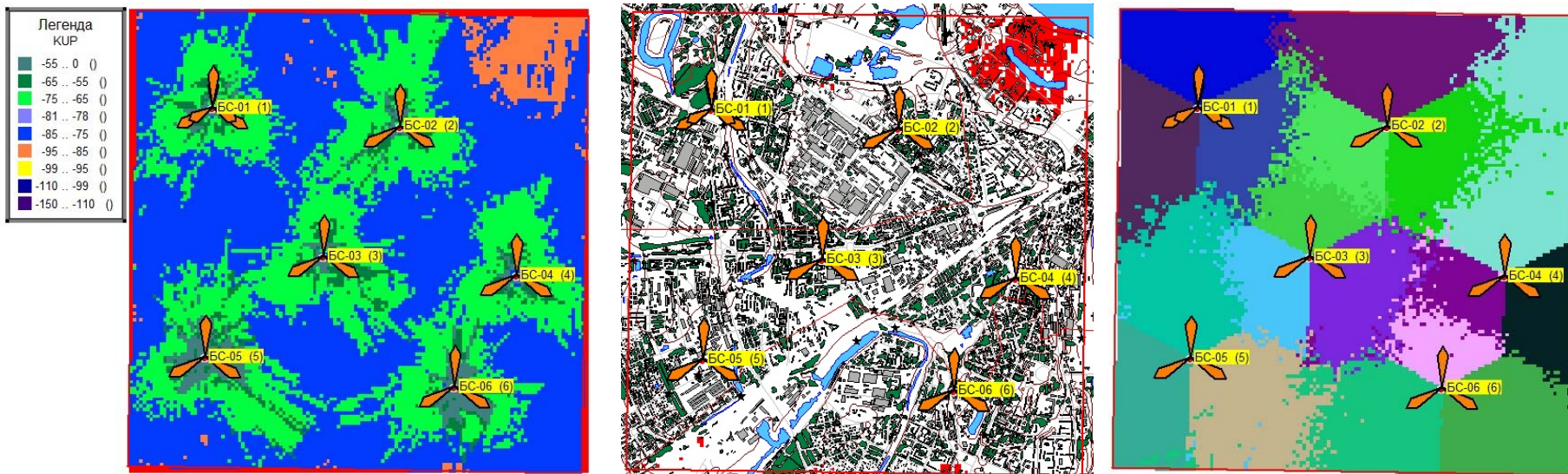
ИНФОТЕЛ

Информационные технологии
и коммуникации

Планирование и оптимизация радиоподсистемы



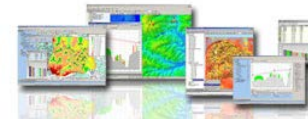
Типовой набор результатов расчета RAN в направлении DL в виде карт уровня поля, покрытия и границ



ИНФОТЕЛ

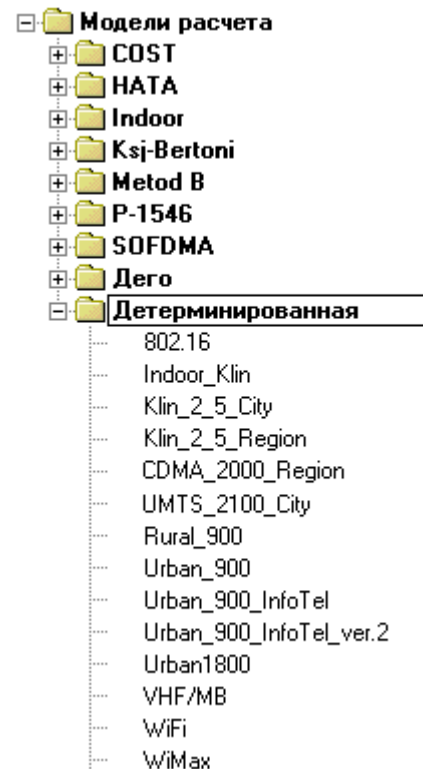
Информационные технологии
и коммуникации

Планирование и оптимизация радиоподсистемы



Модели расчета потерь распространения радиоволн

- ITU-R P.370-7, Okumura Hata, COST 231 Walfisch Ikegami
- Indoor, Ksj-Bertoni, Metod B
- ITU-R P.1546-3
- SOFDMA (Ray tracing)
- Дего (дифракция)
- универсальная комбинированная модель расчета (УКМР) построенная на основе ITU-R P.525-2/526-10, методов Введенского, Hata, Ольсбрука и др.)



Lu = $69.55 + 26.16 * \log(f) - 13.82 * \log(Hb) - a(Hm) + (44.9 - 6.55 * \log(Hb)) * \log(d)$

Urban

Los = Lu - a(Hm)

Medium-small a(Hm) = $(1.1 * \log(f) - 0.7) * Hm - (1.56 * \log(f) - 0.8)$

Large city (f <) a(Hm) = $8.29 * (\log(1.54 * Hm))^2 - 1.1$

Large city (f >) a(Hm) = $3.2 * (\log(11.75 * Hm))^2 - 4.97$

Suburban

Los = Lu - Lsu

Lsu = $Lu - 2 * (\log(f/28))^2 - 5.4$

Rural

Los = Lu - Lr

Quasi-open Lr_{qo} = $Lu - 4.78 * (\log(f))^2 + 18.33 * \log(f) - 35.94$

Open Area Lr_o = $Lu - 4.78 * (\log(f))^2 + 18.33 * \log(f) - 40.94$

Urban

Los = Lu - a(Hm) + Cm

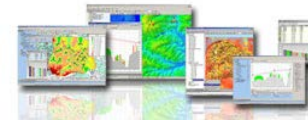
Lu = $46.3 + 33.9 * \log(f) - 13.82 * \log(Hb) - a(Hm) + (44.9 - 6.55 * \log(Hb)) * \log(d) + Cm$

a(Hm) = $(1.1 * \log(f) - 0.7) * Hm - (1.56 * \log(f) - 0.8)$

Medium city and st Cm = 0

Metropolitan cente Cm = 3

Принцип автоматизированной калибровки моделей расчета потерь

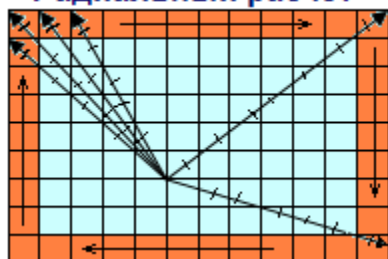
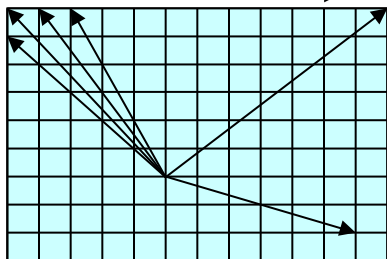


Калибровка моделей расчета

Расчет по матрице

Радиальный расчет

Суммарное ослабление на интервале расчета



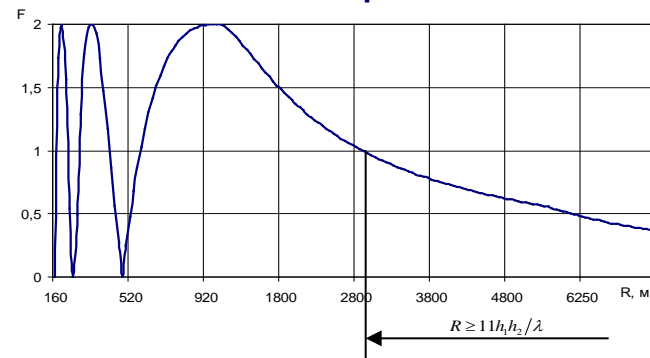
$$W_{S[\text{дБ}]} = \begin{cases} [k_{0\text{откр}} + W_{\text{св}}(k_{1\text{откр}})] + W_T + k_0 & \text{- для ОИ} \\ [k_{0\text{закр}} + W_{\text{св}}(k_{1\text{закр}})] + W_T + k_{\text{дифр}} W_{\text{дифр}} + W_{\text{МП}} + k_0 & \text{- для ЗИ и ПЗИ} \end{cases}$$

$$W_{\text{СВ}[\text{дБ}]} = k_{0\text{мин}} + 122 + (20 + k_{1\text{мин}}) * \lg(R_{[\text{км}]}) - 20 * \lg(D_{\text{в}[\text{см}]})$$

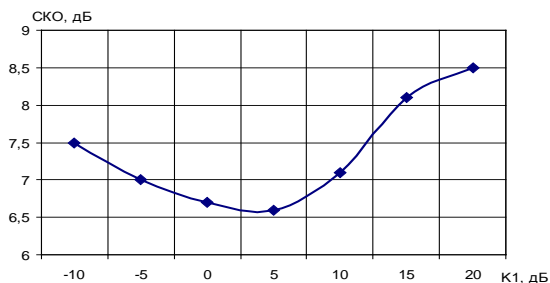
Основные параметры

Параметр	Наименование	Управление
K_0	Смещение всех расчетных значений	автоматическое
$K_0 \text{ откр}$	Смещение расчетных значений на откр-х интер.	автоматическое
$K_0 \text{ закр}$	Смещение расчетных значений на закр-х интер.	автоматическое
$K_1 \text{ откр}$	Измен-е наклона ослабления на откр-х интер.	шаблон
$K_1 \text{ закр}$	Измен-е наклона ослабления на закр-х интер.	шаблон
$K \text{ дифр}$	Множитель дифракционного ослабления	шаблон
Тип	Дифракция на клине или погонное ослабление	шаблон

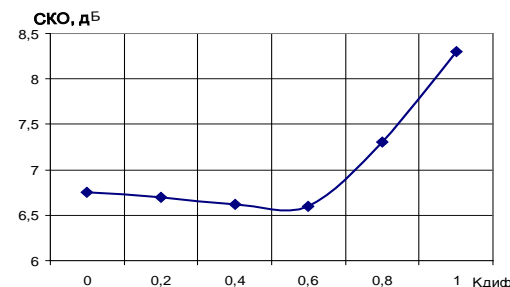
Зависимость F от расстояния



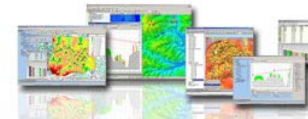
ослабл. Зависимость СКО от наклона ослабления



Зависимость СКО от множителя дифракционного ослабления

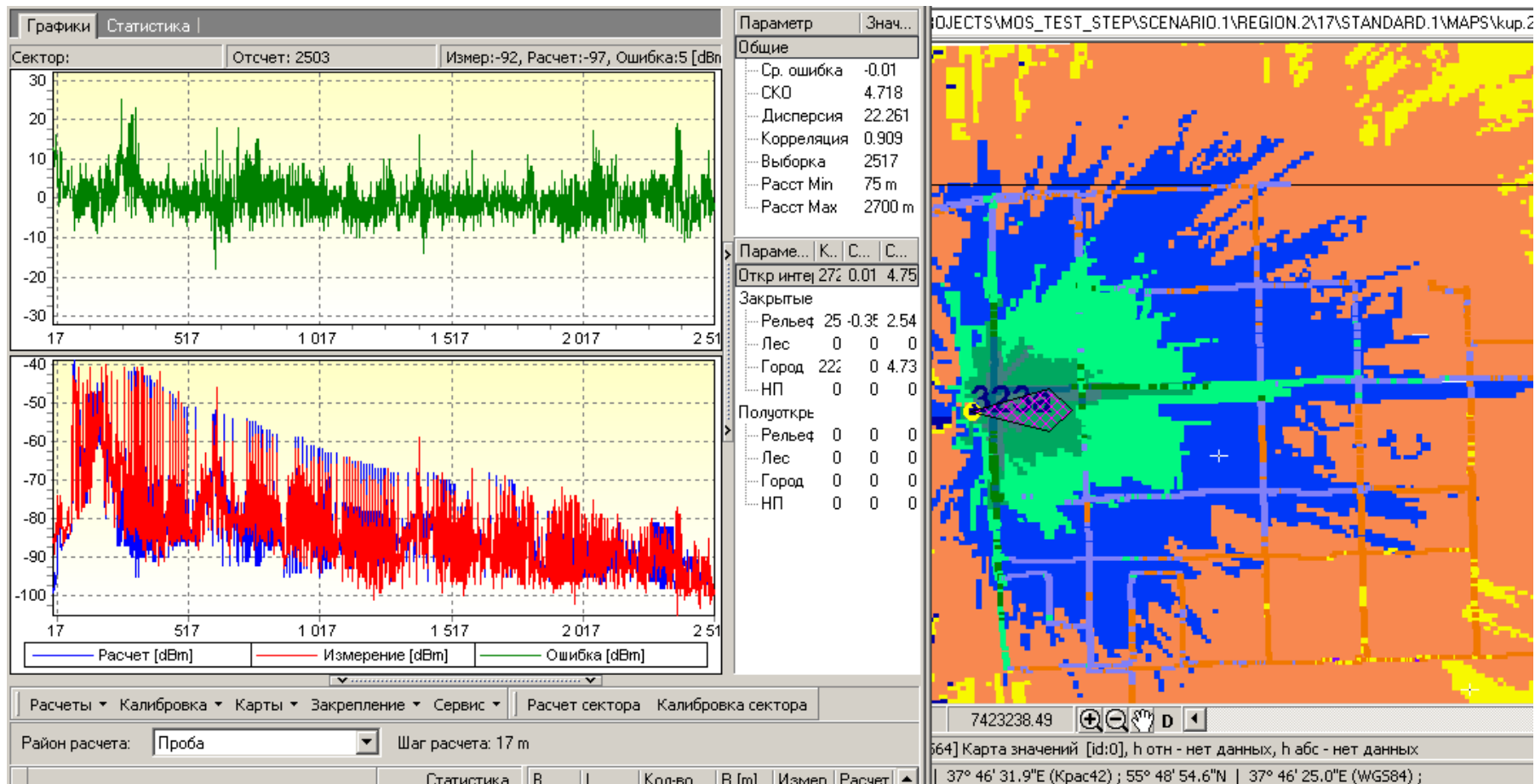


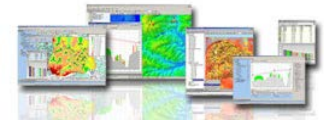
Планирование и оптимизация радиоподсистемы



Калибровка моделей расчета потерь в 2G сетях подвижной связи

Точность расчета: средняя ошибка 0 дБ, СКО 4,72 дБ, корреляция 0,91





Калибровка моделей расчета потерь в сетях CDMA-450

Точность расчета: средняя ошибка 0 дБ, СКО 5,24 дБ, корреляция 0,89

Проекты

- Группа проектов Иркутск_
 - Иркутск_CDMA_2000
- Площадки
- БС подвижной связи
- Районы расчета
- Районы расчета (3G)
 - BSC
 - MSC
 - Измерения
 - Измерения (3G)
 - Белореченск - CDMA 2000
 - Иркутск - Санаторий Ангара
- Модели трафика
- Модели трафика (3G)
- Карты
- Матрицы высот

Операции

Свойства | Данные | Настройка карт | Отчет |

Графики | Статистика |

Сектор: Отсчет: 47 | Измер: -60 [dBm], Расчет: -58 [dBm], Ошибка: -2 [dB]

Параметр | Значение

Общие	
Ср. ошибка	0.000
СКО	5.247
Дисперсия	27.531
Корреляция	0.892
Выборка	48
Расст Min	774 m
Расст Max	10651 m

Параметр | Кол | Ср... | СКО

Откр интервалы			
	7	-0.24	4.1
Закрытые интервалы			
Рельеф	10	-2.37	4.05
Лес	15	-0.97	6.28
Город	7	2.48	4.27
НП	9	2.52	6.22
Полуоткрытые интерв			
Рельеф	0	0	0
Лес	0	0	0
Город	0	0	0
НП	0	0	0

Расчеты | Калибровка | Карты | Закрепление | Сервис | Расчет сектора | Калибровка сектора

Конфигурация сети: Белореченск - CDMA 2000 (Белореченск - CDMA 2000) | Шаг расчёта: 20 м (CDMA_2000_Region; k0 Откр = 5.66; k0 Закр = 6.50; k0 = 0.00)

Расчёт	Станция	Сектор	Cell ID	SC	Модель	Статистика			Калибровка			Координаты			СРП	
						Ср. ошибка [dB]	СКО	Точек	k0 отк	k0 зак	K0	Широта	Долгота	Точек		R [m]
✓	БС - CDMA 2000	Сектор1	0	152	CDMA_2000_I	0.06	5.25	48	15.57	11.65	0.06	52° 44' 58.3"	103° 37' 11.8"	1	8728	-92
✓	БС - CDMA 2000	Сектор2	0	320	CDMA_2000_I	-0.04	4.67	46	15.13	12.72	-0.04	52° 45' 34.3"	103° 35' 59.8"	11	6991	-83
✓	БС - CDMA 2000	Сектор3	0	488	CDMA_2000_I	0.02	6.12	63	19.36	15.35	0.03	52° 46' 10.3"	103° 35' 59.8"	16	6223	-79
												52° 46' 10.3"	103° 35' 23.8"	91	5722	-82

Секторов: 3 | Ср.Ош: 0.00 | СКО: 5.247 | Точек: 157 | Записей: 7372

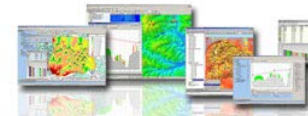
Сектора | Модели расчета |

Точек: 48 | Записей: 2476

Проект | Справочники |

Объект: Белореченск - CDMA 2000 | Создан: 16.06.2009 10:44:57 | Изменен: 09.07.2009 16:53:23

Планирование и оптимизация радиоподсистемы



Калибровка модели UMTS

Точность расчета: средняя ошибка 0 дБ, СКО 5,35 дБ, корреляция 0,89

Операции

Свойства | Данные | Отчет |

Графики | Статистика |

Сектор: Отсчет: 6053 | Измер: -77, Расчет: -75, Ошибка: -2 [dBm]

Параметр | Значение

Общие	
Ср. ошибка	-0.015
СКО	5.064
Дисперсия	25.644
Корреляция	0.894
Выборка	6054
Расст Min	88 m
Расст Max	5389 m

Параметр | Кол | Ср... | СКО

Откр интерв:			
Откр интерв:	707	-0.01	5.43

Закрывать ин

Рельеф	0	0	0
Лес	441	0.85	5.15
Город	489	-0.09	4.99
НП	0	0	0

Полукрывать

Рельеф	0	0	0
--------	---	---	---

Расчеты | Калибровка | Карты | Закрепление | Сервис | Расчет (сектор) | Калибровка (сектор)

Конфигурация сети: voice (Район расчета 3G) | Шаг расчёта: 20 m

Станция	Сектор	Cell ID	SC	Модель	Статистика			Кл	Точек	R [m]	Изм. ПС [dBm]	Расч. ПС	Ошибка [dB]	Тип
					Ср. ...	СКО	Точек							
БС 3G - L	Сектор1	8021	4	UMTS_21	0	4.97	4689	2	21	3753	-113	-113	0	закр
БС 3G - L	Сектор2	8022	5	UMTS_21	0	5.72	3288	20.0	22	3749	-114	-114	0	закр
БС 3G - L	Сектор3	8023	6	UMTS_21	0	5.06	6054	25.1	20	3746	-115	-114	-1	закр
									39	3743	-114	-114	0	закр
									13	3740	-114	-114	0	закр

Секторов: 3 из 3 | Ср.Ош: 0.00 | СКО: 5.35 | Точек: 14031 | Зап

Сектора | Модели расчета | Параметры модели района |

Точек: 6054 | Записей: 316427

Проект | Справочники |

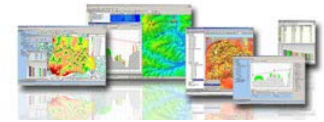
Объект: AS (активный ряд) | Создан: 21.09.2009 19:22:58 | Изменен: 21.09.2009 19:22:58



ИНФОТЕЛ

Информационные технологии
и коммуникации

Автоматизированная калибровка моделей расчета потерь в сетях LTE



Калибровка модели LTE

Точность расчета: средняя ошибка 0 дБ, СКО 5,25 дБ, корреляция 0,95

LTE_Кронштадт_измерения

- Площадки
- БС подвижной связи
- Районы расчета (2G/4G)
 - Район расчета (2G/4G) (5)
 - БС подвижной связи
 - 1
 - 2
 - 3
 - 4
 - 5
 - 6
 - ЧТП
 - Район расчета (2G/4G)001 (100)
 - БС подвижной связи
 - 1
 - 3
 - 4
 - 5
 - LTE FDD-15
 - 270 (270)
 - 271 (271)
 - 272 (272)
 - ЧТП
 - Районы расчета (3G/4G)
 - BSC (2G)
 - MSC (2G)
 - Измерения (2G/4G)
 - Измерения исходные
 - Измерения LTE
 - Измерения (3G/4G)
 - Модели трафика (2G/4G)
 - Модели трафика (3G/4G)
 - Карты
 - Матрицы высот

Свойства | Данные | Настройка карт | Отчет

Графики | Статистика

Сектор: 5 | Отсчет: 2816 | Измер.: -118 [dBm], Расчет.: -119 [dBm], Ошибка: 0

— Расчёт [dBm] — Измерение [dBm] — Ошибка [dB]

Параметр | Значение

Параметр	Значение
Ср. ошибка	-0.003
СКО	5.253
Дисперсия	27.594
Корреляция	0.950
Выборка	2829
Расст Min	25 m
Расст Max	870 m

Параметр | Кол | Ср.ош | СКО

Параметр	Кол	Ср.ош	СКО
Откр интервалы	139	0	5.15
Закрываете интервалы			
Рельеф	0	0	0
Лес	1365	0.98	4.74
Город	1325	-1.02	5.32
НП	0	0	0
Полуоткрытые и			
Рельеф	0	0	0
Лес	0	0	0
Город	0	0	0
НП	0	0	0

Расчеты | Калибровка | Карты | Закрепление | Сервис | Расчет сектора | Калибровка сектора

Район расчёта: Район расчета (2G/4G)001 | Шаг расчёта: 10 m (Model LTE_2350_5-271; k0 Откр = 12.67; k0 Закр = 18.69; k0 = 0.00)

				Статистика			Калибровка			
Расчёт	Ст...	Сектор	Cell ID	Модель	AVE	СКО	Точек	k0 отк	k0 зак	K0
✓	5	271	271	Model LTE_2350_5-271	0	5.25	2829	12.53	18.61	0
✓	5	272	272	Model LTE_2350_5-272	0	5.36	4701	13.78	25.81	0
✓	2	273	273	Model LTE_2350_5-273	0	5.31	3185	16.43	17.94	0
✓	2	274	274	Model LTE_2350_5-274	-0.01	5.74	3999	10.71	14.11	0.01

Секторов: 17 | Ср.Ош: 0.00 | СКО: 5.61 | Точек: 98207 | Записей: 119277

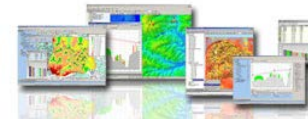
Сектора: Модели расчета | Параметры модели района | Точек: 2829 | Записей: 3437

Объект: Измерения редактированные | Создан: 20.02.2013 13:33:46 | Изменен: 20.02.2013 13:36:17

ИНФОТЕЛ
Информационные технологии и коммуникации

22

Планирование и оптимизация радиоподсистемы



Расчет проникновения сигнала внутрь зданий

Рек. МСЭ-R P.1411, P.1238

Потери на проникновение 5-40 дБ и более,
СКО 4-10 дБ в диапазоне частот 0,75 – 5 ГГц

Потери на прохождение через стену из каменных блоков при различных углах падения

Угол падения (градусы)	0	15	30	45	60	75
Потери на прохождение через стену (дБ)	28	32	32	38	45	50
Стандартное отклонение (дБ)	4	3	3	5	6	5

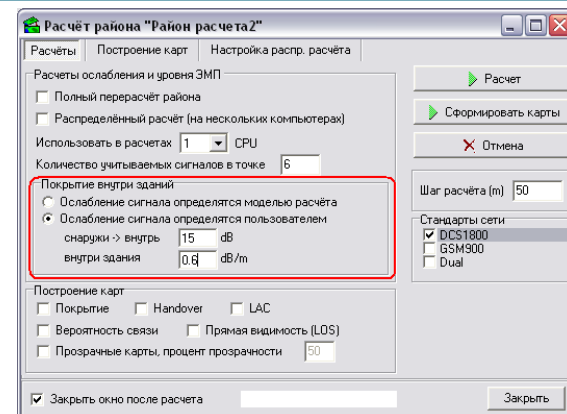


Рис.1

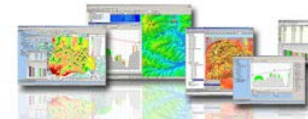


Рис.2



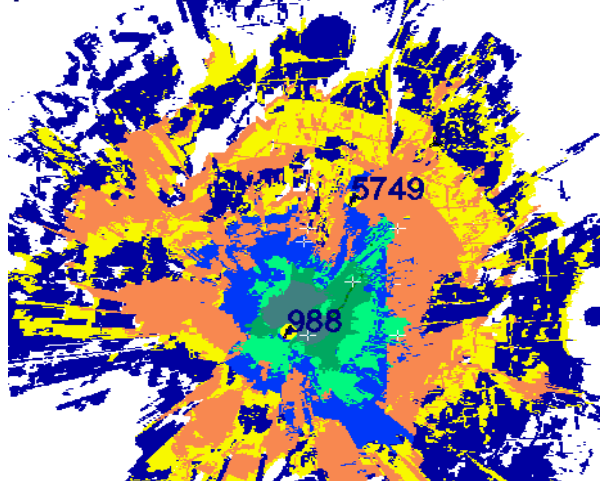
Рис.3

Планирование и оптимизация радиоподсистемы

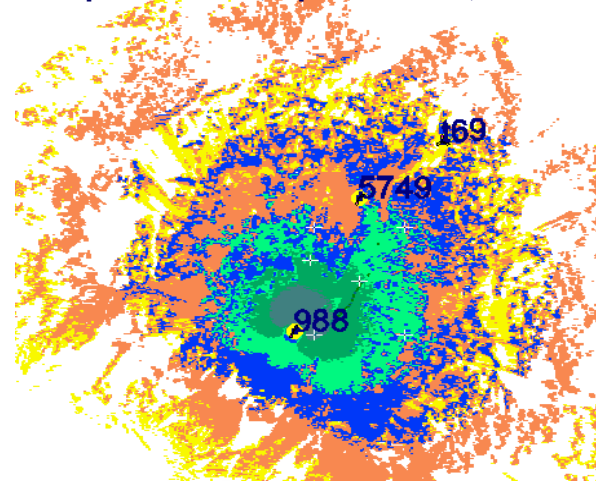


Особенности использования матриц NASA

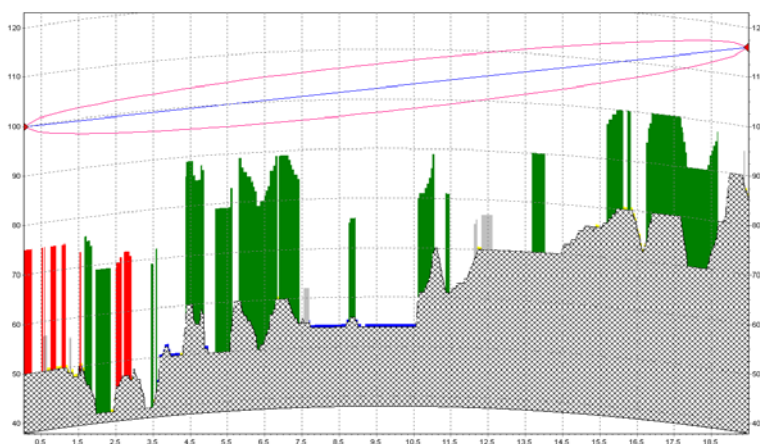
Матрица по карте, ср. ош. 0 дБ, СКО 5.4 дБ



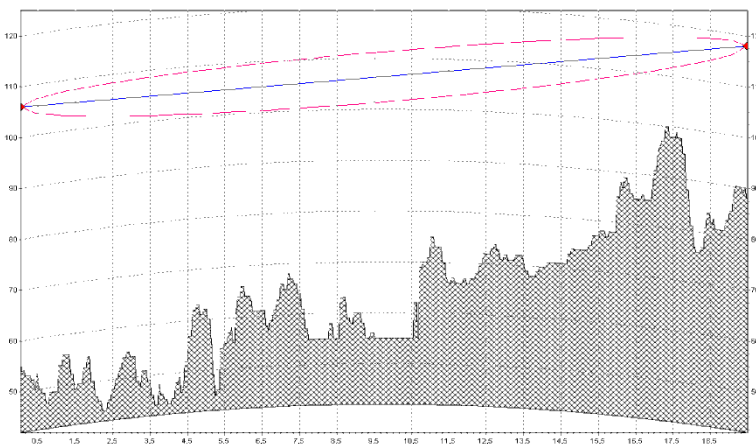
Матрица NASA, ср. ош. 0 дБ, СКО 7 дБ



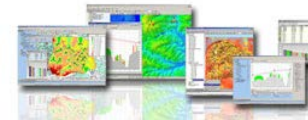
Профиль РПИ по карте



Профиль РПИ по матрице NASA

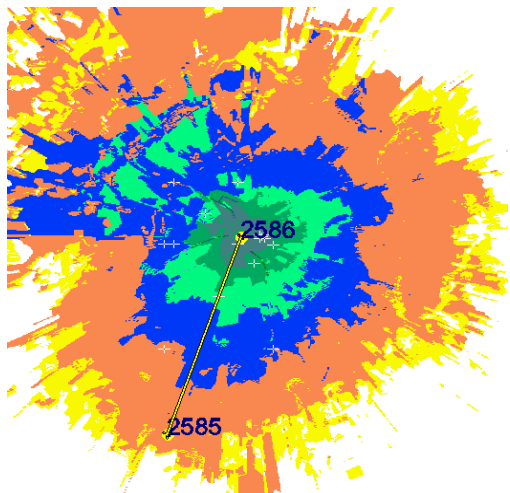


Планирование и оптимизация радиоподсистемы

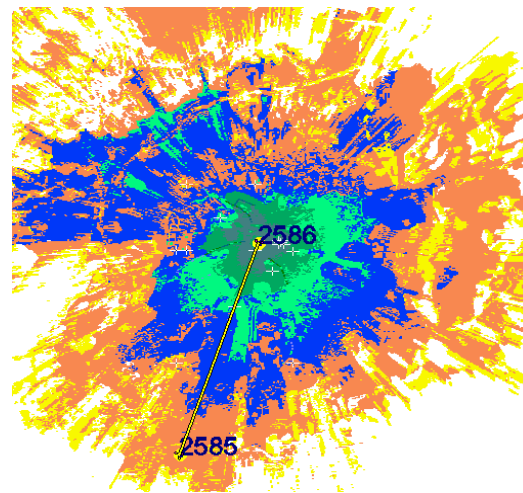


Особенности использования КЦММ (NASA+местные предметы)

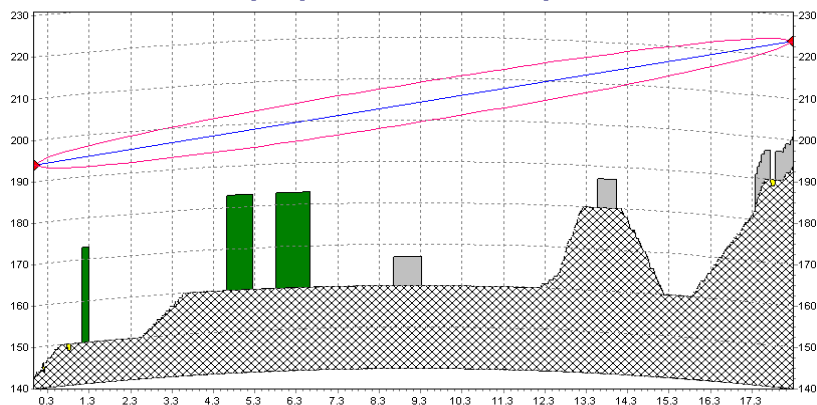
Матрица по карте 100к, ср. ош. 0 дБ, СКО 5.7 дБ



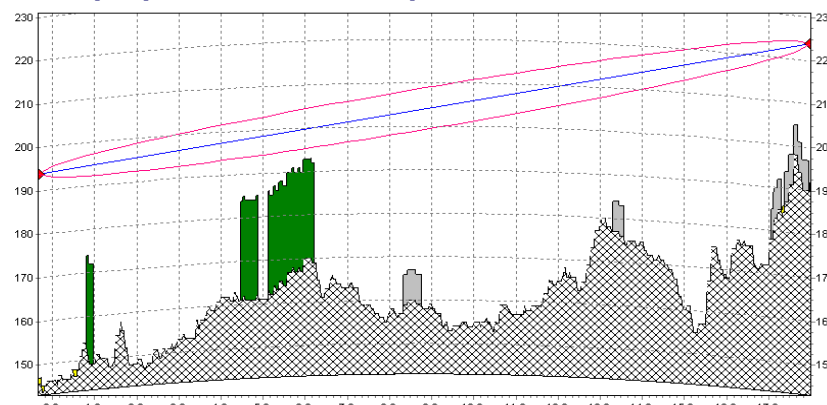
Матрица NASA_100к, ср. ош. 0 дБ, СКО 5.6 дБ



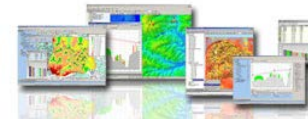
Профиль PPI по карте 100к



Профиль PPI по матрице NASA+100к



Планирование и оптимизация радиоподсистемы



Автоматизированное формирование ЧТП и анализ интерференции

The screenshot displays a software interface for radio network planning. On the left, a window titled "Best Server" shows a table of standards and sectors. The main area features a map with a grid and signal strength contours. On the right, a window titled "CI, CA, CIA" displays a detailed table of interference analysis for a specific station and sector.

Стандарт	Сектор	R [km]	E [dBm]
DCS1800	BS7 : Сектор6	2.5	-92
GSM900	BS1 : Сектор2	1.4	-73

Станция	Сектор	Частота	Р сигн	Р пом	С/П	R [km]	Sector ID	TP [kb/s]
BS1 : Сектор2			-73	-74	1		16	0.10000001
Осн.канал	7			-74	1	1.38		
Помеха: BS6 :	7			-74	1	1.49		
Помеха: BS8 :	7			-94	21	5.59		
Помеха: BS4 :	7			-102	29	2.19		
Осн.канал	17			-96	23	1.38		
Помеха: BS2 :	17			-97	24	4.12		
Помеха: BS5 :	17			-104	31	5.39		

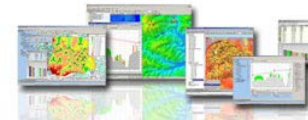
Станция : Сектор	CI	CA	CIA
BS8 : Сектор2	0	7	-1
BS8 : Сектор2		0	8
BS8 : Сектор2			0

Всего записей: 27338

только помеховые сектора

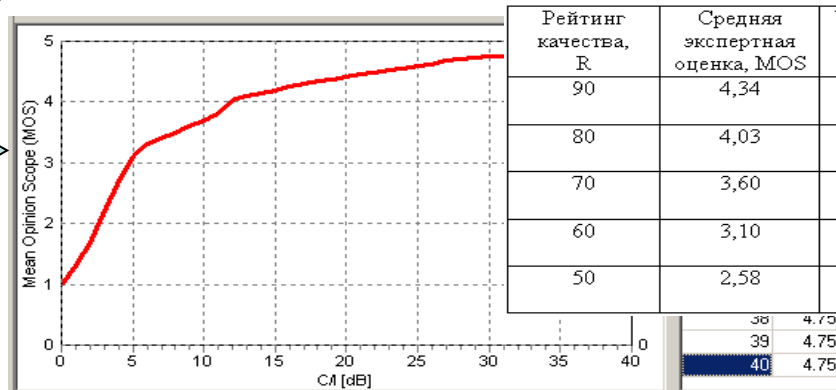
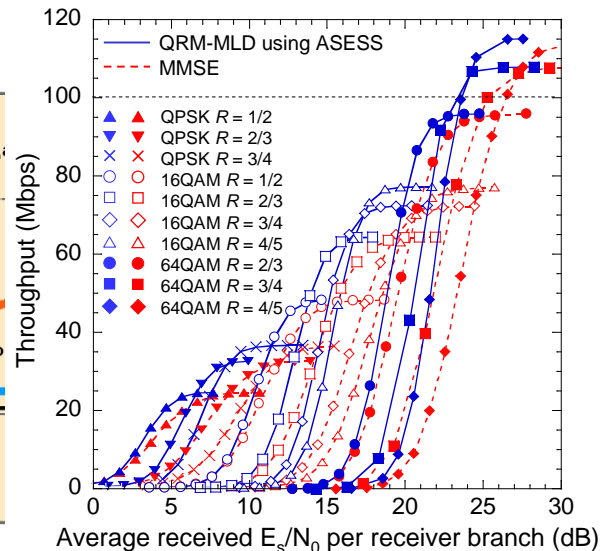
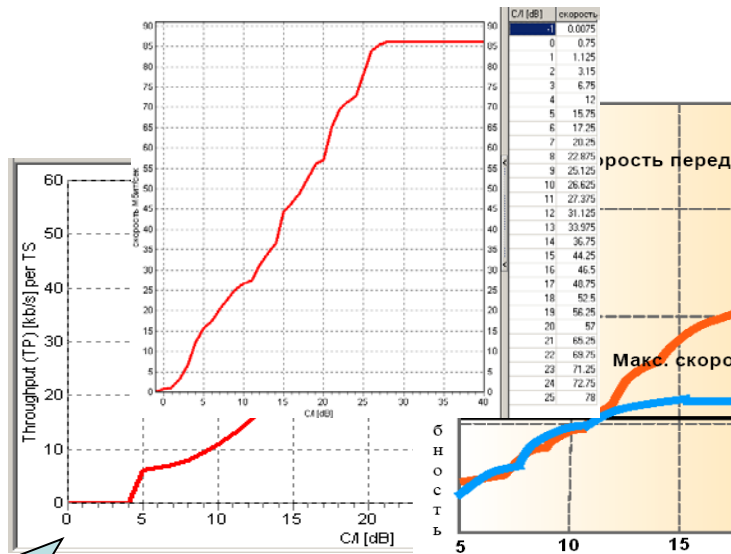
Р сигн: E: -73 dBm покрытие: Есть треб CI: 12

Планирование и оптимизация радиоподсистемы



Оценка качества передачи данных и речи

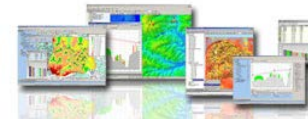
- Справочники
 - Стандарты сети
 - Приемопередатчики БС
 - Комбайнеры
 - Абонентские терминалы
 - Модели расчета
 - COST
 - HATA
 - Indoor
 - Ksj-Bertoni
 - LOS
 - Metod B
 - Дего
 - Детерминированная
 - Шаблоны БС
 - Шаблон_БС-GSM900
 - Шаблон_БС900/1800
 - Шаблон_БС-DCS1800
 - Шаблон_БС-EGSM900
 - Шаблоны параметров ЧТП
 - Параметры ЧТП001
 - ЧТП2
 - Шаблоны РРМ
 - РРМ 18 ГГц 34Мб/с
 - РРМ 23 ГГц 34Мб/с
 - РРМ 7 ГГц 16Мб/с
 - Технологии передачи данных
 - EGPRS
 - GPRS
 - Технологии передачи речи
 - GSM EFR ACELP
 - GSM FR RPE-LTP



Рейтинг качества, R	Средняя экспертная оценка, MOS	Удовлетворенность пользователей	Отношение СД/σ _{ср} дБ	
			FR	EFR
90	4,34	Весьма удовлетворены	25	18
80	4,03	Удовлетворены	18	12
70	3,60	Некоторые не удовлетворены	12	9
60	3,10	Многие не удовлетворены	9	5
50	2,58	Почти все не удовлетворены	5	4

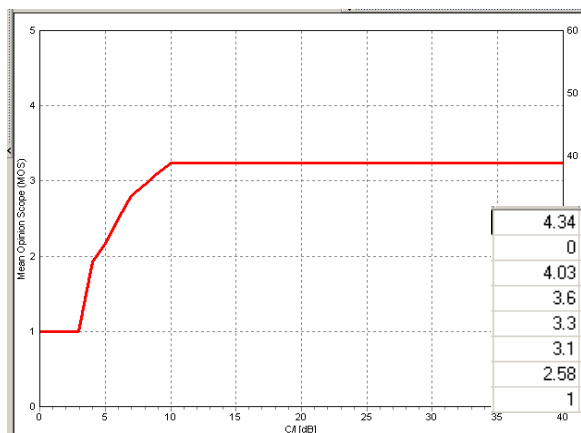


Планирование и оптимизация радиоподсистемы

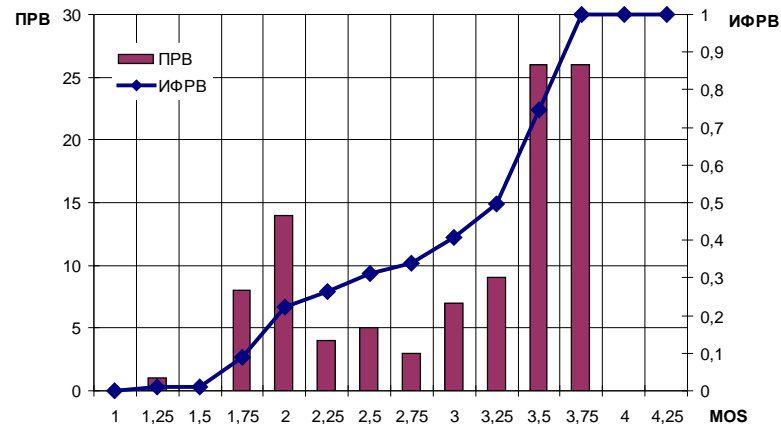
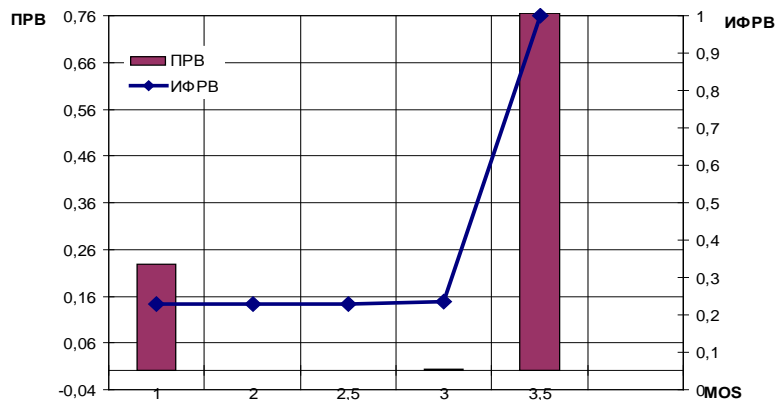


Прогнозирование MOS

Зависимость MOS от С/П



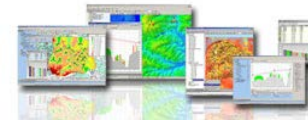
Сравнение рассчитанных и измеренных значений MOS



Ср. значение MOS=2,92/2,89; СКО=1/0,73; $p(MOS \leq 2,5) = 0,23/0,3$



Планирование и оптимизация радиоподсистемы



Планирование 3G сетей подвижной связи

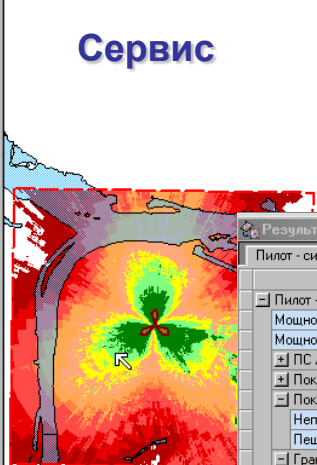
Результаты расчетов

Пилот - сигнал DL | UL | UL/DL

Значение	Ед. изм.
DL с учетом нагрузки	
Требуемая мощность прд. БС	
Речь	
Видео	
120 Кбит/сек	
Пешеход	13.5 дБм
Передача данных	
% отказов прд. БС	
Речь	
Видео	
120 Кбит/сек	
Пешеход	0 %
Передача данных	
7.5 Кбит/сек	
15 Кбит/сек	
30 Кбит/сек	
60 Кбит/сек	
120 Кбит/сек	
240 Кбит/сек	
480 Кбит/сек	
Пешеход	0 %
960 Кбит/сек	
Пешеход	0 %
2880 Кбит/сек	
Пешеход	100 %
Средняя скорость прд. БС	
Передача данных	
Пешеход	960 Кбит/сек
Покрывтие DL	
Речь	
Видео	
Пешеход	Есть
Передача данных	
Пешеход	Есть

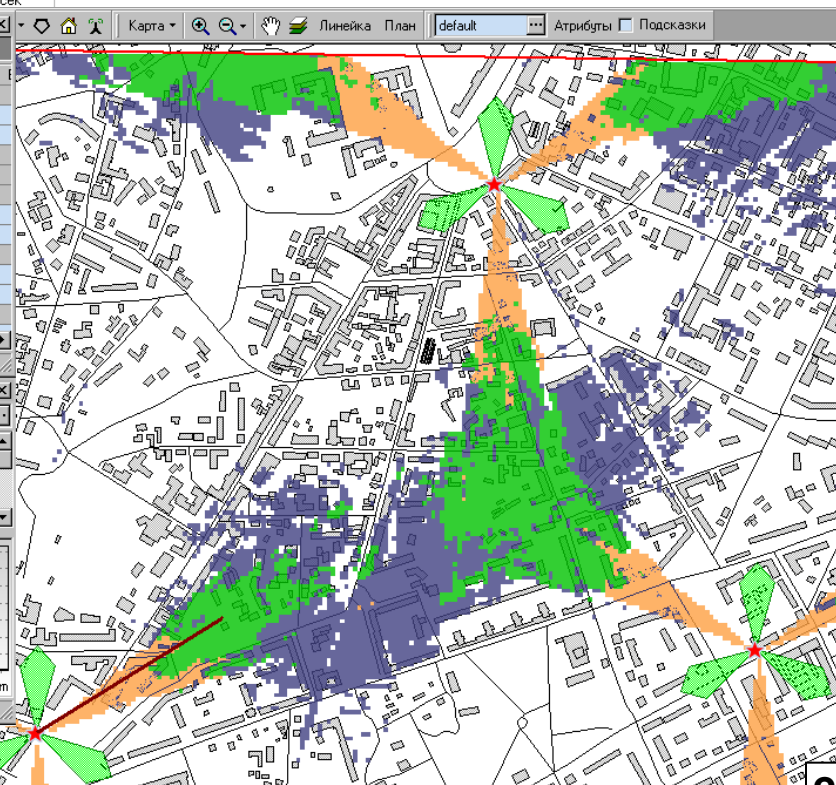
258 : 165 | Район расчета 3G | Шаг 20 м | Конфигурация

Сервис



>= Мин	< Макс	Цвет	Примечание
2500	3000	Dark Green	КБит/сек
2000	2500	Green	КБит/сек
1500	2000	Light Green	КБит/сек
1000	1500	Yellow-Green	КБит/сек
700	1000	Yellow	КБит/сек
500	700	Light Yellow	КБит/сек
350	500	Orange	КБит/сек
250	350	Red-Orange	КБит/сек
160	250	Red	КБит/сек

Хэндовер



БС 3G : Сектор1 | Трафик

Трафик	Ул
Речь	17
Видео	36
Передача данных	128

Результаты расчетов

Пилот - сигнал DL | UL | UL/DL

Значение	
Мощность ПС на входе АТ	-91.00
Мощность помех на входе АТ	-97.95
Покрывтие ПС	
Покрывтие ПС N > 1 БС активного рг	
Неподвижный абонент	3
Пешеход	3
Границы SHO	
Неподвижный абонент	Soft / Softe
Пешеход	Soft / Softe
Границы секторов ПС	

Район расчета 3G001 | Шаг 10 м | w

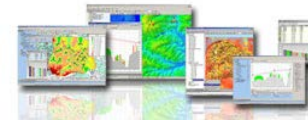
ЭМП

Станция	Сектор	R [км]	Eb/No [Дб]
БС 3G001	Сектор1	0.517	25.97
БС 3G001	Сектор2	0.517	24.42
БС 3G002	Сектор3	1.165	22.28
БС 3G003	Сектор3	1.218	19.89

0.517 km 1.165 km 0.517 km 1.165 km 1.218 km

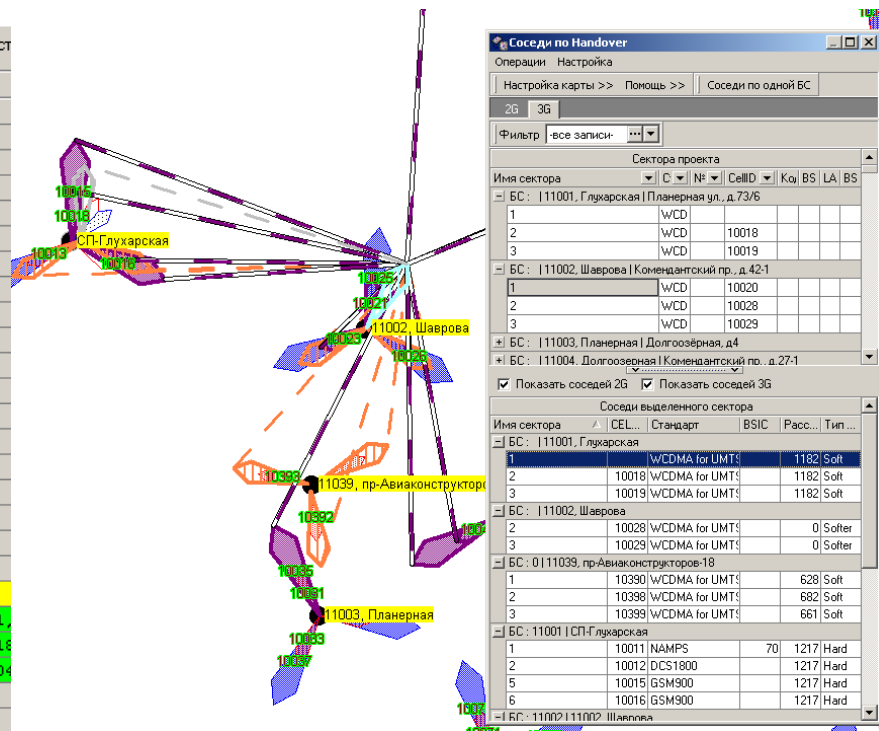
Район расчета 3G001 | Шаг 10 м | w

Планирование и оптимизация радиоподсистемы

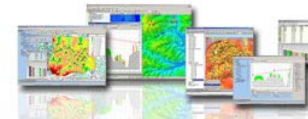


Внутрисетевой и межсетевой хэндовер

Матрица соседей по Handover							26	27	28
N#	Цвет	Но...	Назва...	Стандарт	Сектор	Cell ID			
+	10	15	BS15	DCS1800	Сектор1	1501		0,2% = 1,00	
+	11	15	BS15	DCS1800	Сектор2	1502			
+	12	15	BS15	DCS1800	Сектор3	1503			
+	13	16	BS16	DCS1800	Сектор1	1601		1,7% = 12,00	
+	14	16	BS16	DCS1800	Сектор2	1602			
+	15	16	BS16	DCS1800	Сектор3	1603			
+	16	17	BS17	DCS1800	Сектор4	1704	1,2% = 9,00	0,3% = 2,00	
+	17	17	BS17	DCS1800	Сектор5	1705			
+	18	17	BS17	DCS1800	Сектор6	1706		0,4% = 2,00	
+	19	6	BS6	DCS1800	Сектор1	5731			
+	20	6	BS6	DCS1800	Сектор2	5732			
+	21	6	BS6	DCS1800	Сектор3	5733			
+	22	7	BS7	DCS1800	Сектор1	6101		6,1% = 20,00	
+	23	7	BS7	DCS1800	Сектор2	6102	3,4% = 11,00	37,1% = 121,00	
+	24	7	BS7	DCS1800	Сектор3	6103		2,7% = 11,00	
+	25	8	BS8	DCS1800	Сектор4	8104	6,5% = 31,00	8,9% = 42,00	
+	26	8	BS8	DCS1800	Сектор5	8105		3,7% = 17,00	
+	27	8	BS8	DCS1800	Сектор6	8106	1,9% = 10,00		
+	28	17	BS17	GSM900	Сектор3	1703			
+	29	17	BS17	GSM900	Сектор2	1702		0,0% = 41,00	
+	30	17	BS17	GSM900	Сектор1	1701		0,0% = 11,00	
+	31	8	BS8	GSM900	Сектор3	8103		0,0% = 40,00	
+	32	8	BS8	GSM900	Сектор2	8102			
+	33	8	BS8	GSM900	Сектор1	8101			



Соседи выделенного сектора			
Имя сектора	CEL...	Стандарт	BSIC Рес... Тип...
[-] BC: 111001, Глухарская			
1		WCDMA for UMTS	1182 Soft
2	10018	WCDMA for UMTS	1182 Soft
3	10019	WCDMA for UMTS	1182 Soft
[-] BC: 111002, Шаврова			
1		WCDMA for UMTS	10020
2		WCDMA for UMTS	10028
3		WCDMA for UMTS	10029
[-] BC: 0111039, пр-Авиаконструкторов-18			
1	10390	WCDMA for UMTS	628 Soft
2	10398	WCDMA for UMTS	682 Soft
3	10399	WCDMA for UMTS	661 Soft
[-] BC: 11001 СП-Глухарская			
1	10011	NAMPS	70 1217 Hard
2	10012	DCS1800	1217 Hard
5	10015	GSM900	1217 Hard
6	10016	GSM900	1217 Hard
[-] BC: 11002 Шаврова			



Модель трафика

Построение матрицы удельной нагрузки

Матрица рельефа (*.RLF)

Параметры построения матрицы удельной нагрузки

Общая нагрузка [Erl]

Средняя нагрузка абонента в ЧНН (Erl)

Максимальное кол-во абонентов

Весовые коэффициенты

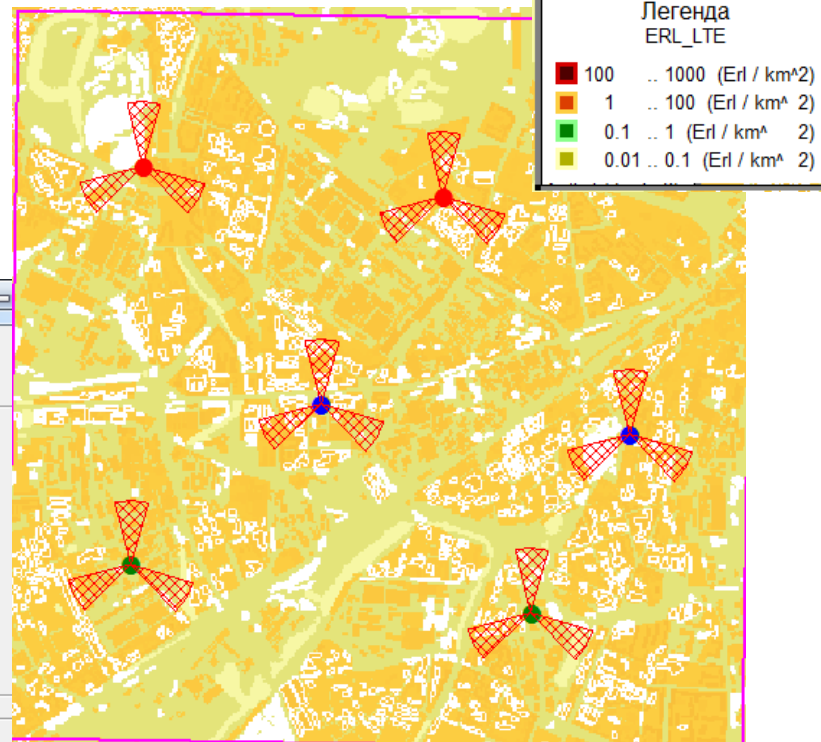
Высота первого этажа (m)

Высота этажа (m)

Объекты трафика

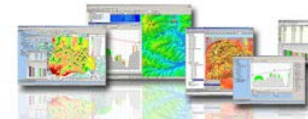
Код	Название	Высота по умолчанию	Вес	Норм. вес [%]	Уд.нагрузка [Erl/пл]	Уд.нагрузка [Erl/km ²]	Суммарная нагрузка [Erl]	Площадок
0	Отк.местность	0	10	13.69	2.4153E-5	0.0603	49.3141	2 041 741
1	Лес	0	2	2.73	2.2585E-5	0.0564	9.8625	436 688
2	Вода	0	1	1.36	2.2885E-5	0.0572	4.9314	215 489
3	Нас.пункт	7	20	27.39	0.346070656	865.1766	98.6301	285
4	Дорога	0	2	0	0	0	0	0
5	Железная дорога	0	2	0	0	0	0	0
7	Город	25	40	54.79	0.000149416	0.3735	197.26	1 320 207
73	Отдельно стоящее здание	30	1	0	0	0	0	0

Обновить таблицу



Карта распределения нагрузки

Учет характеристик режимов повторного использования частот (в сетях WiMax и LTE)



Обобщенные табличные результаты расчета показателей покрытия с заданной требуемой скоростью передачи (TP – throughput)

Параметры Частотное распределение Частотный ресурс Соседи Повтор частот Отчет ЧТП Список док

Требования по кол-ву частот Операции с ЧТП Интерференция Трафик

ЧТП: ЧТП_001 (1x20 МГц без дробления)

ЧТП: ЧТП_001 (1x20 МГц без дробления)				Покрывтие по TP			
N°	Название БС	Сектор	Cell ID	Площадь	% площади	Нагрузка [Erl]	% нагрузки
1	БС-01	Сектор1	1	641	64.49	1.5059	2.30
2	БС-01	Сектор2	2	263	30.87	1.6385	2.51
3	БС-01	Сектор3	3	488	55.33	2.3854	3.65
4	БС-02	Сектор1	4	608	45.89	0.7527	1.15
5	БС-02	Сектор2	5	287	27.33	1.5523	2.37
6	БС-02	Сектор3	6	248	33.24	1.1521	1.76
7	БС-03	Сектор1	7	174	26.52	1.0514	1.61
8	БС-03	Сектор2	8	304	30.28	1.1296	1.73
9	БС-03	Сектор3	9	233	32.01	1.0811	1.65
10	БС-04	Сектор1	10	322	22.19	1.3429	2.05
11	БС-04	Сектор2	11	387	58.20	1.7759	2.72
12	БС-04	Сектор3	12	163	29.74	0.4484	0.69
13	БС-05	Сектор1	13	439	35.75	1.9968	3.05
14	БС-05	Сектор2	14	552	43.09	1.1848	1.81
15	БС-05	Сектор3	15	492	61.81	1.9126	2.93
16	БС-06	Сектор1	16	212	38.76	0.3560	0.54
17	БС-06	Сектор2	17	596	52.84	2.9340	4.49
18	БС-06	Сектор3	18	383	32.27	1.7691	2.71

6792.00 25.97

Покрывтие для требуемой скорости Треб. скорость 20 Расчёт

График покрытие / скорость передачи (TP) Построить график по % площади Построить график по % нагрузки

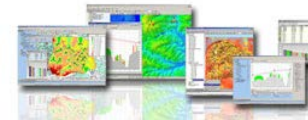
Автом. расчёт после расчёта интерф.

Операции с частотами | Операции с BSIC | Операции с TP | Настройка

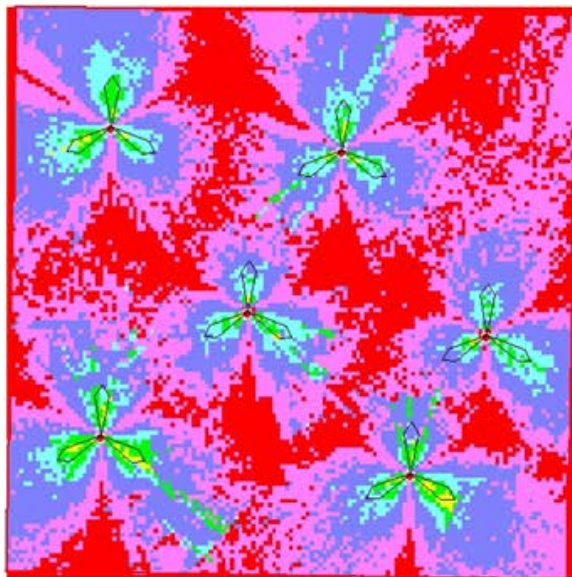
0 0 100.00 / [86.63 ; 96.35 ; 89.82] 89.82 / 89.82 11.5200 39.79% / 39.73%



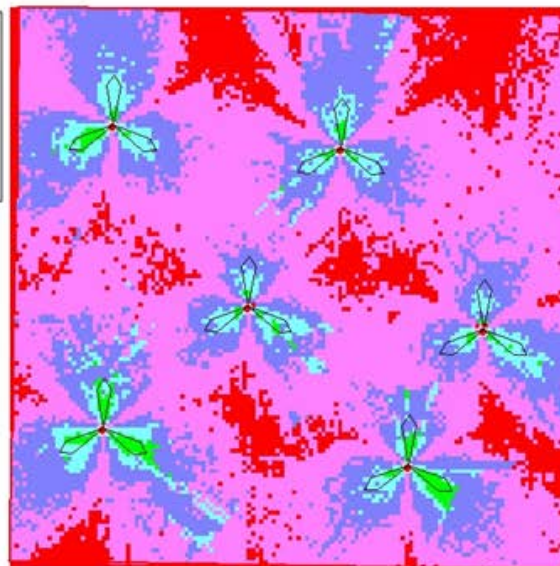
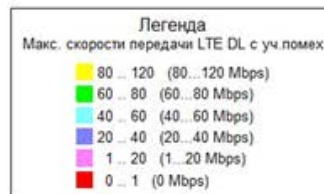
Учет характеристик режимов повторного использования частот (в сетях WiMax и LTE)



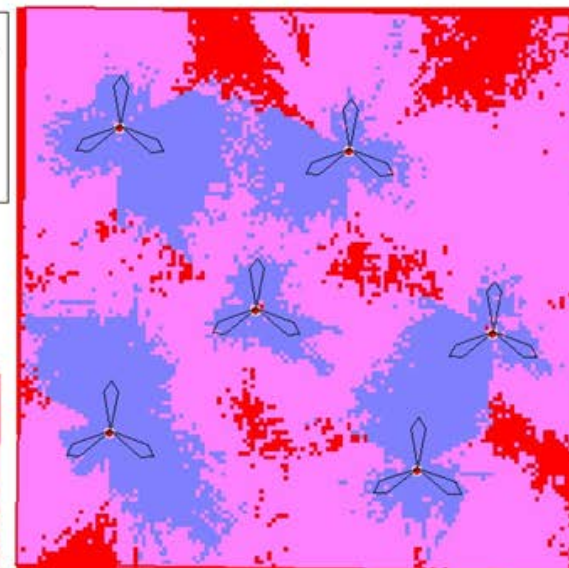
Результаты расчета карт максимальной доступной скорости при задании различных параметров мягкого повторного использования частот



а) $N=3, \tau_1=100\%, \tau_2=0, \rho=0\%$
(FUSC)



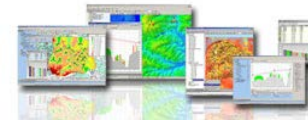
в) $N=3, \tau_1=80\%, \tau_2=20\%, \rho=100\%$
(FFR)



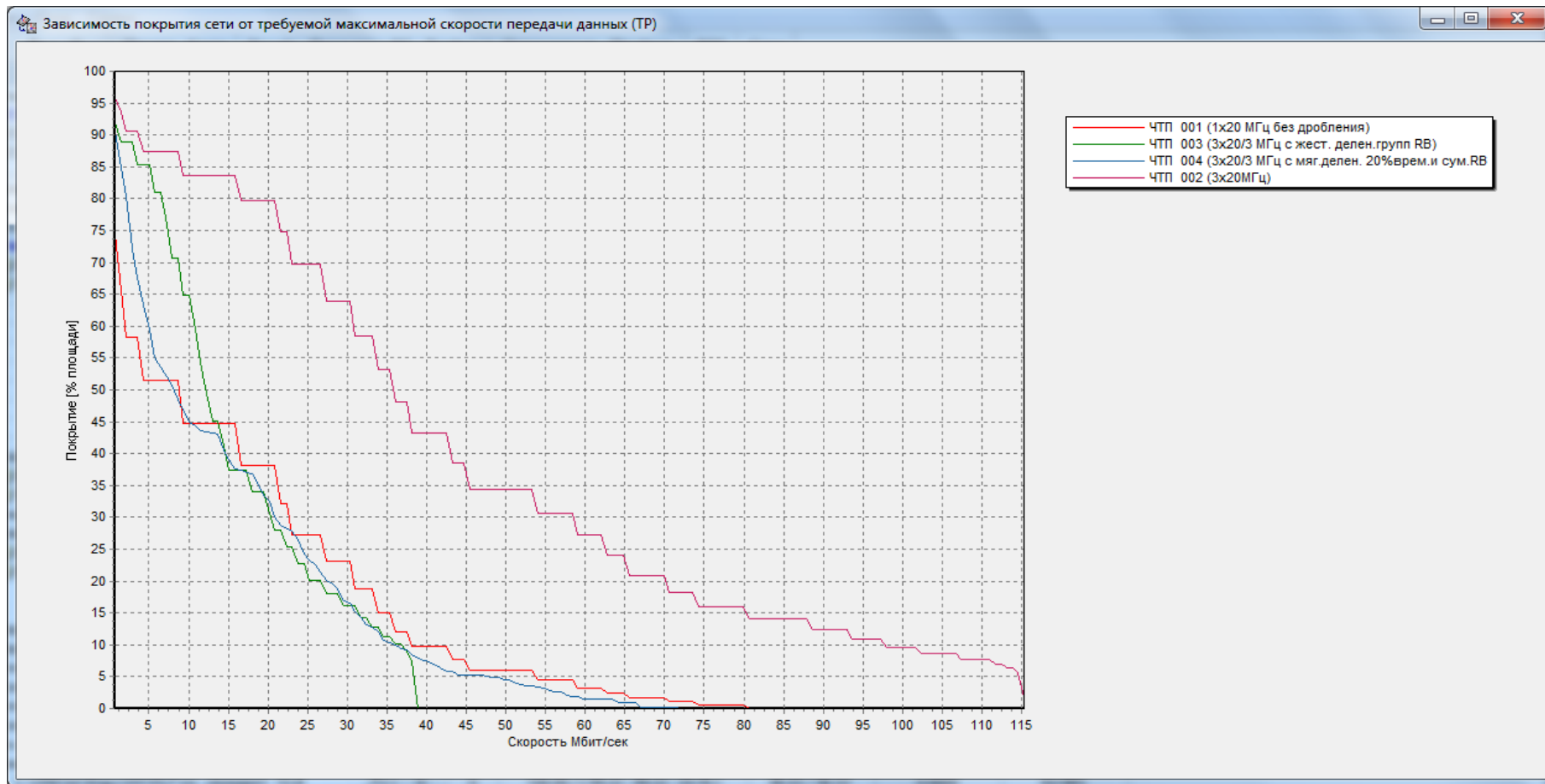
е) $N=3, \tau_1=0\%, \tau_2=100\%, \rho=100\%$
(PUSC)



Учет характеристик режимов повторного использования частот (в сетях WiMax и LTE)

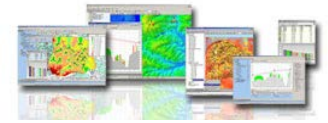


Обобщенные графические результаты расчета показателей покрытия с различной требуемой скоростью передачи (TP – throughput) при различных ресурсах и вариантах повторного использования частот



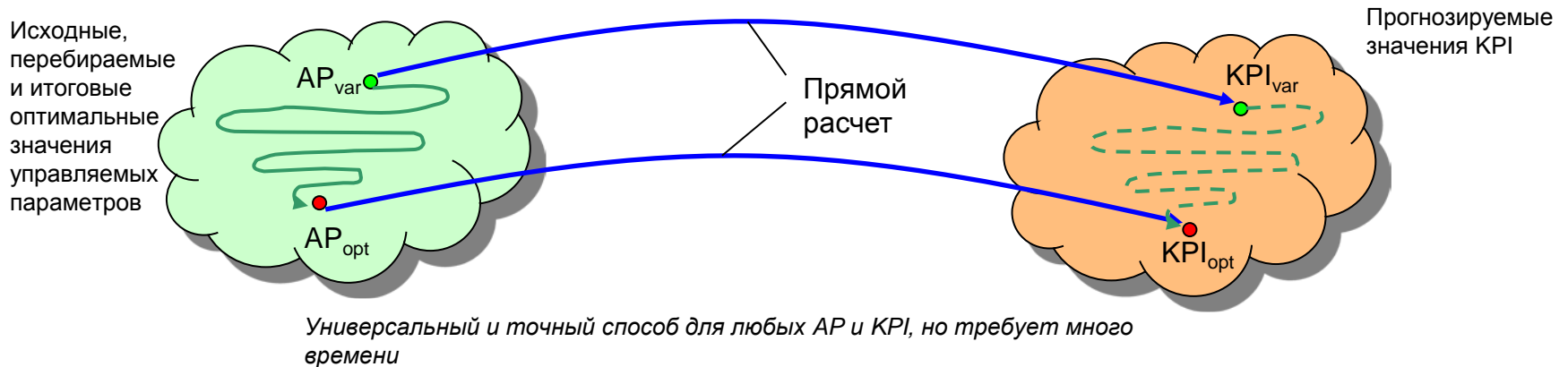
ИНФОТЕЛ

Информационные технологии
и коммуникации

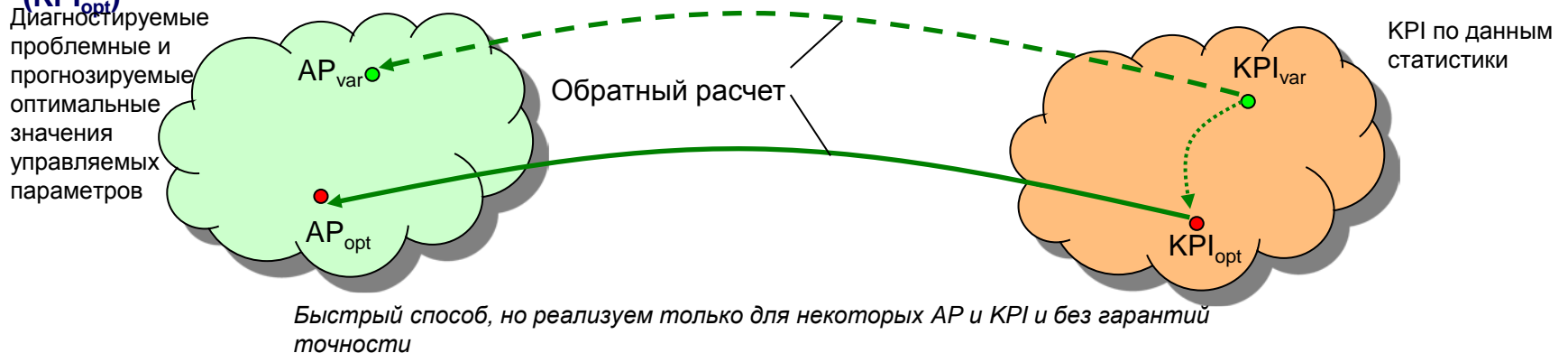


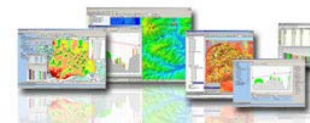
Автоматизированная оптимизация параметров радиоподсистемы

1. «Синтез через анализ» – пошаговый перебор управляемых параметров (AP_{var}) с контролем результатов прямого расчета показателей качества (KPI_{var}) на каждом шаге до момента получения приемлемого (оптимального или требуемого) результата ($AP_{opt} \rightarrow KPI_{opt}$)

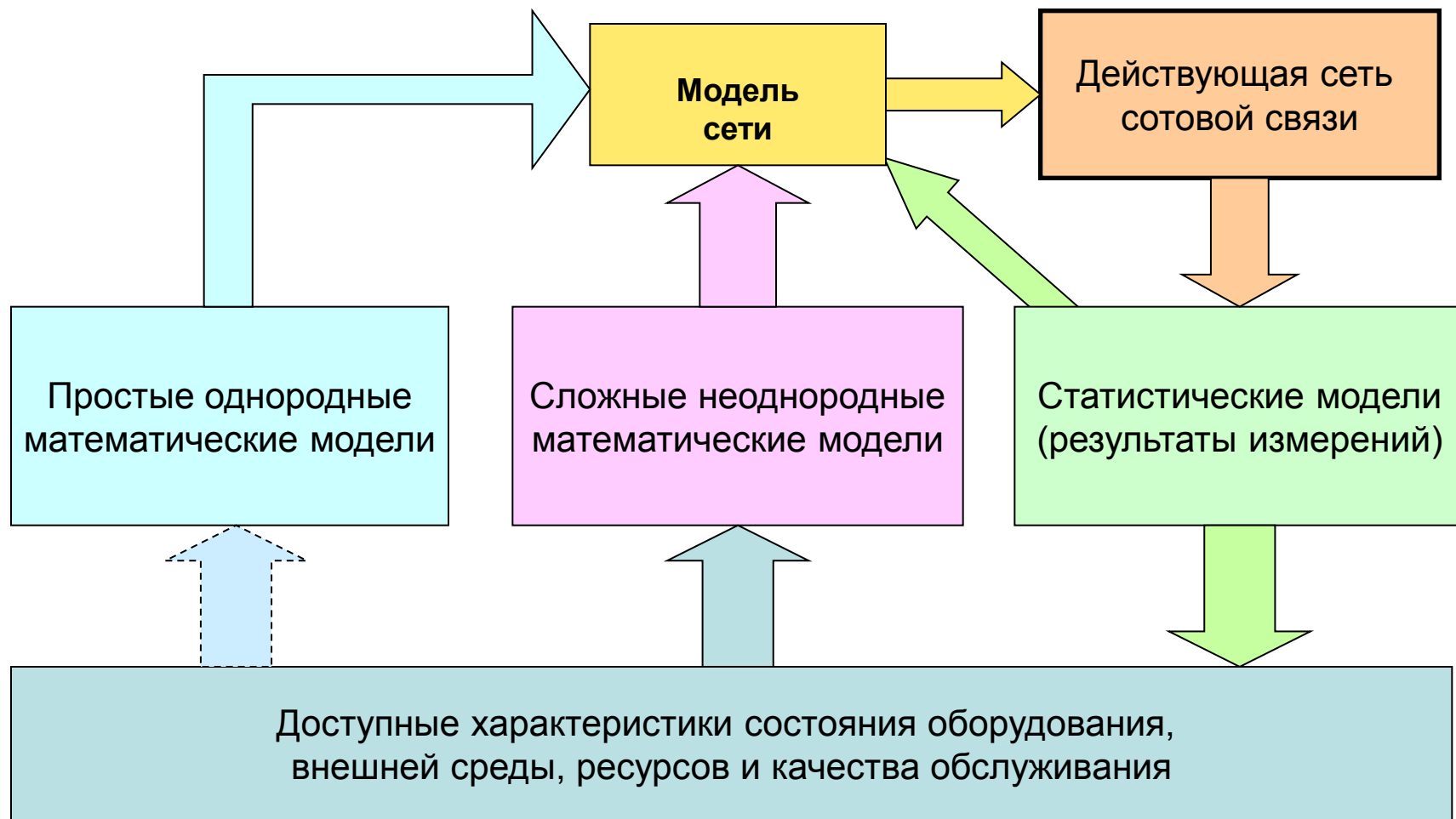


2. «Непосредственный синтез» – обратный расчет оптимальных (требуемых) значений управляемых параметров (AP_{opt}) на основании заданных оптимальных (требуемых) значений показателей качества (KPI_{opt})

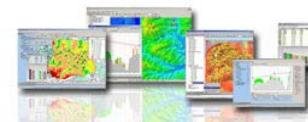




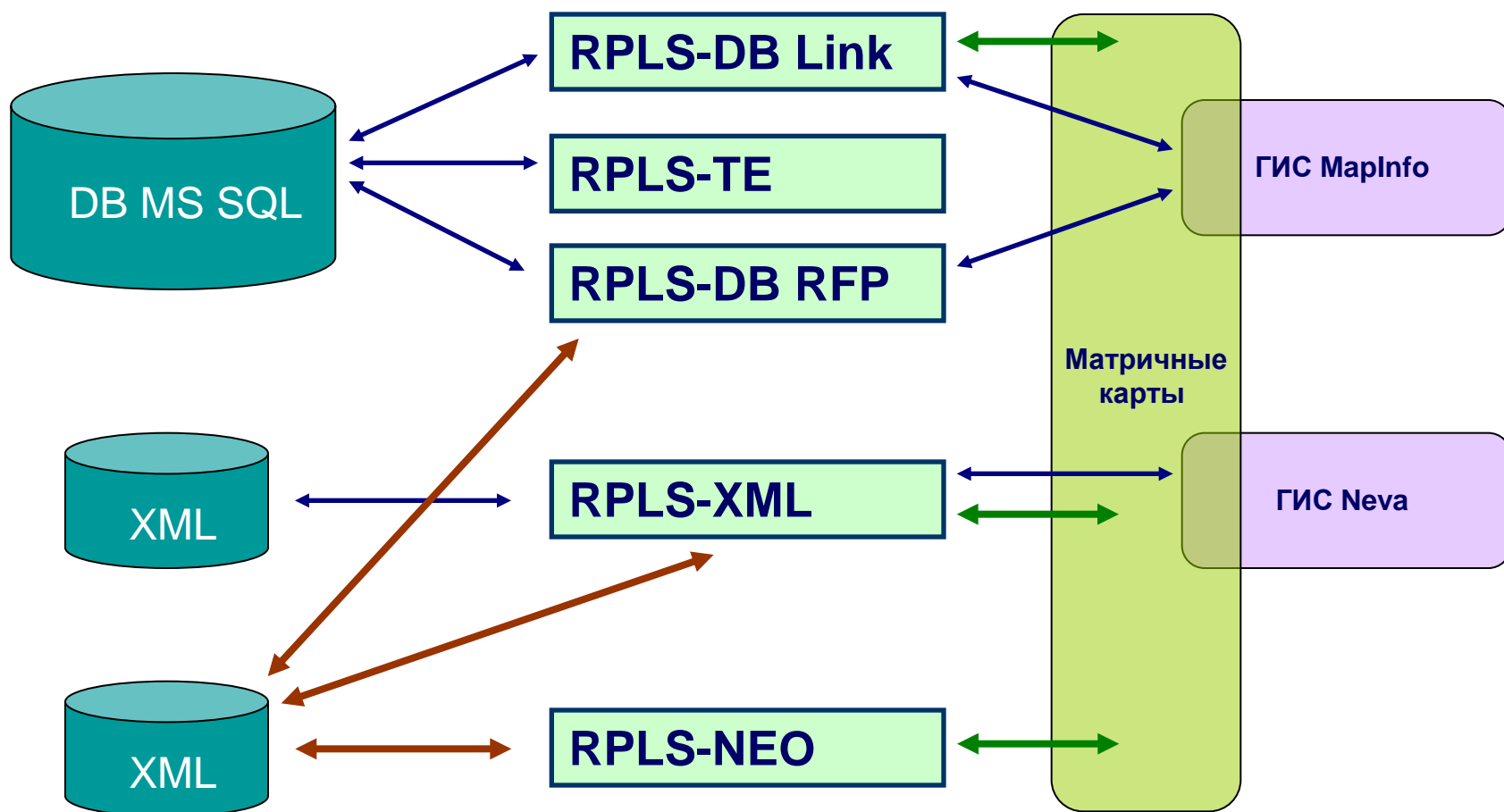
Модели сети, используемые при решении задач оптимизации



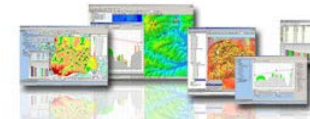
Принципы автоматизированной оптимизации с помощью ПК ONEPLAN RPLS



Функциональная архитектура программных комплексов (ПК) ONEPLAN RPLS, поддерживающих решение различных задач оптимизации радио и транспортной подсистем 2G/3G/4G сетей подвижной связи и широкополосного радиодоступа



Особенности использования и возможности функционального модуля ONEPLAN RPLS NEO



Требования к предварительному контролю достоверности исходных данных

1) в моделях оборудования - с учетом данных аудита

Проект сети
 Сценарии
 Сценарий1

Номер БС: 1
 Название БС: BS1
 Статус БС: Эксплуатация
 Адрес установки БС: Березовая аллея, д.4

Координаты: 56° 19' 11.0"N | 43° 59' 05.4"E (Крас42); 56° 19' 11.3"N | 43° 58' 58.8"E (WGS84);

Наименование	BSIC	BCCH	Гистерезис [dB]	Передача данных	Р пер [W]	Комбайнер	Потери [dB]	Тип	Антенна	Частоты...	Координаты
Сектор1	11	8	6	GPRS	24	1.5			Высота [m]: 50 Азимут [°]: 0 Наклон [°]: -3 Крен [°]: 0	13; 18	
									Высота [m]: 50 Азимут [°]: 120 Наклон [°]: 2 Крен [°]: 0	5; 20	

2) в моделях PPV - с учетом данных измерений

Модели расчета
 COST
 HATA
 Indoor

Измерения
 Test усредн
 Измерения1

ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ
 НefBS = [2]
 Определение э ффективно
 повышение уровня ЭМП э
 Коэффициент повышения



3) в моделях трафика – с учетом данных статистики

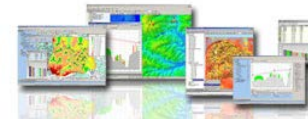
Средняя нагрузка абонента в ЧНН [Ел]: 0.015
 Максимальное количество абонентов в проекте: 333333
 Весовые коэффициенты для удельной нагрузки по кодам объектов: D:\MAPS_DM\Ниж_Новгор_план\lnn2\...
 Имя матрицы объектов трафика (trf):

Код	Название	Вес	Норм. вес [%]	Уд.нагрузка [Ел/гга]
0	Открытая местность (поле)	10	5.38	0.000424956
1	Лес	1	0.54	4.2496E-5
2	Водная поверхность	5	2.69	0.000212478
3	Населенный пункт	50	26.88	0.002124782

Частотный ресурс | Соседи | Повтор частот | Отчет ЧТП | Список доступных BSIC | Статистика

Фильтр: max, min, по времени, показать все записи

2. Особенности использования и возможности функционального модуля ONEPLAN RPLS NEO



Ранжировка перебираемых параметров и рассчитываемых показателей

В порядке убывания приоритетов (возрастания сложности и/или стоимости):

Параметры: $var \{P, U, A, T, H, F, B\}$

(P-мощность, U-наклон, A-поворот, T-тип, H-высота, F-частота, B-активность)

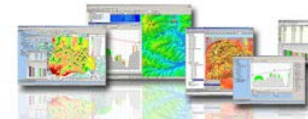
Секторы: $var \{1, \dots, N\}$

Показатели: сетевые – аддитивные (интегральные),
сетевые – мультипликативные (выборочные),
секторные.

Допустимые	Секторные	Выборочные	Интегральные
$Q_{\text{доп}} \leq$	–	–	12.Покрытие без CIA и без перегр.
$Q_{\text{доп}} \leq (\geq)$	6.Коэффициент загрузки TRX	Макс	11.Коэффициент загрузки TRX
$Q_{\text{доп}} \leq$	5.Покрытие с учетом CIA	Мин	10.Покрытие района с CIA
$Q_{\text{доп}} \geq$	4.Потери покрытия из-за CIA	Макс	9.Потери покрытия из-за CIA
$Q_{\text{доп}} \leq (\geq)$	3.Перекрытие	Макс (Мин)	8.Перекрытие
$Q_{\text{доп}} \leq (\geq)$	2.Покрытие по карте границ	Мин	7.Покрытие района (без CIA)
$Q_{\text{доп}} \leq (\geq)$	1.Индивидуальное покрытие	Мин	–
$Q_{\text{доп}} \leq$	0.Индивидуальное непокрытие	(Макс)	–



Особенности использования и возможности функционального модуля ONEPLAN RPLS NEO



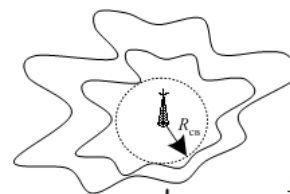
Снижение сложности решения задач оптимизации

Экспоненциальная сложность ---> Полиномиальная сложность

$$\prod_{i=1}^N (B_i \cdot P_i \cdot U_i \cdot A_i \cdot H_i \cdot F_i) \longrightarrow \sum_{i=1}^N (B_i + P_i + U_i + A_i + H_i + F_i)$$

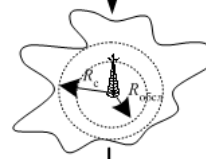
Типовая декомпозиция общей сложной задачи оптимизации на более простые частные задачи оптимизации зон покрытия (I), обслуживания (II) и помех (III)

I. $P_{\text{ош}}^{\text{тр}} \rightarrow P_{\text{сигн}}^{\text{тр}} \rightarrow L_{\text{РРВ}}^{\text{тр}} \rightarrow R_{\text{св}}^{\text{тр}}$



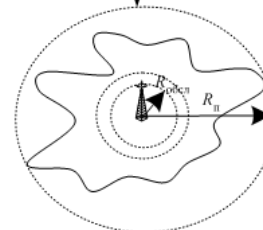
$\rightarrow \min N_{\text{св}}$

II. $P_{\tau}^{\text{тр}} \rightarrow n_{\text{к}}^{\text{тр}} \rightarrow z_{\text{БСД(РСД)}}^{\text{тр}} \rightarrow R_{\text{обсл}}^{\text{тр}}$



$\rightarrow \min N_{\text{к}}$

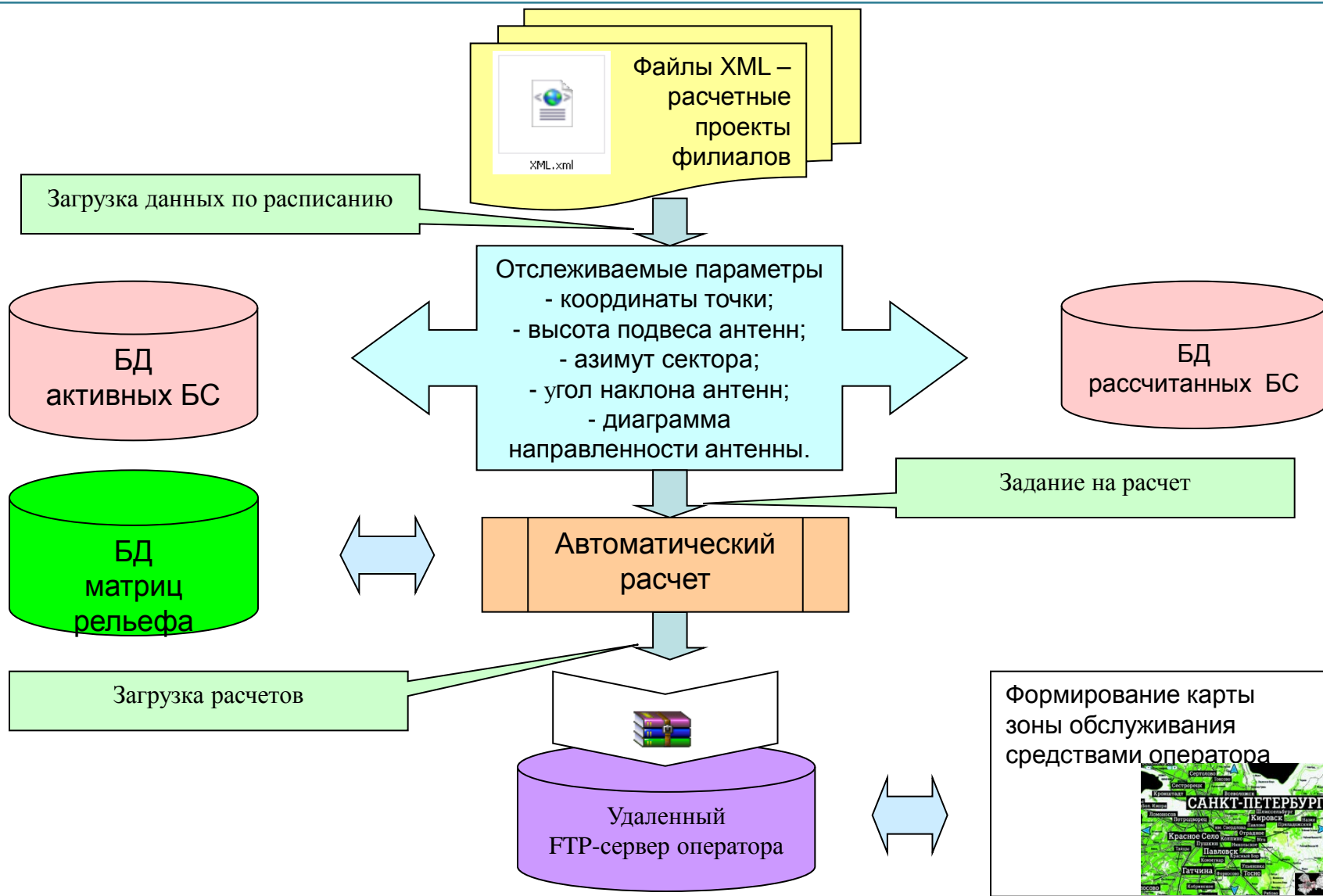
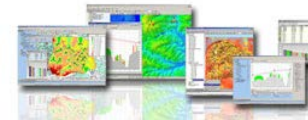
III. $P_{\text{ош}}^{\text{тр}} \rightarrow P_{\text{п}}^{\text{тр}} \rightarrow L_{\text{РРВ}_\text{п}}^{\text{тр}} \rightarrow R_{\text{п}}^{\text{тр}}$



$\rightarrow \min N_{\text{ф}}$

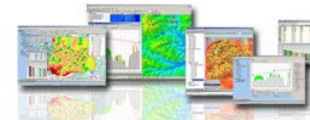


Система автоматизированного расчета оператора на основе ONEPLAN RPLS



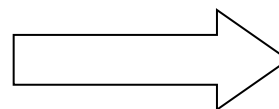
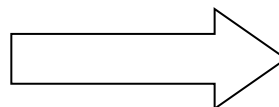
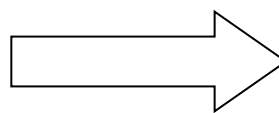
ИНФОТЕЛ

Информационные технологии
и коммуникации



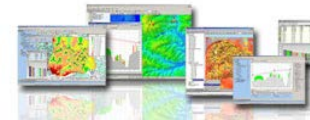
Движущие факторы развития RAN в направлении когнитивных сетей

- **Экономия ресурсов** при заданных требованиях к связи и характеристиках мешающих воздействий
- **Улучшение качества связи** (*расширение услуг*) при заданных ресурсах и мешающих воздействиях
- **Увеличение устойчивости** к мешающим воздействиям при заданных ресурсах и требованиях к связи



Увеличение информационного содержания системы связи
(степеней свободы и правил их переключения: алгоритмов, протоколов, технологий,...)





СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



ИНФОТЕЛ

Информационные технологии
и коммуникации