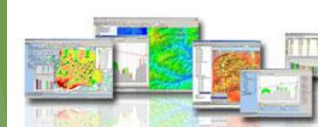


Особенности планирования сетей LTE и WiMAX



Предпочтительный вариант расчета в зависимости от учитываемых параметров трафика

2G / 4G

1. Отдельный тип трафика:

- ТФ (речь) / данные / видео

2. Показатели качества

для заданного типа трафика (DL)
с граничными оценками влияния
суммарной нагрузки :

- отношение сигнал / помеха E/N ;
- вероятность отказа P_o ;
- средняя скорость передачи $V_{ср}$

3. Параметры нагрузки

- нагрузка от одного абонента;
- количество абонентов;
- размещение абонентов

3G / 4G

1. Мультимедийный трафик:

- ТФ (речь) + данные + видео

2. Показатели качества

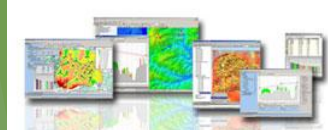
для каждого типа трафика i (DL и UL)
с учетом влияния суммарной нагрузки :

- отношение сигнал / помеха E/N_i ;
- вероятность отказа $P_o.i$;
- средняя скорость передачи $V_{ср.i}$

3. Параметры нагрузки

- интенсивность, длительность и скорость передачи от 1-го аб-та для каждого типа трафика UL и DL;
- количество абонентов;
- размещение абонентов;
- доли абонентов с различной скоростью движения





Предпочтительный вариант расчета в зависимости от учитываемых параметров нестационарности условий РРВ и нагрузки

2G / 4G

1. Учет случайных колебаний уровней сигналов и помех

- задание требований к отношению сигнал / помеха с запасом на $P_o.tr$;
- пересчет интерференции в скорость передачи по графикам, учитывающим замирания

2. Учет случайных колебаний количества активных абонентов

- задание требований к количеству каналов с запасом на $P_o.tr$

3G / 4G

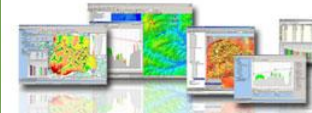
1. Учет случайных колебаний уровней сигналов и помех

- задание требований к отношению сигнал / помеха (E/N) с различным запасом
 - для различных типов трафика UL / DL
 - для различных скоростей передачи
 - для различных скоростей движения MS
- введение поправок $\Delta E/N$ для учета
 - разнесенного приема
 - автоматической регулировки мощности (APM)
 - мягкой эстафетной передачи (SHO)

2. Учет случайных колебаний количества активных абонентов и требуемой скорости передачи

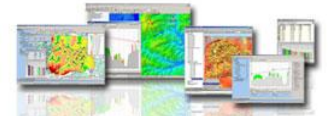
- задание требований к количеству каналов, скорости и мощности передачи с запасом;
- расчет вероятности отказа из-за недостатка мощности, каналов или превышения доп. уровня помех





2. Особенности подготовки исходных данных и обработки результатов расчета сетей 4G (LTE и WiMAX) с использованием функциональных модулей расчета сетей 2G/3G





Создание проекта, задание параметров секторного оборудования БС, размещения БС и ориентации антенн, а также параметров района расчета

ONEPLAN RPLS-DB RFP | версия 2011.4.13 | Проект сети (TEST LTE) - [Карта]

Проект | Окна | Сервис

Проект | Карта | Расчёт | Параметры БС | Трафик | Оптимизация | Профиль | BSIC | Слои

Панель: Карта | default | Атрибуты

Создать >> 2G << 3G >>

Панель: 56° 20' 59.1"N | 43° 10' 00.0"E | Сервер: "(local)"

ONEPLAN RPLS-DB RFP | версия 2011.4.13 | Проект сети (TEST LTE) - [Данные]

Проект | Окна | Сервис

Проект | Карта | Расчёт | Параметры БС | Трафик | Оптимизация | Профиль | BSIC | Слои

Панель: Операции | Расчёт | Проверка расчётных параметров

Свойства | Сектора | Матрицы высот | Предметы местности | Метрика | Результаты расчётов

Название: Район расчета LTE DL

Примечание: Район расчета LTE DL

Гистерезис [dB]: 6

Площадь [km²]: 44.04

Коэффициент рефракции: 1.33

Шаг расчета (текущий) [m]: 50

Погрешность построения профиля относительно шага расчета: 0

Антенна АТ на крыше строения: Нет

Направление расчета [БС<>АТ]: БС > АТ

Модель расчета: Klin_2_5_City

k0 откр: 13

k0 закр: 22

k0: 0

Модель абонентского терминала (АТ): UE

Высота антенны [m]: 1.5

Ширина диаграммы направленности (ШДН) [°]: 360

Коэффициент усиления [dB]: 0

Поддавление сигнала вне ШДН [dB]: 0

Мощность [W]: 0.25

Чувствительность Prch [dBm]: -94

Объект: Район расчета LTE DL | Создан: 12.05.2011 2:09:26 | Изменен: 13.05.2011 10:04:00

Сервер: "(local)" | БД: "onega" | Пользователь: Район расчета LTE DL | ЧТ

ONEPLAN RPLS-DB RFP | версия 2011.4.13 | Проект сети (TEST LTE) - [Данные]

Проект | Окна | Сервис

Проект | Карта | Расчёт | Параметры БС | Трафик | Оптимизация

Панель: Операции | Выбрать LAC | Перейти к площадке

Панель: БС-02

Название: БС-02

Номер: 2

Площадка: Площадка-02

Ограничение дальности расчета сигнала [km]: 10

Ограничение дальности расчета помехи [km]: 0

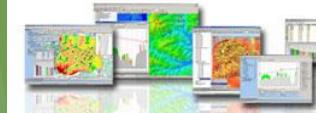
Операции >> Настройка Сектор П/п Комб. Антенна Фидер Частоты >>

Название	Cell ID	Стандарт связи	Передача данных	Тип	Приемопередатчик			Антенна		
					P _{рч} [dBm]	K _ш	P _{пер} [W]	P _{пер} [dBm]	F _{раб} [MHz]	Тип
LTE FDD-20										
Сектор1 4	LTE FDD-20	LTE	LTE_Es/No_eNodeB	-102	4	20	43.01	2600	sp2327_30	0
Антен										
Сектор2 5	LTE FDD-20	LTE	LTE_Es/No_eNodeB	-102	4	20	43.01	2600	sp2327_30	120
Антен										
Сектор3 6	LTE FDD-20	LTE	LTE_Es/No_eNodeB	-102	4	20	43.01	2600	sp2327_30	240
Антен										

Объект: БС-02 | Создан: odse - 12.05.2011 1:54:53 | Изменен: odse - 12.05.2011 1:54:53

Сервер: "(local)" | БД: "onega" | Пользователь: Район расчета LTE DL | ЧТ

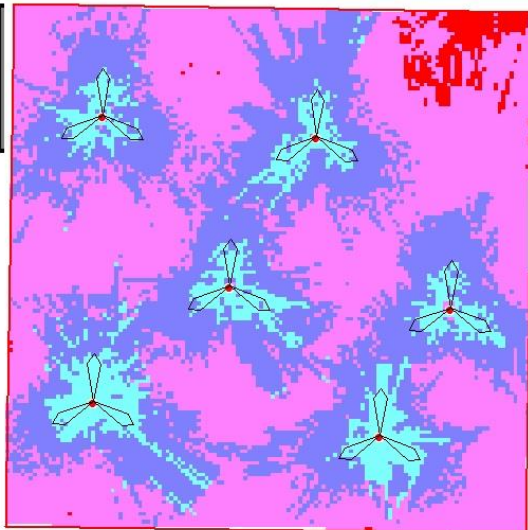
2. Особенности подготовки исходных данных и обработки результатов расчета сетей LTE и WiMAX



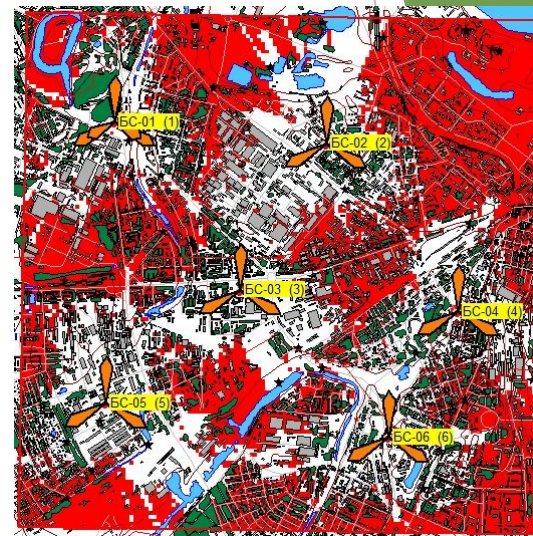
Результаты расчета карт максимальной доступной скорости передачи и покрытия в направлении UL с заданной чувствительностью приемника БС, соответствующей требуемой скорости передачи

Легенда
Макс. скорости передачи LTE UL без уч. помех

■ -85 .. 0 (40..60 Mbps)
■ -95 .. -85 (20..40 Mbps)
■ -105 .. -95 (1..20 Mbps)
■ -200 .. -105 (0 Mbps)



а) карта скорости передачи

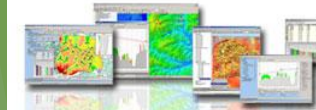


б) карта покрытия



ИНФОТЕЛ

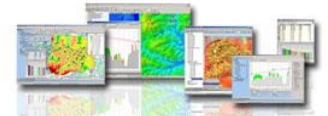
Информационные технологии
и коммуникации



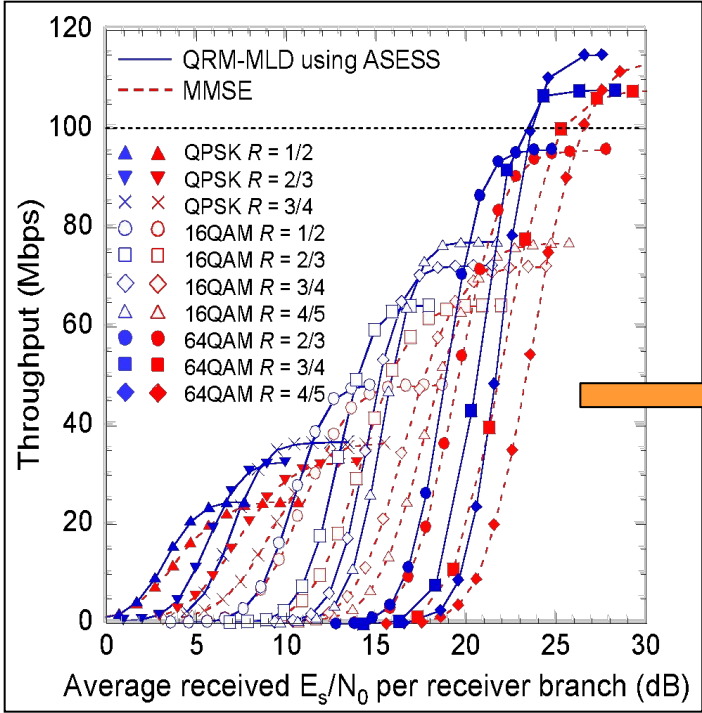
Обобщенные результаты расчета показателей покрытия сети в направлениях DL и UL с заданной чувствительностью приемников АТ и БС, соответствующей требуемой скорости передачи

Свойства Сектора Матрицы высот Предметы местности Метрика Результаты расчётов												
Сравнить...												
Район расчета LTE UL												
LTE FDD-20m												
Сохранить в Excel												
БС	№ БС	Сектор	CellID	Покрывтие			Границы			Кол-во	%	km^2
				Кол-во	%	km^2	Кол-во	%	km^2			
БС-01	1	Сектор1	1	1293	7.291	3.2325	994	5.605	2.485			
БС-01	1	Сектор2	2	2394	13.5	5.985	852	4.804	2.13			
БС-01	1	Сектор3	3	1293	7.291	3.2325	882	4.973	2.205			
БС-02	2	Сектор1	4	1682	9.485	4.205	1325	7.471	3.3125			
БС-02	2	Сектор2	5	2546	14.357	6.365	1050	5.921	2.625			
БС-02	2	Сектор3	6	2411	13.596	6.0275	746	4.206	1.865			
БС-03	3	Сектор1	7	2780	15.676	6.95	656	3.699	1.64			
БС-03	3	Сектор2	8	2830	15.958	7.075	1004	5.661	2.51			
БС-03	3	Сектор3	9	2847	16.054	7.1175	728	4.105	1.82			
БС-04	4	Сектор1	10	2387	13.46	5.9675	1451	8.182	3.6275			
БС-04	4	Сектор2	11	1018	5.74	2.545	665	3.75	1.6625			
БС-04	4	Сектор3	12	2779	15.671	6.9475	548	3.09	1.37			
БС-05	5	Сектор1	13	2489	14.035	6.2225	1228	6.924	3.07			
БС-05	5	Сектор2	14	2562	14.447	6.405	1281	7.223	3.2025			
БС-05	5	Сектор3	15	1348	7.601	3.37	796	4.488	1.99			
БС-06	6	Сектор1	16	2640	14.887	6.6	547	3.084	1.3675			
БС-06	6	Сектор2	17	1458	8.221	3.645	1128	6.361	2.82			
БС-06	6	Сектор3	18	2516	14.188	6.29	1187	6.693	2.9675			
Итого							17068	96.249	42.67			

Свойства Сектора Матрицы высот Предметы местности Метрика Результаты расчётов												
Сравнить...												
Район расчета LTE DL												
LTE FDD-20m												
Сохранить в Excel												
БС	№ БС	Сектор	CellID	Покрывтие			Границы			Кол-во	%	km^2
				Кол-во	%	km^2	Кол-во	%	km^2			
БС-01	1	Сектор1	1	474	2.672	1.185	402	2.266	1.005			
БС-01	1	Сектор2	2	485	2.735	1.2125	388	2.188	0.97			
БС-01	1	Сектор3	3	533	3.005	1.3325	473	2.667	1.1825			
БС-02	2	Сектор1	4	675	3.806	1.6875	628	3.541	1.57			
БС-02	2	Сектор2	5	506	2.853	1.265	417	2.351	1.0425			
БС-02	2	Сектор3	6	644	3.631	1.61	540	3.045	1.35			
БС-03	3	Сектор1	7	471	2.656	1.1775	379	2.137	0.9475			
БС-03	3	Сектор2	8	648	3.654	1.62	590	3.327	1.475			
БС-03	3	Сектор3	9	492	2.774	1.23	415	2.34	1.0375			
БС-04	4	Сектор1	10	495	2.791	1.2375	452	2.548	1.13			
БС-04	4	Сектор2	11	417	2.351	1.0425	365	2.058	0.9125			
БС-04	4	Сектор3	12	480	2.706	1.2	327	1.844	0.8175			
БС-05	5	Сектор1	13	769	4.336	1.9225	566	3.191	1.415			
БС-05	5	Сектор2	14	905	5.103	2.2625	717	4.043	1.7925			
БС-05	5	Сектор3	15	596	3.36	1.49	391	2.204	0.9775			
БС-06	6	Сектор1	16	557	3.141	1.3925	385	2.171	0.9625			
БС-06	6	Сектор2	17	558	3.146	1.395	424	2.391	1.06			
БС-06	6	Сектор3	18	696	3.924	1.74	507	2.859	1.2675			
Итого							8366	47.177	20.915			



Подготовка дополнительных исходных данных для расчета максимальной доступной скорости передачи с учетом взаимных помех



ONEPLAN RPLS-DB RFP | версия 2011.4.13 | Проект сети (TEST LTE) - [Данные]

Проект Окна Сервис

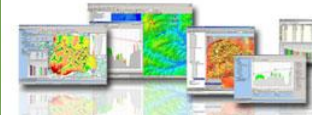
Операции

Название	LTE_Es/No_pik_MLD_20МГц_DL
Тип	Данные
Наименование оси Y	Скорость Мбит/сек
Цветовая схема	Макс. скорости передачи LTE с уч.помех
Примечание	Рек МСЗ-Р ВТ.1368-7, ETSI EN 300 744 V1.5.1 стр.59 табл 12

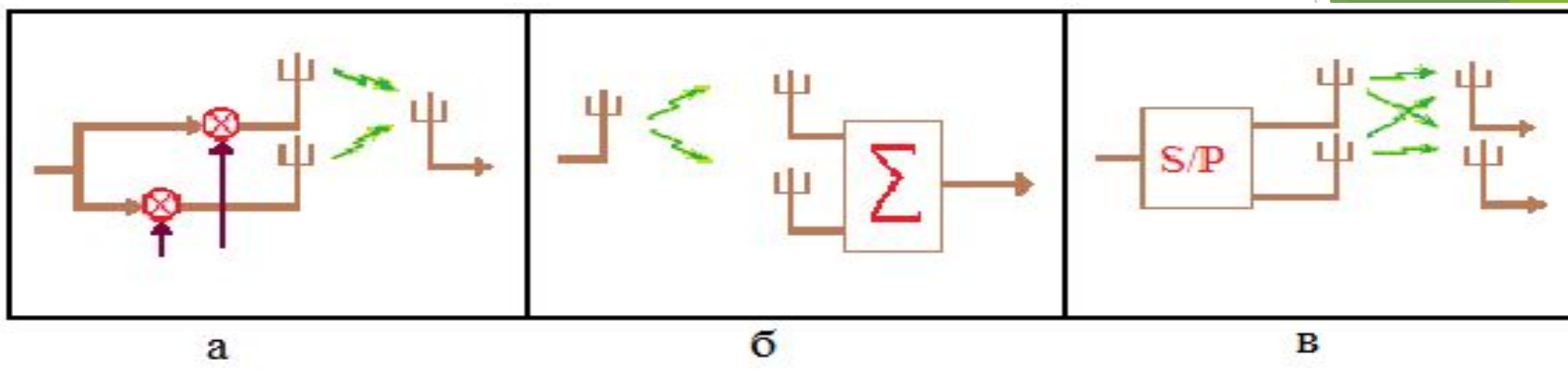
С/Л [dB] | Скорость Мбит/сек

0	0.01
1	1.5
2	4.2
3	9
4	16
5	21
6	23
7	27
8	30.5
9	33.5
10	35.5
11	38
12	43
13	45.3
14	54
15	59

Вкл.	>= ...	< Макс	Цвет	Примечание
<input checked="" type="checkbox"/>	80	120	Yellow	80...120 Mbps
<input checked="" type="checkbox"/>	60	80	Green	60...80 Mbps
<input checked="" type="checkbox"/>	40	60	Cyan	40...60 Mbps
<input checked="" type="checkbox"/>	20	40	Purple	20...40 Mbps
<input checked="" type="checkbox"/>	1	20	Pink	1...20 Mbps
<input checked="" type="checkbox"/>	0	1	Red	0 Mbps

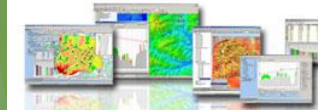


Варианты учета выигрышей от использования нескольких антенн (MIMO)



- а) Выигрыш в коэффициенте усиления антенны (в определенном направлении)
- б) Выигрыш в отношении сигнал/помеха (за счет снижения влияния многолучевости)
- в) Выигрыш в максимальной возможной скорости передачи (пропускной способности)





Расчет карт максимальной доступной скорости передачи с учетом взаимных помех при назначении одной полосы частот всем БС

ONEPLAN RPLS-DB RFP | версия 2011.4.13 | Проект сети (TEST LTE) - [Данные]

Проект Окна Сервис

Проект Карта Расчёт Параметры БС Трафик Оптимизация Профиль BSIC

Требования по кол-ву частот

№	Цве...	Н. /	Сектор	Тре...	Кол-во	Номера частот
1		БС-01	Сектор1	1	1	1
2		БС-01	Сектор2	1	1	1
3		БС-01	Сектор3	1	1	1
4		БС-02	Сектор1	1	1	1
5		БС-02	Сектор2	1	1	1
6		БС-02	Сектор3	1	1	1
7		БС-03	Сектор1	1	1	1
8		БС-03	Сектор2	1	1	1
9		БС-03	Сектор3	1	1	1
10		БС-04	Сектор1	1	1	1
11		БС-04	Сектор2	1	1	1
12		БС-04	Сектор3	1	1	1
13		БС-05	Сектор1	1	1	1
14		БС-05	Сектор2	1	1	1
15		БС-05	Сектор3	1	1	1
16		БС-06	Сектор1	1	1	1
17		БС-06	Сектор2	1	1	1
18		БС-06	Сектор3	1	1	1

0 0 100.00 / [99.22 ; 100.00 ; 100.00] 10

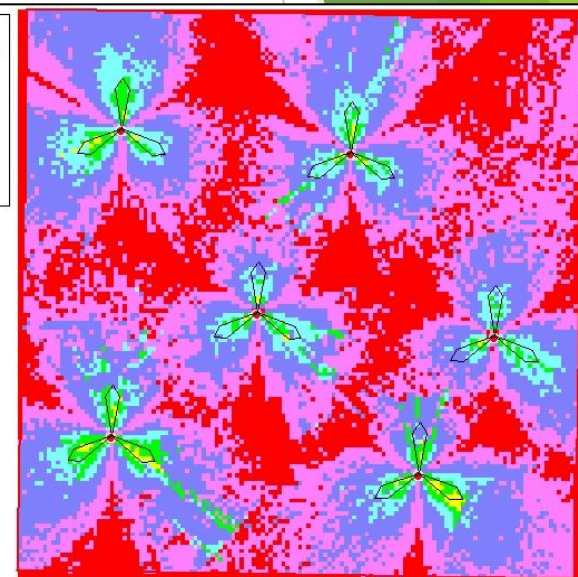
Объект: ЧТП 001 (1x20 МГц без дробления) | Создан:

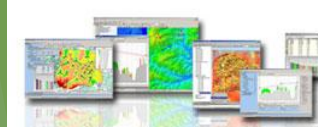
Сервер: "(local)" | БД: "omega" | Пользователь:

Легенда

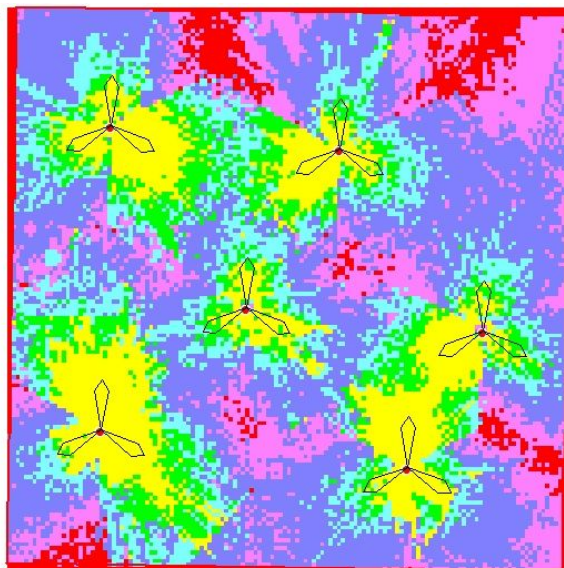
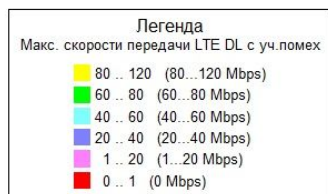
Макс. скорости передачи LTE DL с уч. помех

- 80 .. 120 (80...120 Mbps)
- 60 .. 80 (60...80 Mbps)
- 40 .. 60 (40...60 Mbps)
- 20 .. 40 (20...40 Mbps)
- 1 .. 20 (1...20 Mbps)
- 0 .. 1 (0 Mbps)

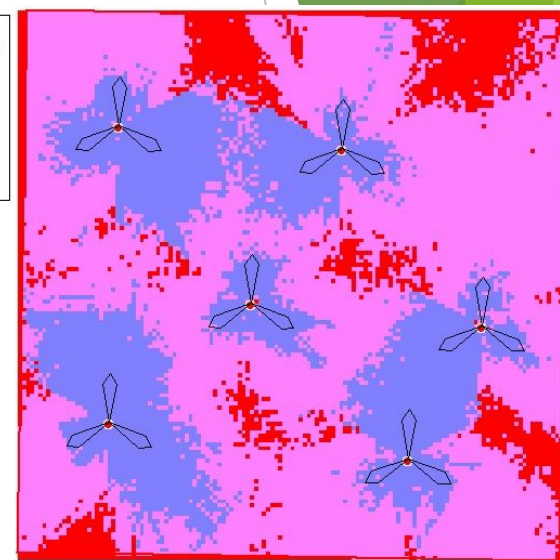
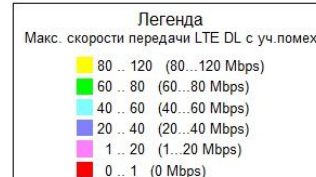




Результаты расчета карт максимальной доступной скорости передачи с учетом взаимных помех при оптимальном распределении трех полос частот и трех участков одной полосы частот между секторами БС



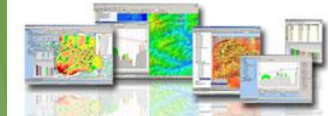
а) три полосы частот



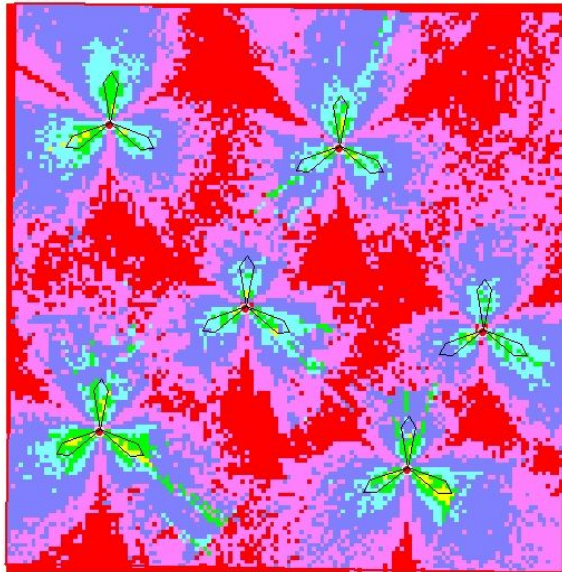
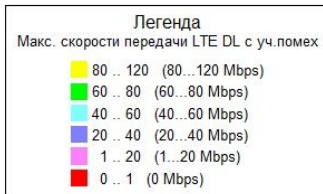
б) три участка одной полосы частот



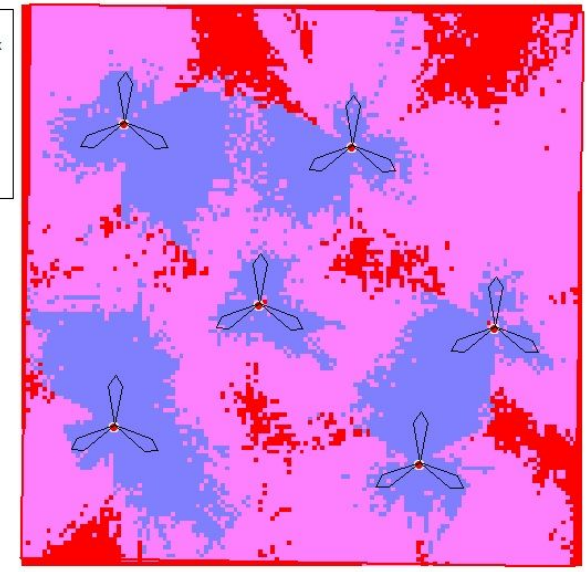
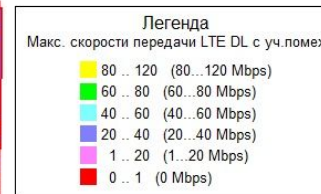
2. Особенности подготовки исходных данных и обработки результатов расчета сетей LTE и WiMAX



Сравнение рассчитанных карт максимальной доступной скорости передачи при полном (FUSC) и частичном (PUSC) использовании одной полосы частот

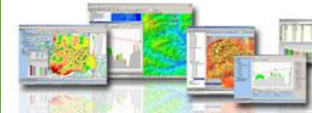


a) FUSC
(Fully Used Subcanalization)



б) PUSC
(Partly Used Subcanalization)

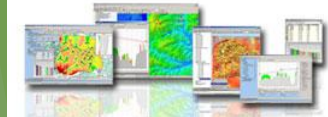




Особенности планирования сетей LTE и WiMAX с использованием ПК ONEPLAN RPLS-DB RFP

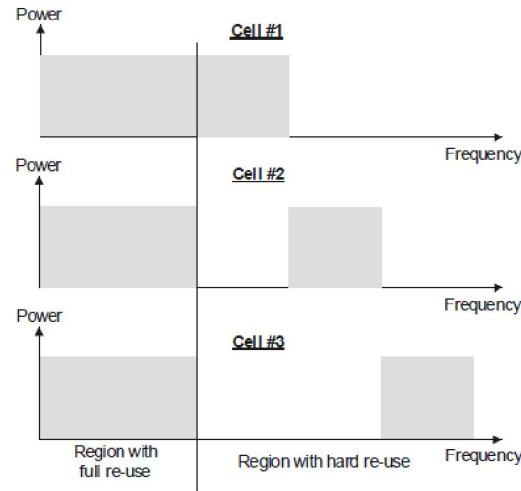
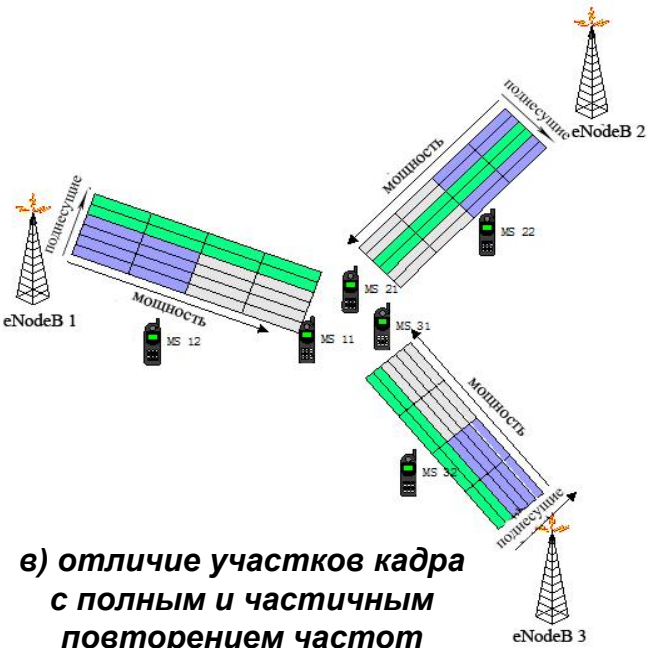
3. Новые функциональные возможности ПК ONEPLAN RPLS-DB RFP, позволяющие учитывать характеристики режимов повторного использования частот в сетях LTE и WiMAX





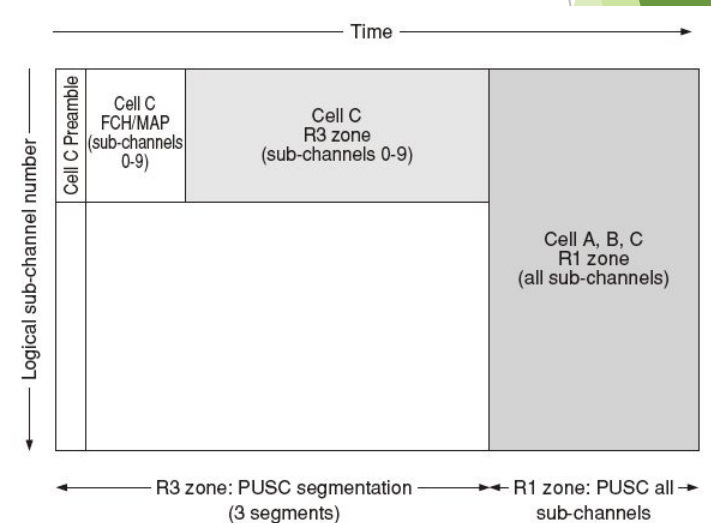
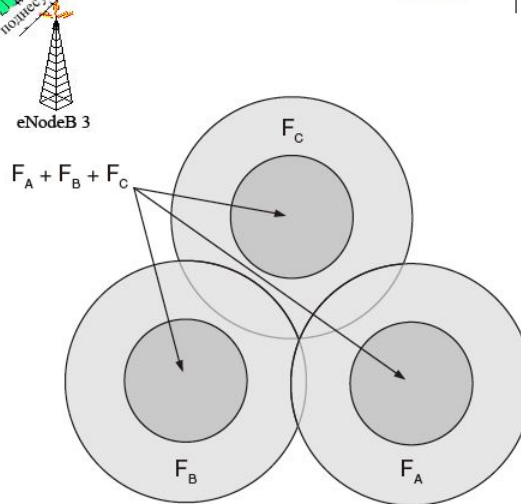
Учет характеристик режимов повторного использования частот в сетях LTE и WiMAX

Варианты реализации мягкого (SFR), частичного (PFR) и дробного (FFR) повторного использования частот



б) отличие участков кадра с полным и частичным повторением частот по частоте (PFR)

в) отличие участков кадра с полным и частичным повторением частот по мощности (SFR)

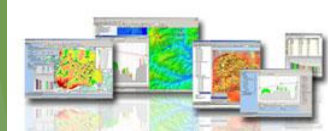


а) отличие участков кадра с полным и частичным повторением частот по времени (FFR)

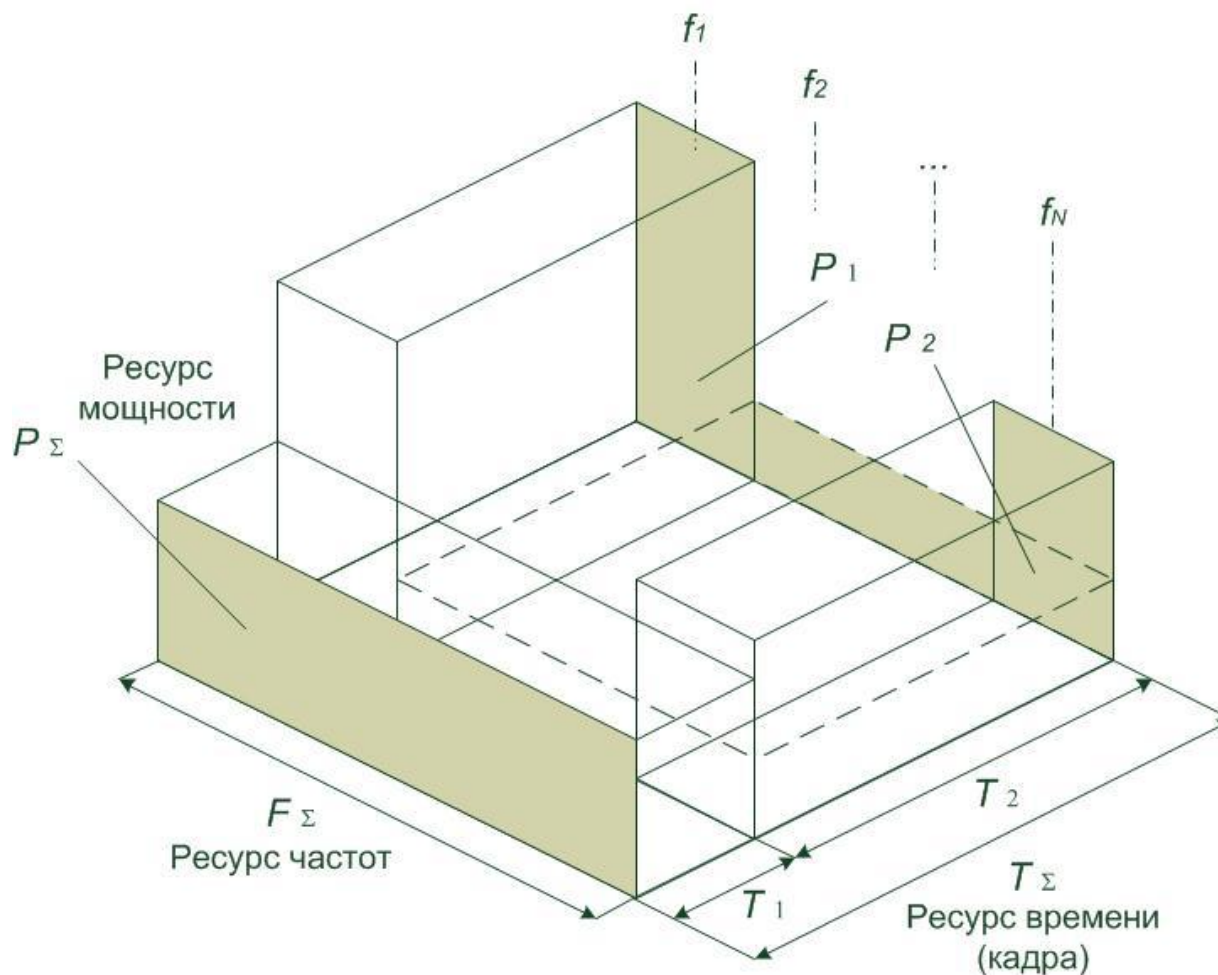


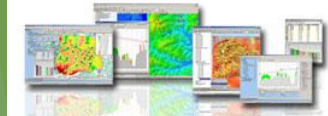
ИНФОТЕЛ

Информационные технологии и коммуникации



Учет характеристик режимов повторного
Обобщенная модель распределения частотно-временных и энергетических
использования частот в сетях LTE и WiMAX
ресурсов при реализации мягкого, частичного и дробного повторного
использования частот





Учет характеристик режимов повторного использования частот в сетях LTE и WiMAX

ONEPLAN RPLS-DB RFP | версия 2011.4.13 | Проект сети (TEST LTE) - [Данные]

Проект Окна Сервис

Проект Карта Расчёт Параметры БС Трафик Оптимизация Профиль BSIC Слои

Параметры Частотно... | Частотны... | Соседи | Повтор ч... | Отчет ЧТП | Список д... | Статистика

Группа проектов
TEST LTE

Площадки

БС подвижной связи

Районы расчета

Район расчета LTE DL

- БС подвижной связи района
- ЧТП
 - ЧТП 001 (1x20 МГц без дробления)
 - ЧТП 002 (3x20МГц)
 - ЧТП 002 (18x20МГц)
 - ЧТП 003 (3x20/3 МГц с жест. делен. групп RB)
 - ЧТП 004 (3x20/3 МГц с мяг. делен. 20%)**
 - ЧТП 004 (3x20/3 МГц с мяг. делен. 20% врем.)
 - ЧТП 005 (3x20/4 МГц с 1 общей частотой и с 2 частотными блоками)
 - ЧТП 005 (3x20/4 МГц с 1 общей частотой)
- Район расчета LTE UL

Районы расчета (3G)

- BSC
- MSC
- Измерения

Проект Справочники

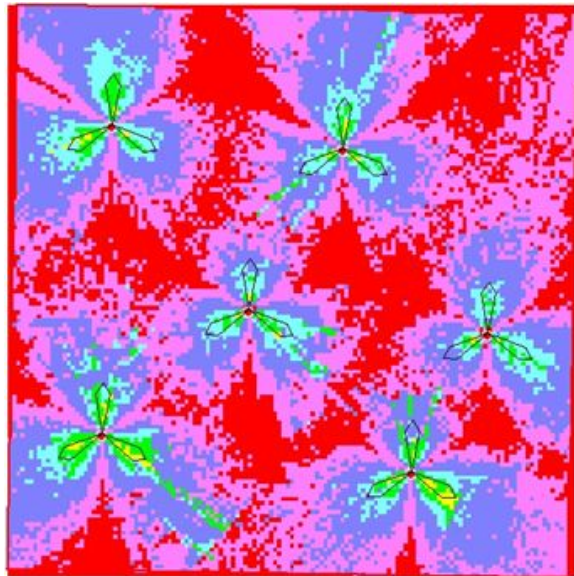
Название	ЧТП 004 (3x20/3 МГц с мяг. делен. 20%)	
Стандарт сети	LTE FDD-20m	
Шаблон параметров ЧТП		
Район расчета	Район расчета LTE DL	
Разрешенные частоты	1-3	
Стандарт дуальной сети		
Модель трафика		
Равномерное распределение секторной нагрузки		
Показатель качества частотного плана	Потери площади покрытия	
± 1. Параметры радиотракта		
± 2. Параметры допустимого взаимного мешающего влияния секторов		
± 3. Параметры перебора секторов		
± 4. Параметры перебора частот		
± 5. Параметры определения соседей по Handover		
± 6. Расчет соседства по направлению антенн		
± 7. Параметры, учитываемые при расчете интерференции с учётом нагрузки		
± 8. Параметры, учитываемые при расчете макс. скорости передачи TP [kb/s]		
8.1. Количество всех частотных полос (групп ресурсных блоков)	3	N
8.2. Учитывать возможность объединения всех частотных полос (да/нет)		τ_1
8.3. Доля времени использования всех частотных полос, %	80	τ_2
8.4. Доля времени использования отдельных частотных полос, %	20	ρ
8.5. Доля мощности в отдельных (назначенных) частотных полосах, %	100	

Объект: ЧТП 004 (3x20/3 МГц с мяг. делен. 20% врем.) | Создан: 12.05.2011 10:01:42 | Изменен: :
Сервер: "(local)" | БД: "onega" | Пользователь: Район расчета LTE DL | ЧТП 004 (3x20

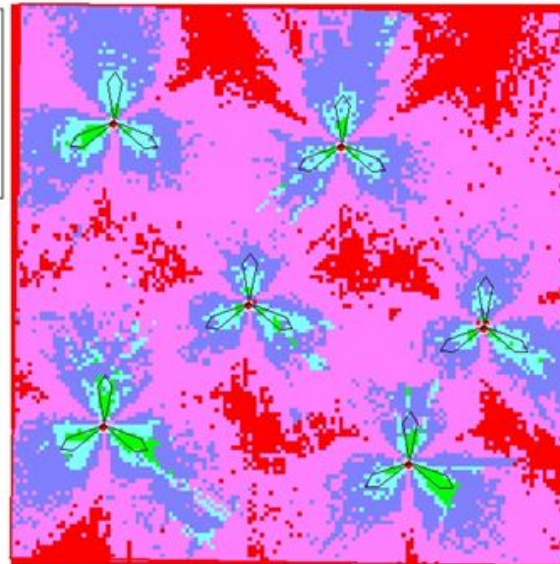




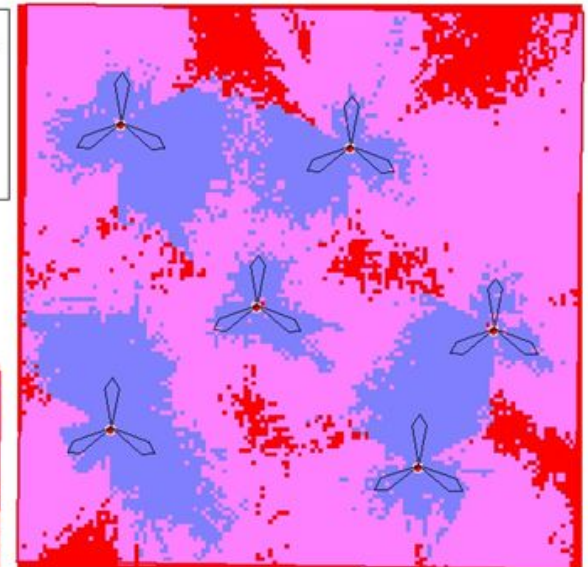
Учет характеристик режимов повторного использования частот в сетях LTE и WiMAX



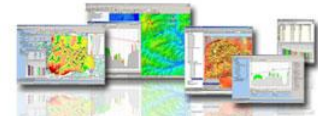
а) $N=3, \tau_1=100\%, \tau_2=0, \rho=0\%$
(FUSC)



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 Обобщенные табличные результаты расчета показателей покрытия с заданной использования частот в сетях LTE и WiMAX требуемой скоростью передачи (TP – throughput)

№	Название БС	Сектор	Cell ID	Покрываемость по TP			
				Площадь	% площади	Нагрузка [Ел]	% 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
				6792.60		25.97	

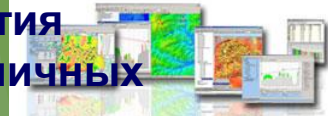
Покрываемость для требуемой скорости
Требуемая скорость: 20 Расчёт
 Автом. расчёт после расчёта интерф.

Построить график по % площади
Построить график по % нагрузки

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



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



Учет характеристик режимов повторного использования частот в сетях LTE и WiMAX

