

техническая поддержка

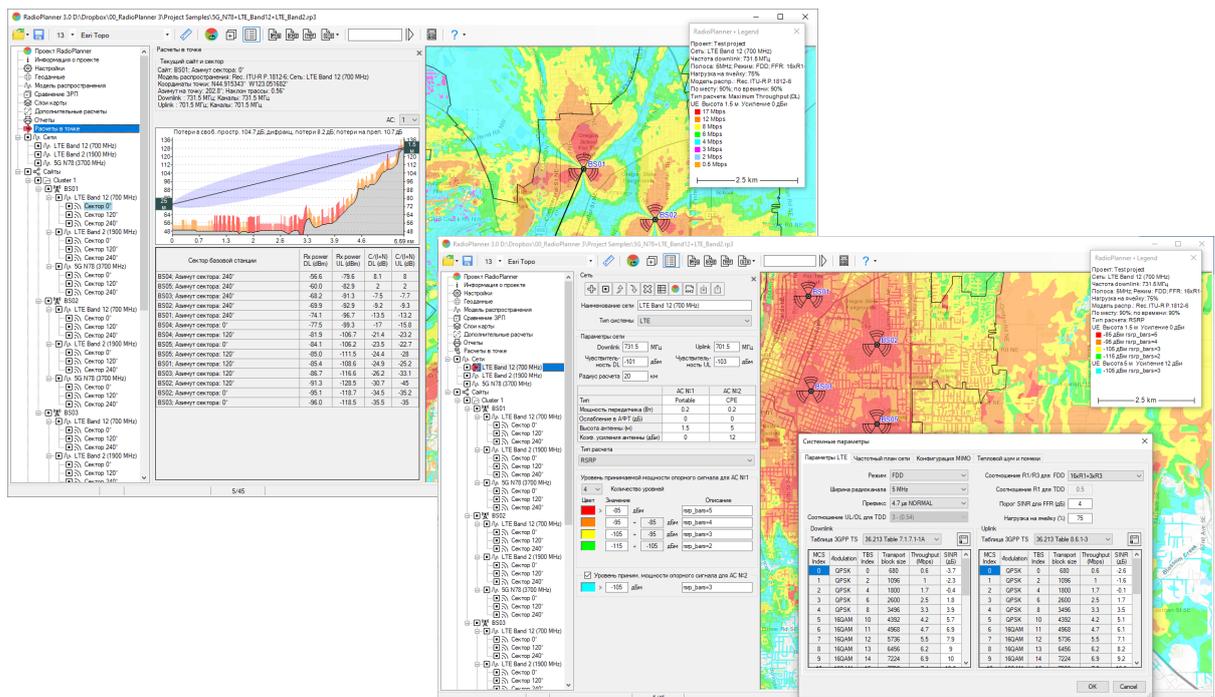
тел. +7 (383) 325-00-25

http://www.ctt-group.ru e-mail: ctt@ctt-group.ru

RadioPlanner 3.0

Руководство пользователя

Частотно-территориальное планирование подвижной радиосвязи, ТВ- и радиовещания



Оглавление

От разработчиков	6
О программе	6
Системные требования	10
Установка программы	10
Если у вас локальная лицензия	11
Если у вас сетевая лицензия	11
Когда сервер и компьютеры пользователей находятся в одном сегменте локальной сети.....	11
Когда сервер и компьютеры пользователей находятся в разных сетях/сегментах локальной сети	12
Обновление программы	14
Начало работы	14
Панель инструментов и основное меню	15
Информация о проекте	17
Настройки.....	18
Геоданные.....	21
Цифровая модель рельефа местности (ЦМР).....	22
Цифровая модель препятствий (клаттеров)	25
Слои карты	29
Сайты	31
Пользовательские векторные слои (KML, CSV).....	31
Линейные участки	33
Фиксированный беспроводный доступ.....	33
Граница области расчета	34
Зона радиопокрытия	34
Цифровая модель препятствий.....	34
Цифровая модель рельефа.....	34
Базовая карта	35
Частотно - территориальное планирование мобильных сетей.....	35
Сеть	37
Системные параметры для Generic TRX	41
Системные параметры для LTE	45

Системные параметры для 5G (NR)	52
Сайты	55
Импорт сайтов и секторов БС из файла *.CSV	56
Параметры сайта	58
Параметры сектора	59
Импорт параметров сайтов из файла Excel	65
Модели распространения радиоволн	66
Модель ITU-R P.1812-6	67
Модель ITU-R P.1546-6	69
Модель Лонгли-Райса или ITM (Longley-Rice, Irregular Terrain Model)	72
Модель Окамура-Хата	73
Модель 3GPP TR 38.901	76
Типы и параметры расчетов	78
Уровень принимаемой мощности downlink/uplink - Received power DL/UL	79
Зоны максимального уровня мощности на приеме downlink/uplink – Best Server DL/UL	82
Расчет с учетом баланса мощности (Areas with Signal Levels above Both the Base a Mobile Threshold)	83
Соотношение сигнал/(помехи+шум) downlink/uplink - C/(I+N) Ratio DL/UL	85
Максимальная пропускная способность downlink/uplink - Maximum Throughput DL/UL	87
Количество доступных секторов downlink/uplink - Number of servers DL/UL	89
Вероятность покрытия downlink/uplink - Coverage Probability DL/UL	90
Уровень принимаемой мощности опорного сигнала для сетей LTE и 5G - RSRP	92
Уровень принимаемой мощности на один ресурсный элемент (EPRE) для сетей LTE и 5G	94
Уровень качества принимаемого опорного сигнала для сетей LTE и 5G - RSRQ	95
Разброс задержки сигнала для синхронных сетей радиосвязи - Simulcast Delay Spread	97
Уровень принимаемой мощности с учетом помех для синхронных сетей радиосвязи downlink - Received Power with Simulcast Interference (DL)	99
Напряженность поля в точке приема downlink - Field Strength (DL)	101
Зоны TalckOut/TalckBack	103
Расчет покрытия для нескольких сетей	104
Количество доступных сетей downlink/uplink - Number of Networks DL/UL	104
Максимальная агрегатная пропускная способность downlink/uplink - Maximum Aggregated Throughput DL/UL	106
Расчеты в точке	108

Фиксированный беспроводный доступ.....	110
Прогноз покрытия для сети фиксированного беспроводного доступа	115
Дополнительные расчеты.....	116
Расчет внутри границ произвольной области.....	116
Расчет на линейном участке	117
Импорт результатов измерений и настройка параметров модели расчета.....	119
Сохранение результата расчета зон радиопокрытия.....	121
Сравнение результатов расчета покрытия.....	127
Отчеты	128
Калькулятор чувствительности приемника, ограниченной промышленными помехами	131
ТВ- и радиовещание.....	134
Сеть	135
Сайты	137
Импорт сайтов из файла *.CSV	138
Параметры сайта	138
Параметры передатчика.....	140
Модели распространения радиоволн для проектов ТВ и радиовещания.....	145
Тип и параметры расчета.....	145
Напряженность поля в точке приема - Field Strength (DL)	145
Зоны максимального уровня напряженности поля Best Server (DL).....	147
Разброс задержки сигнала для синхронных сетей вещания (Simulcast Delay Spread)	148
Расчет контуров по кривым распространения FCC и ITU-R.....	150
Расчет контуров по кривым распространения FCC.....	151
Расчет контуров по кривым распространения МСЭ-R P.1546-6	152
Расчеты в точке для передатчиков ТВ- и радиовещания.....	152
Расчет количества населения, охваченных теле- и радио вещанием	153
Импорт результатов измерений и настройка параметров модели расчета для проектов ТВ- и радиовещания	155
Расчет радиопокрытия для систем авиационная радиосвязи и БПЛА.....	159
Сеть	159
Модель распространения радиоволн для систем авиационной радиосвязи.....	161
Тип и параметры расчета.....	162
Мощность на приеме в направлении воздух-земля или земля-воздух - Received Power Air-to-Ground/Ground-to-Air Link.....	163

Best Server Air-to-Ground Link	164
Расчеты в точке для систем авиационной радиосвязи	166
Особенности расчета зоны покрытия для авиационной радиосвязи	166
Приложение 1. Форматы некоторых файлов.....	170
1.1 Файл с информацией о затухании в кабелях feeders.txt.....	170
Приложение 2. Примеры проектов для различных сетей связи и вещания.....	171

От разработчиков

Мы приложили все усилия, чтобы создать для вас программу с дружественным, интуитивно-понятным интерфейсом. Вместе с тем, советуем потратить совсем немного времени для ознакомления с данным руководством – это позволит использовать все возможности программы и сделает работу более эффективной.

Программа создана инженерами с 25-летним опытом проектирования сетей радиосвязи и вещания и является полнофункциональным, но вместе с тем простым и удобным инструментом планирования.

О программе

Программа RadioPlanner 3.0 предназначена для частотно-территориального планирования:

- Мобильных сетей: 5G (NR), LTE, UMTS, GSM, GSM-R, WCDMA и других
- Профессиональных сетей подвижной связи стандартов P25, TETRA, DMR, dPMR, NXDN и других
- Беспроводных сетей интернета вещей IoT LPWAN: LoRaWAN, LTE NB-IoT Cat-M1/Cat-NB1/Cat-NB2, SigFox, NB-Fi, Стриж и т.п;
- Сетей наземного радио- и телевизионного вещания стандартов ATSC, DVB-T, DVB-T2, ISDB-T, DTMB, DAB, DAB+
- Систем авиационной радиосвязи и радионавигации (ADS-B, VOR, DME), в том числе систем связи с БПЛА, работающими в диапазонах частот ОВЧ, УВЧ и СВЧ.
- Систем радиосвязи для точного земледелия

Расчет зон радиопокрытия в программе может быть выполнен с применением следующих моделей распространения радиоволн:

- Модель по рекомендации МСЭ-R P.1812-6 (09/2021) "Метод прогнозирования распространения сигнала на конкретной трассе для наземных служб "из пункта в зону" в диапазонах УВЧ и ОВЧ";
- Модель по рекомендации МСЭ-R P.1546-6 (08/2019) "Метод прогнозирования для трасс связи "пункта с зоной" для наземных служб в диапазоне частот от 30 МГц до 4000 МГц";
- Модель Лонгли-Райса v1.2.2 или ITM (Irregular Terrain Model);
- Модель Окамура–Хата;
- Модель по спецификации для 5G 3GPP TR 38.901 "Исследование канальной модели для частот от 0.5 до 100 ГГц" Версия 17;

- Модель на основе кривых распространения FCC (Federal Communications Commission — Федеральная комиссия по связи США) - для радио и телевизионного вещания;
- Комбинированная модель, учитывающей рекомендацию МСЭ-R P.528-3 (02/2012) “Кривые распространения радиоволн для воздушной подвижной и радионавигационной служб, работающих в диапазоне ОВЧ, УВЧ и СВЧ” и рекомендацию МСЭ-R P.526-14 (01/2018) “Распространение радиоволн за счет дифракции” (только для систем авиационной радиосвязи и радионавигации).

В RadioPlanner 3.0 пользователю доступны следующие возможности:

- Работа с несколькими сетями в рамках одного проекта с расчетом агрегатной пропускной способности и количества доступных сетей;
- Частотно-территориальное планирование сети с учетом помех в совмещенном и соседнем каналах;
- Возможность отображения продольного профиля от базовой станции до абонента с расчетом потерь сигнала и уровнями несущей и помех на совмещенном и соседних каналах;
- Групповой расчет для абонентских устройств фиксированного радиодоступа (CPE) или конечных устройств интернета вещей (IoT) с индивидуальными параметрами (высота антенны, усиление антенны, мощность передатчика, потери в кабеле и потери на проникновение) и в различных условиях развертывания.
- Групповое изменение выбранных параметров БС, которое позволяет быстро изменить любой параметр или несколько параметров для группы базовых станций;
- Импорт результатов измерения уровня мощности сигнала для сравнения с расчетными значениями и настройки параметров модели распространения;
- Расчет площади покрытия для разных уровней на приеме в проектах подвижной связи;
- Расчет площади покрытия и количества населения в зоне охвата на основе базы данных проекта OpenStreetMap или пользовательских таблиц с формированием перечня населенных пунктов, охваченных телевизионным и радио вещанием;
- Сравнение несколько результатов расчета покрытия;
- Возможность формирования отчетов о конфигурации базовых станций/передатчиков и параметрах расчета;
- Сохранение результатов расчета покрытия в виде файлов KMZ, PNG, GeoTiff, CSV, MIF, интерактивной веб-страницы в формате HTML, а также экспорт результата расчета охвата телевидением в формат загрузки картографического сервиса РТРС карта.ртрс.рф

- Гибкая работа со слоями карты – загрузка пользовательских слоев (линейных и точечных объектов) из файлов KML и CSV. Быстрое создание точечных объектов, управление пользовательскими слоями – изменение свойств слоя, выбор толщины, цвета, стиля надписей и т.д.
- Возможность работы в разных системах координат (WGS-84, ГСК-2011);
- Повышенная детальность и высокая скорость расчетов за счет оптимизации алгоритма и использования параллельных вычислений в различных ядрах/потоках процессора. Расчет для базовых станций выполняется в разных потоках, что позволяет эффективно использовать мощность современных процессоров и выполнять расчеты для сетей в сотни базовых станций за минуты-десятки минут

Все необходимые для работы наборы данных поставляются в комплекте с программой.

В RadioPlanner 3.0 могут быть использованы следующие геоданные:

- Исходная (предлагаемая по умолчанию) цифровая модель рельефа местности (ЦМР) с разрешением в плане около 30 м. Данная ЦМР автоматически подгружается для расчетов для любой локации.
- Пользовательская ЦМР с любым разрешением в формате GeoTiff;
- Исходная (предлагаемая по умолчанию) цифровая модель препятствий (ЦМП) (клаттеров) с девятью типами препятствий и разрешением в плане около 30 м. Данная ЦМП автоматически подгружается для расчетов для любой локации. Данная ЦМП создана на основе проектов OpenStreetMap и Global Forest Change.
- Пользовательская ЦМП в формате GeoTiff;
- Картографическая подложка Топо СТТ, OpenStreetMap, Google, Bing и карты с других тайловых серверов;

RadioPlanner 3.0 позволяет выполнять следующие типы расчетов для мобильных сетей:

- Уровень принимаемой мощности (Received Power downlink/uplink)
- Зоны максимального уровня мощности на приеме (Best Server downlink/uplink)
- Соотношение сигнал/(помехи+шум) (C/(I+N) Ratio downlink/uplink)
- Максимальная пропускная способность (Maximum Throughput downlink/uplink)
- Количество доступных сетей (Number of Networks downlink/uplink)
- Максимальная агрегатная пропускная способность (Maximum Aggregated Throughput downlink/uplink)

- Области с уровнем сигнала выше порога на БС и АС (Area with Signal above Both Base and Mobile Thresholds)
- Количество доступных секторов БС (Number of Servers downlink/uplink)
- Вероятность покрытия (Coverage Probability downlink/uplink)
- Уровень принимаемой мощности опорного сигнала (RSRP) для сетей LTE и 5G
- Уровень принимаемой мощности на один ресурсный элемент (EPRE) для сетей LTE и 5G
- Уровень качества принятого опорного сигнала (RSRQ) для сетей LTE и 5G
- Разброс задержки сигнала для синхронных сетей радиосвязи (Simulcast Delay Spread)
- Уровень принимаемой мощности с учетом помех для синхронных сетей радиосвязи (Received Power with Simulcast Interference)
- Зоны TalckOut/TalckBack
- Напряженность поля в точке приема (Field Strength)

Типы расчетов для сетей наземного телевизионного и радиовещания:

- Напряженность поля в точке приема (Field Strength)
- Best Server
- Разброс задержки сигнала (Simulcast Delay Spread) для сетей SFN
- Контурь по кривым FCC
- Контурь по кривым ITU-R P.1546-6
- Расчет количества населения в зоне охвата вещанием
- Формирования списка населенных пунктов, охваченных вещанием

Типы расчетов для авиационной радиосвязи и радионавигации:

- Уровень принимаемой мощности в направлении Воздух-Земля (Received power Air-to-Ground)
- Уровень принимаемой мощности в направлении Земля-Воздух (Received power Ground-to-Air)
- Зоны наилучшего покрытия (Best Server Air-to-Ground и Best Server Ground-to-Air)

RadioPlanner имеет сертификат соответствия системы сертификации "Прибор-эксперт". Алгоритмы, используемые в программе, соответствуют документам:

- ГОСТ-Р 55897-2013 Сети подвижной радиосвязи. Зоны обслуживания. Методы расчета;
- Рекомендация МСЭ-R P.1812 Метод прогнозирования распространения сигнала на конкретной трассе для наземных служб "из пункта в зону" в диапазонах УВЧ и ОВЧ" (A path-specific propagation prediction method for point-to-area terrestrial services in the VHF and UHF bands);
- Рекомендация МСЭ-R P.1546 Метод прогнозирования для трасс связи "пункта с зоной" для наземных служб в диапазоне частот от 30 МГц до 4000 МГц (Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 МГц to 4 000 МГц);
- Рекомендация МСЭ-R P.528 "Кривые распространения радиоволн для воздушной подвижной и радионавигационной служб, работающих в диапазоне ОВЧ, УВЧ и СВЧ";
- Рекомендация МСЭ-R P.526 Распространение радиоволн за счет дифракции (Propagation by diffraction).
- Спецификация 3GPP TR 38.901 "Исследование канальной модели для частот от 0.5 до 100 ГГц"

Системные требования

Для работы с программой на компьютере должна быть установлена одна из операционных систем (ОС) Windows 10/11 (64- разрядная). Для использования всех возможностей программы на компьютере должен быть установлен редактор электронных таблиц Microsoft Excel.

При работе программы выполняется большой объем вычислений, из-за чего скорость и производительность работы серьезно зависят от скорости процессора и объема оперативной памяти компьютера.

Рекомендуемая конфигурация компьютера – 64-разрядная Windows, Core i5 CPU, 16GB RAM, 256GB SSD, видеокарта и монитор с поддержкой 1920x1080.

При выполнении расчетов для множества базовых станций на скорость вычисления практически кратно влияет количество ядер/потоков процессора, так как расчет для разных сайтов выполняется в отдельных потоках.

Программа защищена от нелегального распространения с помощью аппаратного ключа Guardant, который может поставляться в локальной или сетевой версии. Защита не влияет на работу компьютера.

Установка программы

Содержание папки с файлом установки:

- файл установки **Setup_Radioplanner_3_date.exe** (date – дата создания дистрибутива)
- руководство пользователя

- папка с файлами примеров проектов *.rp3
- папка с примерами файлов данных

В комплекте с программой поставляется несколько примеров проектов для различных систем связи и вещания. Данные проекты полностью готовы к расчету.

Для работы программы необходим пакет "Microsoft .net framework" версии 4.5 или более новой. Если на вашем компьютере установлена операционная система Windows с автоматическим обновлением, то "Microsoft .net framework" уже установлен. Если программа-инсталлятор его не обнаружит, то откроет страницу на сайте Microsoft с которой его необходимо загрузить и установить, после чего продолжить установку RadioPlanner.

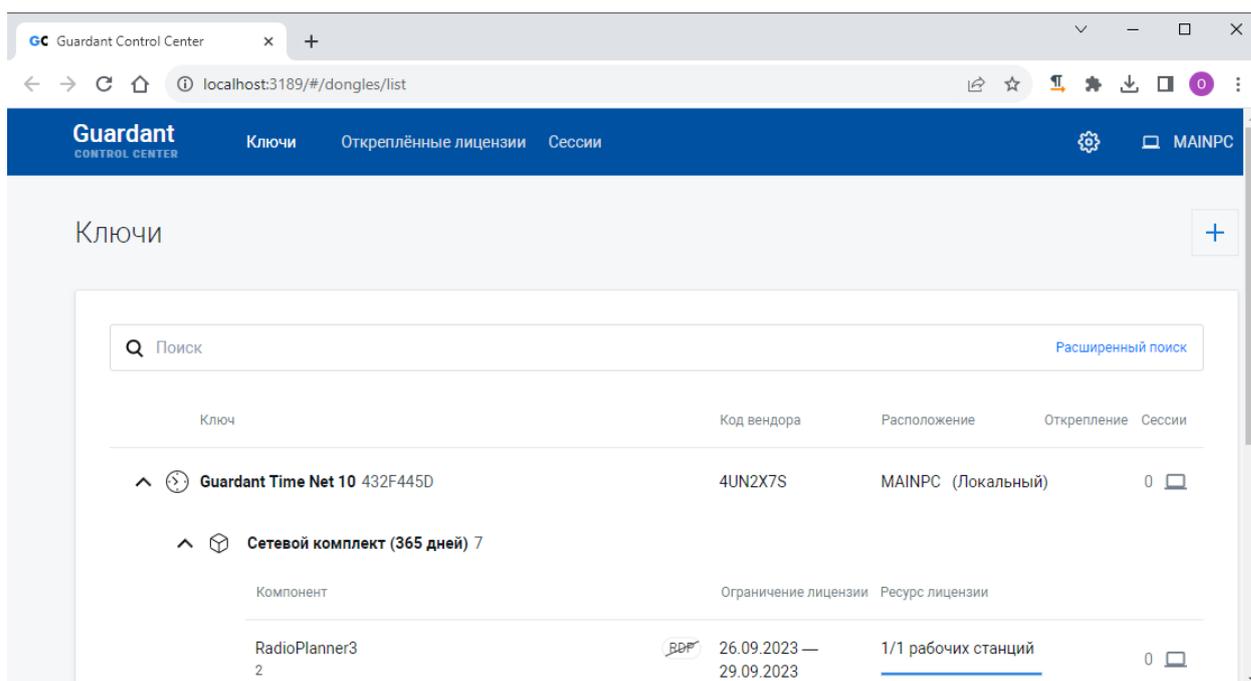
Если у вас локальная лицензия

Поставляемый аппаратный ключ Guardant поддерживают работу без установки драйвера. Если у вас локальная лицензия, то просто установите в USB порт компьютера пользователя аппаратный ключ, поставляемый в комплекте, и выполните установку программы, запустив файл установки Setup_Radioplanner_3_date.exe. Для контроля оставшегося времени лицензии можно использовать менеджер лицензий Guardant Control Center <https://www.guardant.ru/support/users/control-center/>, после установки он открывается в браузере по адресу ссылки <http://localhost:3189>.

Если у вас сетевая лицензия

Когда сервер и компьютеры пользователей находятся в одном сегменте локальной сети

На компьютере, который будет выполнять функцию сервера лицензий необходимо установить Guardant Control Center с сайта производителя ключей <https://www.guardant.ru/support/users/control-center/> Guardant Control Center - это менеджер лицензий, который отображает локальные и сетевые ключи. Он открывается в браузере по адресу ссылки <http://localhost:3189>. После инсталляции Guardant Control Center установите в USB порт сервера лицензий аппаратный ключ, поставляемый в комплекте. На пользовательских компьютерах выполните установку программы, запустив файл установки Setup_Radioplanner_3_date.exe. Пользователи будут забирать лицензию в сетевом ключе автоматически при запуске программы на своем компьютере, при закрытии программы на компьютере пользователя лицензия будет освобождаться. Вся информация о свободных/занятых лицензиях отображается в Control Center.

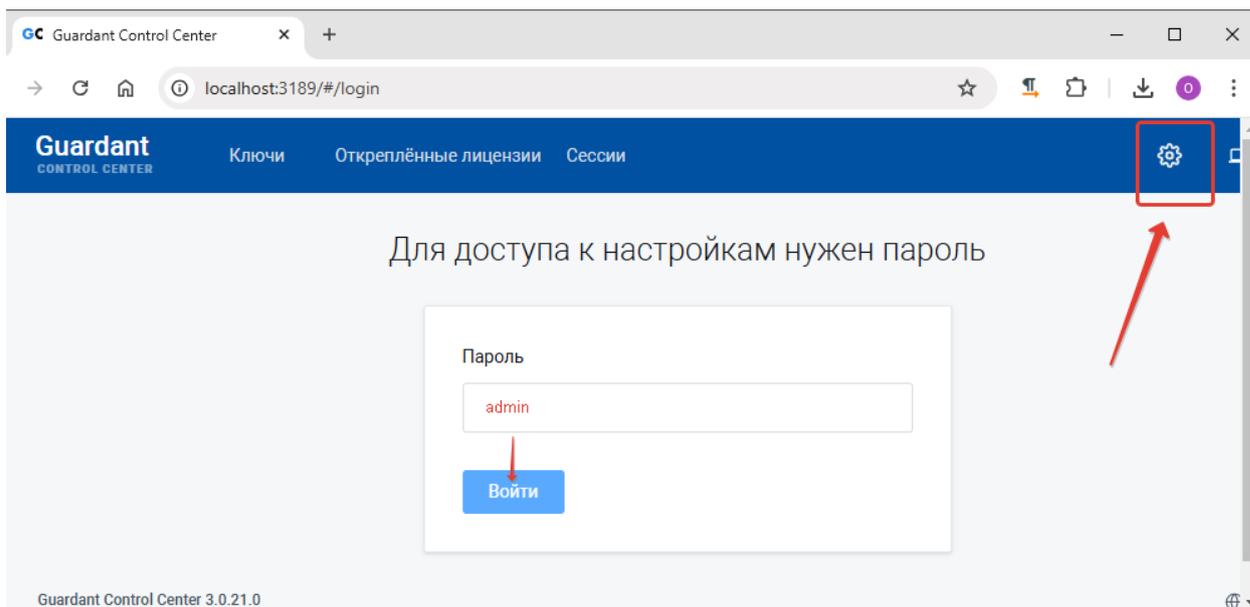


Guardant Control Center

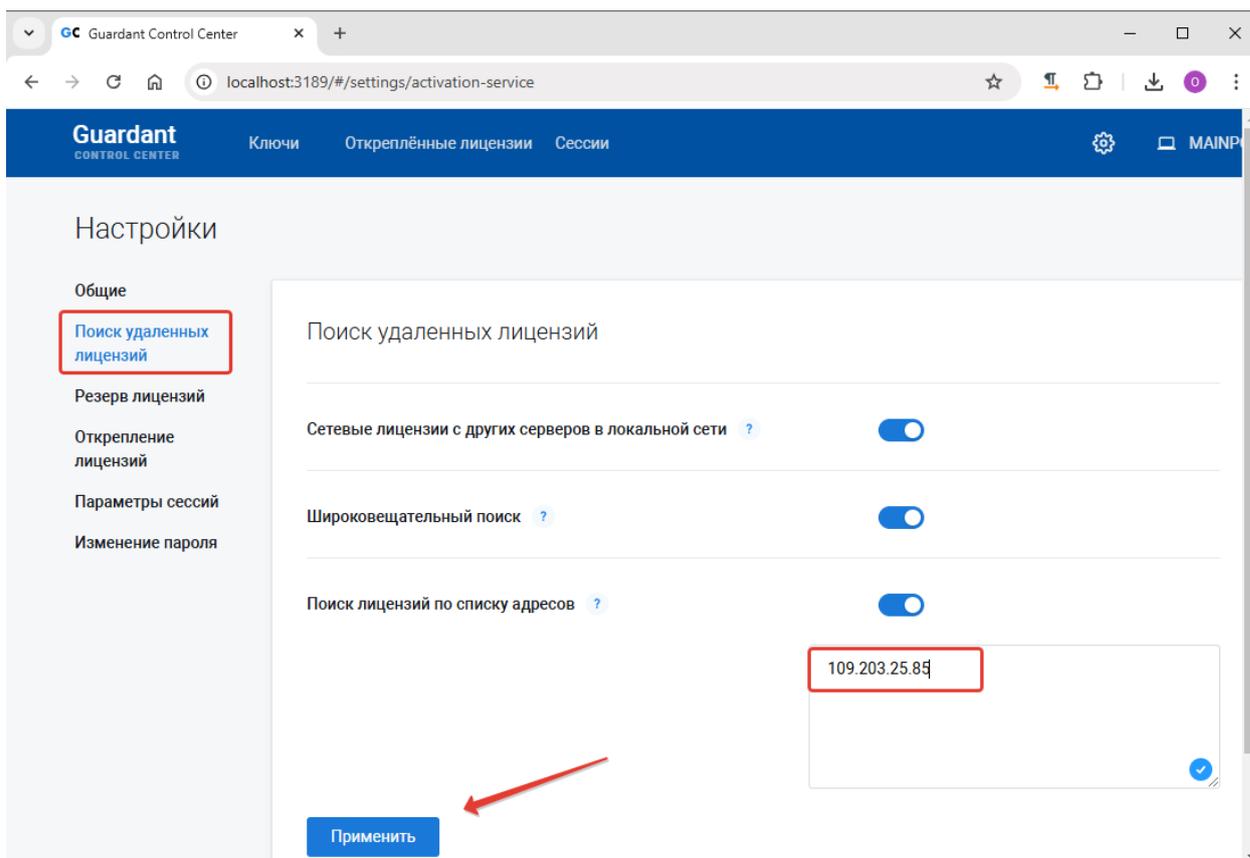
Когда сервер и компьютеры пользователей находятся в разных сетях/сегментах локальной сети

На компьютере, который будет выполнять функцию сервера лицензий, а также компьютере пользователя необходимо установить Guardant Control Center с сайта производителя ключей <https://www.guardant.ru/support/users/control-center/>. Guardant Control Center - это менеджер лицензий, который отображает локальные и сетевые ключи. Он открывается в браузере по адресу ссылки <http://localhost:3189>. После инсталляции Guardant Control Center установите в USB порт сервера лицензий аппаратный ключ, поставляемый в комплекте.

На компьютере пользователя необходимо зайти в настройки Guardant Control Center по паролю *admin*:



и настроить поиск удаленных лицензий по адресу сервера с лицензионным ключом (на скриншоте ниже адрес 109.203.25.85 в качестве примера)



Необходимо также обеспечить проброс порта TCP/UDP 3189 на межсетевом экране/роутере между компьютером пользователя и сервером с лицензионным ключом.

Обновление программы

Периодически мы выпускаем бесплатные текущие обновления, в которых улучшаем функционал и стабильность программы.

В программе предусмотрена ручная и автоматическая проверка обновлений. Чтобы проверить наличие обновлений вручную, кликните “Помощь – Проверка наличия обновления”. Если есть доступное обновление откроется окно с информацией о текущей и доступной версии. Вы можете загрузить его по ссылке и установить в ручном режиме. Программу при этом следует закрыть, удалять ее не нужно.

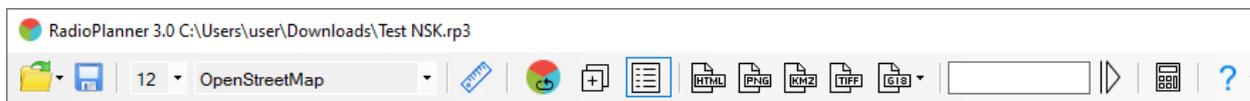
Начало работы

После старта появится главная панель программы с основным меню в левой части и базовой картой в правой части. Можно менять размер окон панелей по мере необходимости при помощи разделителя.

На базовой карте могут отображаться различные слои, определенные пользователем - базовые станции, зоны покрытия, модели рельефа местности и препятствий (клаттеров), различные дополнительные векторные слои и т.д. Можно выбрать для отображения одну из предустановленных базовых карт или настроить собственную базовую карту, как описано в разделе "Настройки базовой карты".

Навигация по карте осуществляется при помощи мыши. Используйте колесо мыши для изменения масштаба (Zoom) карты. Нужный Zoom можно выбрать также из раскрывающегося списка в панели инструментов.

Панель инструментов и основное меню



Для удобства пользователя основные команды меню оформлены в виде панели инструментов. При наведении указателя мыши на иконку появляется подсказка.



Стандартные инструменты работы с файлами: Создать, Открыть, Сохранить.



Сохранить проект

12 ▾

Текущий Zoom (уровень детализации) карт тайлового сервера картографической подложки

OpenStreetMap

Текущая базовая карта (картографическая подложка)



Инструмент “линейка”, позволяющий измерить расстояние и азимут между двумя произвольными точками. Чтобы выполнить измерение, кликните на линейку, затем кликните на любые две точки, после чего программа покажет расстояние между этими точками и азимут с первой на вторую. Для выхода кликните правой кнопкой мыши в любом месте на карте.



Повторить предыдущий вид расчета



Добавить зону радиопокрытия к сравнению



Показать/Скрыть Легенду (Условные Обозначения)



Сохранить результаты расчета в виде HTML страницы



Сохранить результаты расчета в виде растрового файла в формате PNG



Сохранить результаты расчета в виде файла KMZ для Google Earth (Google Планета Земля)



Сохранить результаты расчета в виде растрового файла в формате GeoTiff



Сохранить результаты расчета в форматах различных ГИС



Поиск по имени сайта



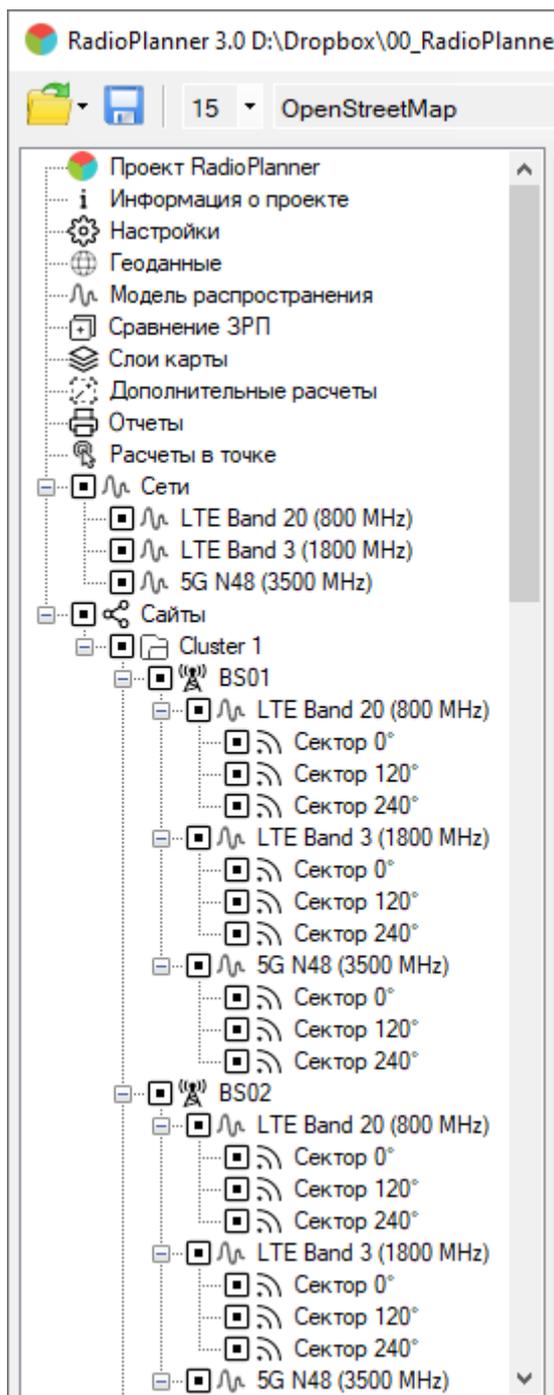
Калькулятор чувствительности приемника, ограниченной промышленными помехами



Помощь

Подробнее о функциях каждого элемента панели инструментов рассказано далее в соответствующих разделах настоящего руководства.

В качестве основного меню пользователя в программе используется интерфейс типа Tree View (многоуровневое дерево), элементы управления которого находятся в левой части главной панели. При выборе одного из элементов меню, рядом открывается панель, соответствующая данному элементу.



Меню Tree View (многоуровневое дерево)

Информация о проекте

Новый проект создается автоматически при запуске программы.

В меню ФАЙЛ выполняются стандартные операции с файлом проекта – СОЗДАТЬ, ОТКРЫТЬ, СОХРАНИТЬ, СОХРАНИТЬ КАК. Расширение, под которым сохраняется файл описания проекта - *.гр3. Этот файл содержит все исходные данные и настройки проекта.

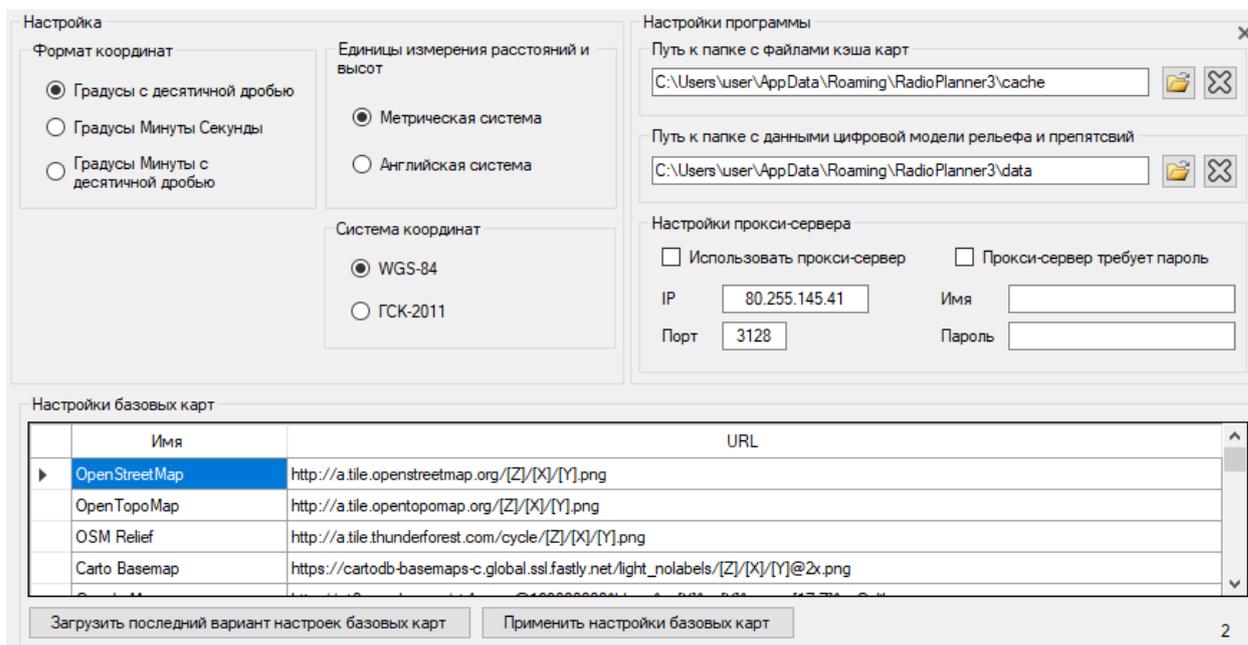
В панели информация о проекте можно указать общую информацию о проекте.

Панель “Информация о проекте”

Наименование проекта	Текстовое поле
Заказчик	Текстовое поле
Дата	Текстовое поле, при создании нового проекта в него записывается дата и время создания проекта
Логотип	Логотип, который будет размещен под легендой расчетов. Рекомендуемое разрешение логотипа составляет примерно 270 на 60 пикселей. Логотип можно загрузить из файла или вставить из буфера обмена при помощи соответствующих инструментов.
Исключить из Легенды	Исключить из Легенды соответствующие строки

Настройки

После первого запуска установленной программы следует выполнить первоначальную настройку.



Настройка

Настройки проекта

Единицы измерения расстояний и высот

- Метрическая система (километры, метры);
- Английская система (мили, футы);

Формат координат

Формат географических координат –

- Градусы с десятичной дробью (N44.345678 W134.567893)
- Градусы Минуты Секунды (N44° 34' 23.7" W134° 29' 23,4")
- Градусы Минуты с десятичной дробью (N44° 34.2356' W134° 29.2354')

Система координат

Выбор системы координат

- WGS-84
- ГСК-2011

Настройки программы

Путь к папке с файлами кэша карт

Путь к папке, где будут храниться загруженные тайлы карт базовой подложки для быстрой подкачки их в дальнейшем, что очень ускоряет работу с программой. Кроме того, загруженные карты останутся у вас на

	<p>компьютере, и вы сможете их просматривать даже без подключения к интернету. Эта папка создается автоматически при первом запуске, путь также прописывается автоматически. Путь к папке можно менять.</p>
Путь к папке с данными цифровой модели рельефа и препятствий	<p>Путь к папке, где хранятся автоматически подгружаемые по мере необходимости данные цифровой модели рельефа земной поверхности, а также препятствий - леса и застройки.</p> <p>Эта папка создается автоматически при первом запуске, путь также прописывается автоматически. Путь к папке можно поменять.</p>
Настройки прокси-сервера	<p>Если компьютер подключен к интернету через прокси-сервер, то необходимо ввести его параметры и поставить соответствующую метку.</p>

Настройка карт подложки (базовых карт)

В качестве карт подложки (их еще иногда называют базовыми картами) для отображения результатов расчетов можно использовать любые доступные картографические материалы пользовательского или стороннего тайлового сервера (tile server).

В настоящее время можно найти множество сервисов, предоставляющих возможность просмотра картографического материала, все они отличаются предоставляемым материалом по таким параметрам, как масштаб карт, охват территорий, наполняемость. Для каждого конкретного случая, в зависимости от местности, где расположены объекты расчета, может оказаться полезным какой-то один или несколько серверов, который можно выбрать из списка.

Одной из доступных базовых карт в программе RadioPlanner является карта ТопоСТТ, которая специально разрабатывалась нами для использования в качестве картографической подложки в программах DRRL, RadioPlanner, EMC Planner и SanZone. На сегодняшний день карта охватывает территорию России, Казахстана и Узбекистана и в дальнейшем планируется увеличение покрытия.

Категории топографических объектов на карте:

- Растительный покров: лес (с обозначением высоты), кустарник;
- Дороги: Автомагистрали, железные дороги, местные дороги, полевые дороги и тропы;
- Застройка: контуры населенных пунктов, кварталов, жилых и промышленных зданий, этажность зданий;
- Гидрография: реки, озера, водохранилища и болота;

- Объекты инженерной инфраструктуры: трубопроводы, ЛЭП, антенные опоры и прочее;
- Рельеф местности – высотные горизонталы с шагом 10м, отметки высот.

В основе топокарты - данные открытого картографического проекта OpenStreetMap (OSM), который по наполняемости и качеству данных в последнее время вышел на принципиально новый уровень. Актуальность информации, которая есть на картах проекта OSM не идет ни в какое сравнение с актуальностью традиционных топокарт, которые обновлялись в лучшем случае 25-30 лет назад.

При подготовке карты мы полностью заменили слой лесов, который есть в проекте OSM на данные границ лесных массивов из экологического проекта Global Forest Change и дополнили их информацией о высотах леса, которая появляется при zoom 13-14.

На карту также нанесены горизонталы рельефа местности, выполненные на основе цифровой модели высот Shuttle Radar Topography Mission (SRTM).

Стиль карты Торо СТТ на мелких и средних уровнях детализации (Zoom 9-215) максимально приближен к стилю традиционных топографических карт масштабов от 1:1 000 000 до 1:25 000, что обеспечивает отличную читаемость и информативность при использовании карты в качестве подложки для работы в программах DRRL и RadioPlanner. Настройки большинства тайловых серверов имеют схожий формат. Пример записи для тайлового сервера OpenStreetMap:

[http://a.tile.openstreetmap.org/\[Z\]/\[X\]/\[Y\].png](http://a.tile.openstreetmap.org/[Z]/[X]/[Y].png)

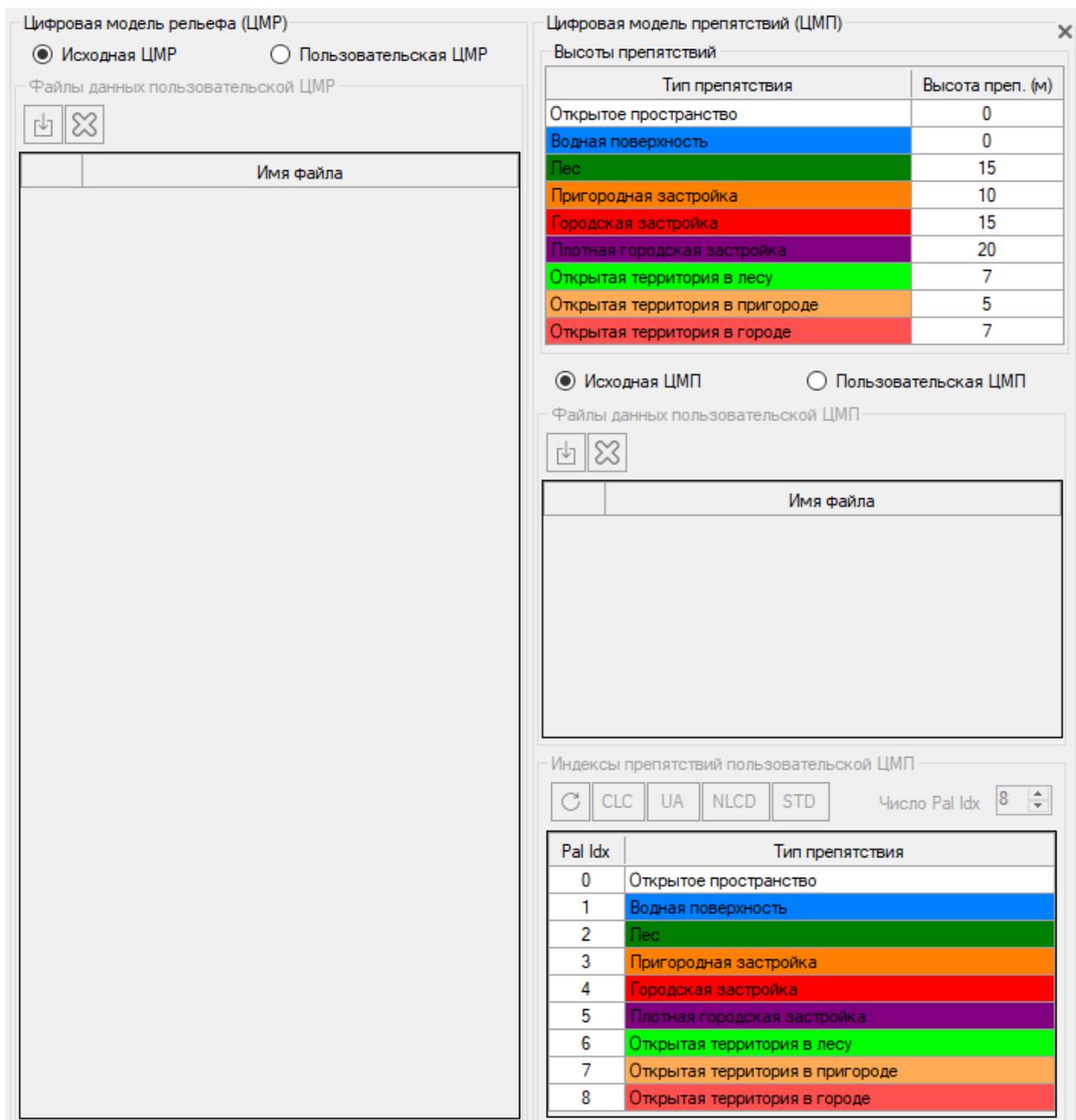
Внимание: все права на картографические материалы принадлежат их владельцам.

Если у пользователя имеются более актуальные или более подробные картографические данные на нужную территорию в виде изображения или векторной карты, то тайловый сервер он может создать самостоятельно в специализированных ГИС MapInfo, QGIS, Global Mapper.

Загрузить последние настройки базовых карт	Обновление настроек базовых карт с нашего сервера, при этом адреса пользовательских тайловых серверов будут удалены (если таковые были)
Применить настройки базовой карты	Применить настройки базовой карты после ввода пользовательского адреса сервера тайлов

Геоданные

Это меню позволяет указать геоданные – тип цифровых моделей рельефа местности (ЦМР) и препятствий (ЦМП), которые будут использоваться в расчетах.



Параметры геоданных

Цифровая модель рельефа местности (ЦМР)

Цифровая модель местности (ЦМР) — это файл (или файлы) данных, в котором хранится матрица высотных отметок земли с определенным шагом. В RadioPlanner 3.0 вы можете использовать исходную ЦМР, которую мы скомпилировали из различных открытых источников или подключить свою ЦМР. Исходная ЦМР автоматически загружается с нашего сервера при расчете покрытия и доступна по всему миру. Разрешения данной ЦМР достаточно для большинства случаев использования.

Исходная ЦМР	Использовать исходную ЦМР (по умолчанию)
Пользовательская ЦМР	Использовать пользовательскую ЦМР

При необходимости использования пользовательской ЦМР ее нужно сначала преобразовать в формат GeoTiff. GeoTIFF — это открытый формат, который можно использовать для преобразования данных о высоте из съемки LiDAR или любой другой ЦМР. Это преобразование можно выполнить с помощью специализированных ГИС-приложений, таких как QGIS, Global Mapper, ArcGis, MapInfo и других.

Пользовательские файлы ЦМР GeoTIFF должны иметь следующий формат:

File Type: Int16 (Sixteen-bit signed integer)

Compression: No/LZW/Deflate (ZIP)

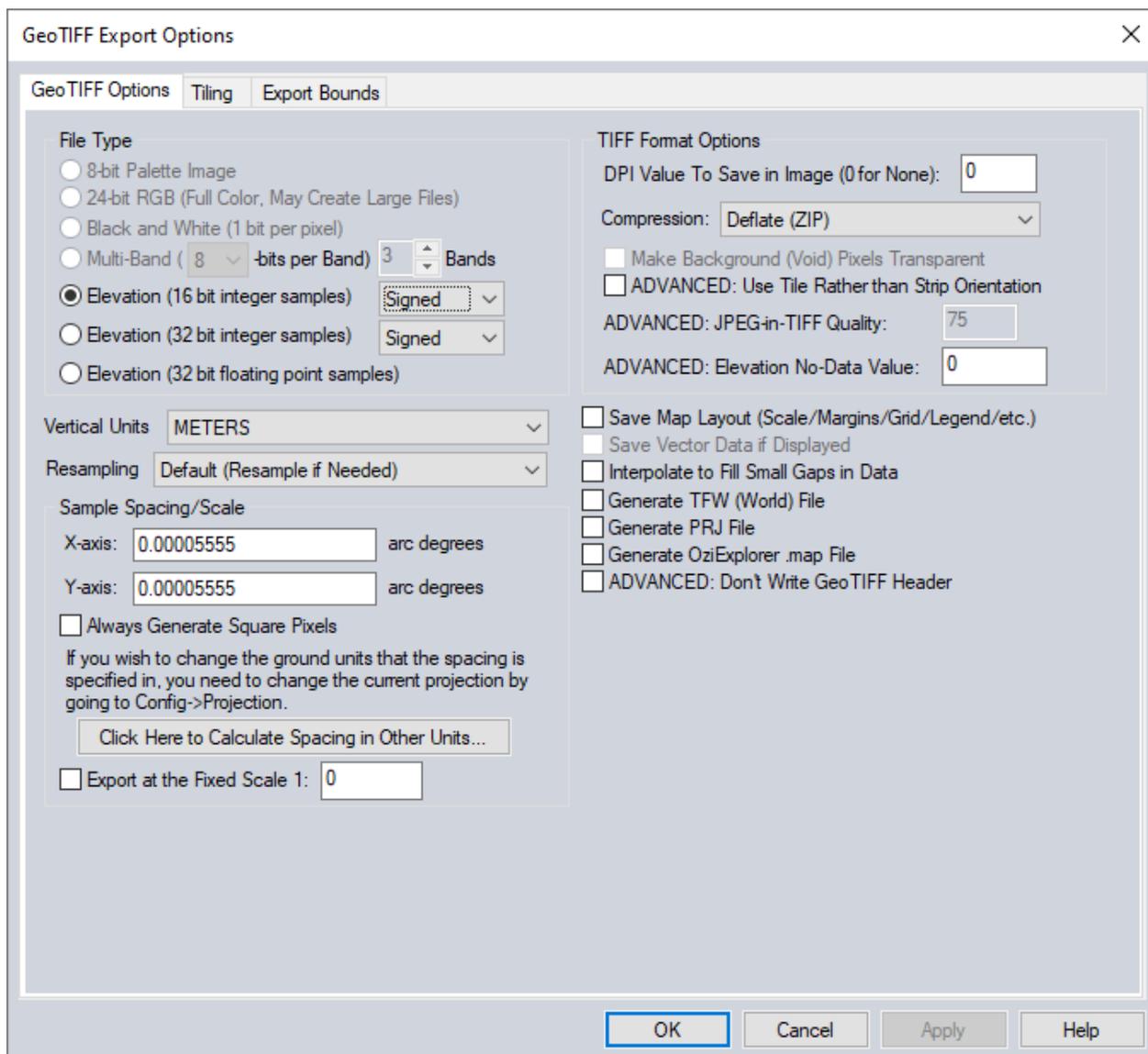
Projection: Geographic (Latitude/Longitude)

Datum: WGS84

Planar Units: ARC Degrees

Vertical Units: Meters

Пример экспорта ЦМР в файл Geo TIFF в Global Mapper с разрешением 1/5 угловой секунды (0.00005555 arc degree):

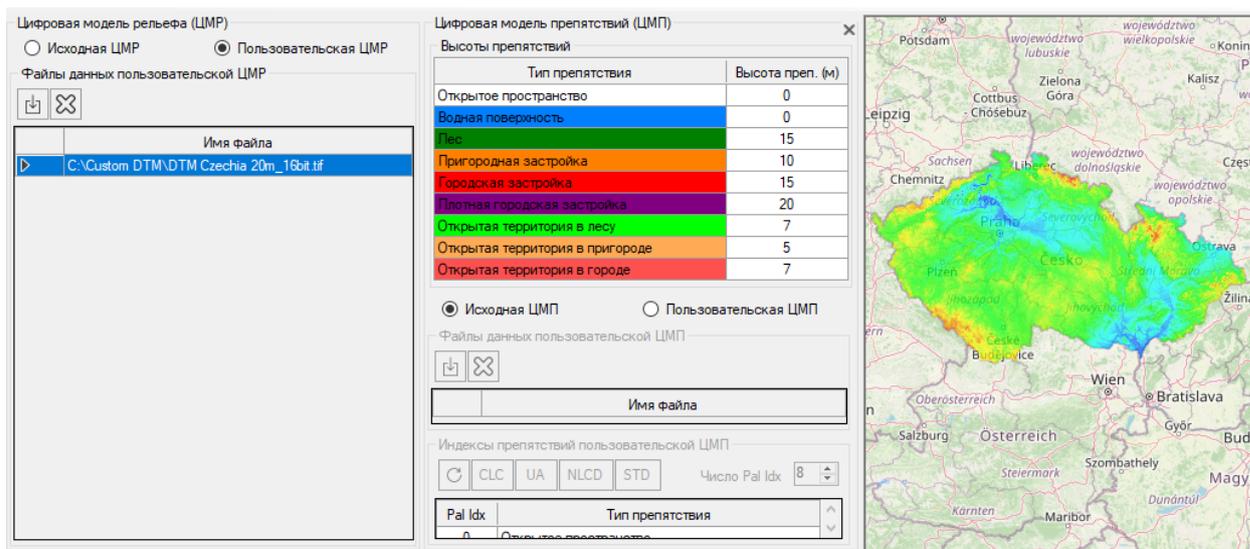


Пример настройки параметров экспорта ЦМР в Geotiff

Максимальная ширина x высота: 100 000 x 100 000 точек (для 64 Гб ОЗУ и мощного процессора). Для комфортной работы на компьютере средней производительности мы не рекомендуем делать размер матрицы высот больше 50 000 на 50 000 точек.

Некоторые примеры пользовательских ЦМР в формате GeoTIFF можно найти в папке установки.

Видео о подготовке пользовательского ЦМР: <https://youtu.be/yS2dQreh3Cs>



Пользовательская ЦМР

Цифровая модель препятствий (клаттеров)

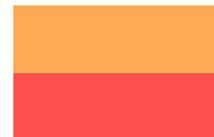
Цифровая модель препятствий (ЦМП) описывают земной покров и используются в моделях распространения радиоволн для расчета потерь мощности сигнала на местных препятствиях, окружающих мобильную станцию.

В RadioPlanner 3.0 можно использовать исходную ЦМП, которую мы скомпилировали из различных открытых источников геоданных (проекты OpenStreetMap и Global Forest Change) или подключить свою (пользовательскую) ЦМП. Исходная ЦМП автоматически загружается с нашего сервера при расчете покрытия и доступна по всему миру. Разрешение данной ЦМП достаточно для большинства случаев применения.

В RadioPlanner используются следующие 9 типов местных препятствий:

Тип препятствий	Цвет
1 Открытое пространство	
2 Водная поверхность	
3 Лес	
4 Пригородная застройка	
5 Городская застройка	
6 Плотная городская застройка	
7 Открытая территория в лесу (лесные дороги, просеки)	

- 8 Открытая территория в пригороде (магистралы, широкие дороги)
- 9 Открытая территория в городе (магистралы, проспекты, широкие дороги)



Для каждого типа местных препятствий можно указать среднюю высоту (используется для расчета потерь на местных препятствиях в моделях распространения радиоволн ITU-R P. 1812-6 и 1546-6) или напрямую ввести значение потерь (см. меню «Модель распространения радиоволн»).

Высоты препятствий	Типичная высота. Это значение используется в рекомендациях ITU-R P.1812 и ITU-R P.1546 для расчета потерь на местных препятствиях.
Исходная ЦМП	Использовать ЦМП по умолчанию
Пользовательская ЦМП	Использовать пользовательскую ЦМП

Вы также можете использовать пользовательскую ЦМП в виде файла изображения GeoTiff с 8-битным форматом палитры. Каждый пиксель этого файла может содержать до 256 возможных классов помех (обычно используется до 30), представляющих определенные типы землепользования или растительного покрова. Пользовательские файлы ЦМП могут быть подготовлены из базы данных землепользования (например, NLCD, CORINE, ESA Global Land Cover) с использованием специализированного программного обеспечения (Global Mapper, QGIS, MapInfo и т. д.).

Индексы препятствий пользовательской ЦМП	Таблица соответствия индексов палитры типу клаттера
	CLC - CORINE Land Cover https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover
	UA – CORINE Urban Atlas https://land.copernicus.eu/local/urban-atlas/urban-atlas-2018
	NLCD - National Land Cover Database https://www.usgs.gov/centers/eros/science/national-land-cover-database
	По умолчанию – Индексы по умолчанию (0,1,2,3,4,5,6,7,8)
Число Pal Idx	Количество индексов в пользовательской палитре

После импорта файла пользовательского клаттера в RadioPlanner 3.0 необходимо установить соответствие между индексами его палитры и 9 типами помех, используемых в программе. Мы сделали пресеты таблиц соответствия для некоторых стандартных типов земного покрова (NLCD,

CORINE Land Cover, CORINE Urban Atlas). Чтобы эти предустановки сработали корректно, при экспорте в GeoTiff необходимо использовать специальную стандартную (для NLCD и CORINE Land Cover) или пользовательскую (для CORINE Urban Atlas) палитру. Некоторые образцы файлов пользовательский ЦМП в формате GeoTiff можно найти в папке установки программы.

Видео о подготовке ЦМП из нескольких распространенных типов земного покрова:

<https://youtu.be/5QWYYGhGEdY> Как создать пользовательский клаттер из Национальной базы данных земельного покрова (NLCD)

<https://youtu.be/pmY6YNy3elo> Как создать пользовательский клаттер из CORINE Land Cover

<https://youtu.be/DwBRa2g2VIA> Как создать пользовательский клаттер из Urban Atlas

Пользовательские ЦМП GeoTIFF должны иметь следующий формат:

File Type: 8-bit Palette Image

Compression: No/LZW/Deflate (ZIP)

Projection: Geographic (Latitude/Longitude)

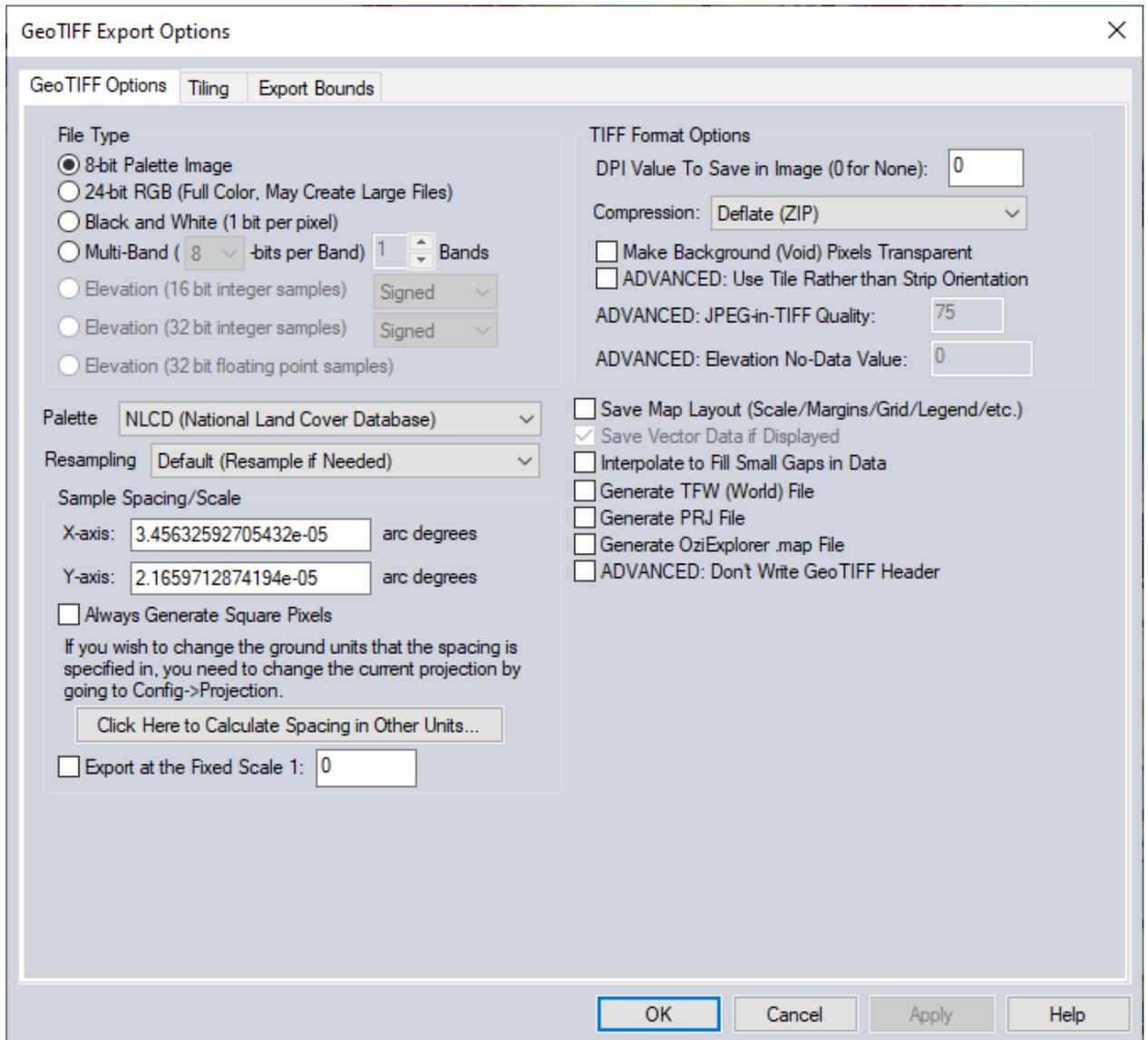
Datum: WGS84

Planar Units: ARC Degrees

Максимальная ширина x высота: 100 000 x 100 000 точек (для 64 Гб ОЗУ и мощного процессора).

Для комфортной работы на компьютере средней производительности не рекомендуем делать размер помех больше 50 000 на 50 000 точек.

Пример экспорта в GeoTIFF-файл в Global Mapper:



Пример настройки параметров экспорта ЦМП в Geotiff

Цифровая модель препятствий (ЦМП)

Высоты препятствий

Тип препятствия	Высота преп. (м)
Открытое пространство	0
Водная поверхность	0
Лес	15
Пригородная застройка	10
Городская застройка	15
Плотная городская застройка	20
Открытая территория в лесу	7
Открытая территория в пригороде	5
Открытая территория в городе	7

Исходная ЦМП
 Пользовательская ЦМП

Файлы данных пользовательской ЦМП

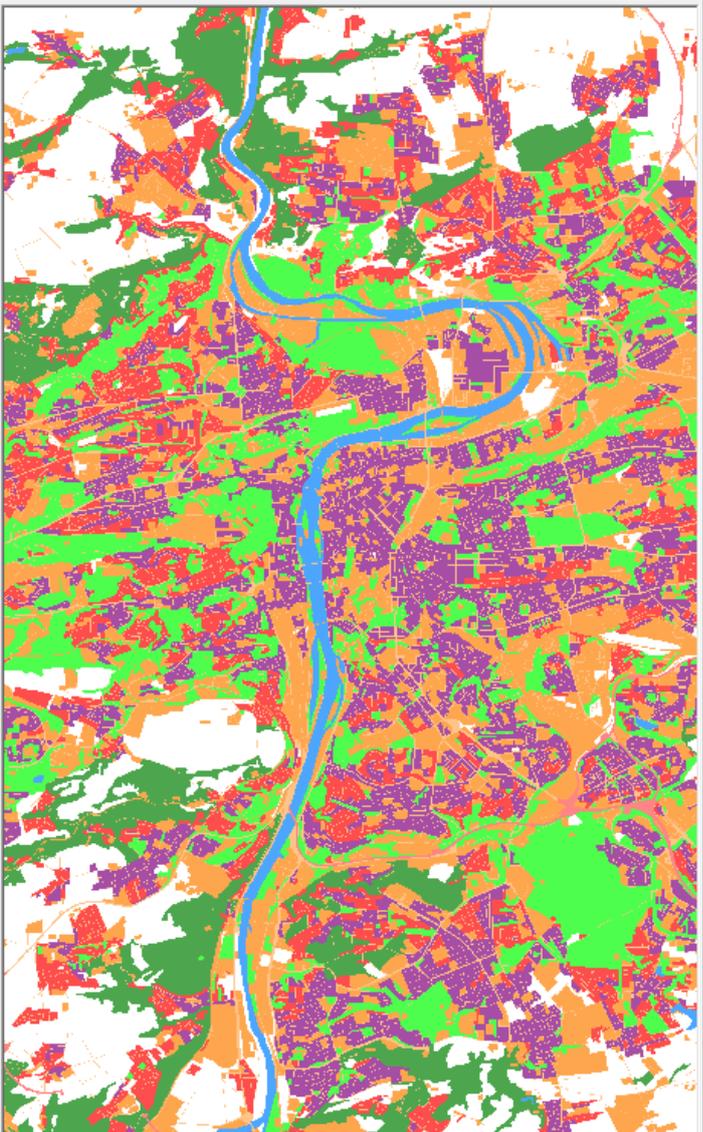
Имя файла

E:\Clutters\Praha.tif

Индексы препятствий пользовательской ЦМП

Число Pal Idx 26

Pal Idx	Тип препятствия
0	Плотная городская застройка
1	Городская застройка
2	Городская застройка
3	Пригородная застройка
4	Пригородная застройка
5	Пригородная застройка
6	Пригородная застройка
7	Открытая территория в городе
8	Открытая территория в пригороде
9	Пригородная застройка
10	Пригородная застройка
11	Пригородная застройка
12	Открытое пространство
13	Пригородная застройка
14	Открытое пространство
15	Открытая территория в лесу



Пользовательская ЦМП

Слои карты

В меню Слои карты пользователь может управлять слоями, которые отображаются на карте. Порядок слоев в меню соответствуют порядку на карте (базовая карта – ниже всех слоев, сайты – поверх всех слоев).

Сайты X

Отображать

Параметры отображения сайтов

Имена сайтов Направления секторов

Шрифт имени

Пользовательские слои (KML, CSV файлы)

	Имя	Отобр	Значок	Шрифт	Толщ линии	Цвет линии
▶	Трубопровод	<input checked="" type="checkbox"/>		Font	2	
	Антенные опоры	<input checked="" type="checkbox"/>	•	Font	2	

Линейные участки

Отображать Толщ. линии

Фиксированный беспроводный доступ

Отображать Линки Толщ. линии

Граница области расчета

Отображать Толщ. линии

Зона радиопокрытия

Отображать Прозрачность (0-10)

Модель препятствий

Отображать Прозрачность (0-10)

Модель рельефа

Отображать Прозрачность (0-10)

Мин. отметка (м) Макс. отметка (м)

70 м 300 м



Базовая карта

Отображать

Оттенки серого Уровень оттенков серого (0-3)

Слой карты

Сайты

Под сайтами понимаются базовые станции или передатчики ТВ- и радиовещания.

Отображать	Показать/скрыть слой сайтов
Имена сайтов	Показать наименование сайтов
Направление секторов	Показать направление сектора в соответствии с указанным для него азимутом антенны
Значок сайтов	Выбрать значок для сайтов из стандартного набора
Шрифт и цвет шрифта	Выбрать тип, стиль и цвет шрифта для наименований сайтов

Пользовательские векторные слои (KML, CSV)

Пользователь может загрузить и отобразить в качестве слоя на карте произвольные точечные или линейные векторные объекты в формате KML. Это может быть, например, трасса ЛЭП, трубопровод, объекты КП телемеханики и т.п.



Загрузка слоя (файла в форматах KML, CSV).



Сохранение точечных объектов выбранного слоя в CSV файл



Удалить выбранный слой



Позиционирование карты на первую точку выбранного пользовательского слоя

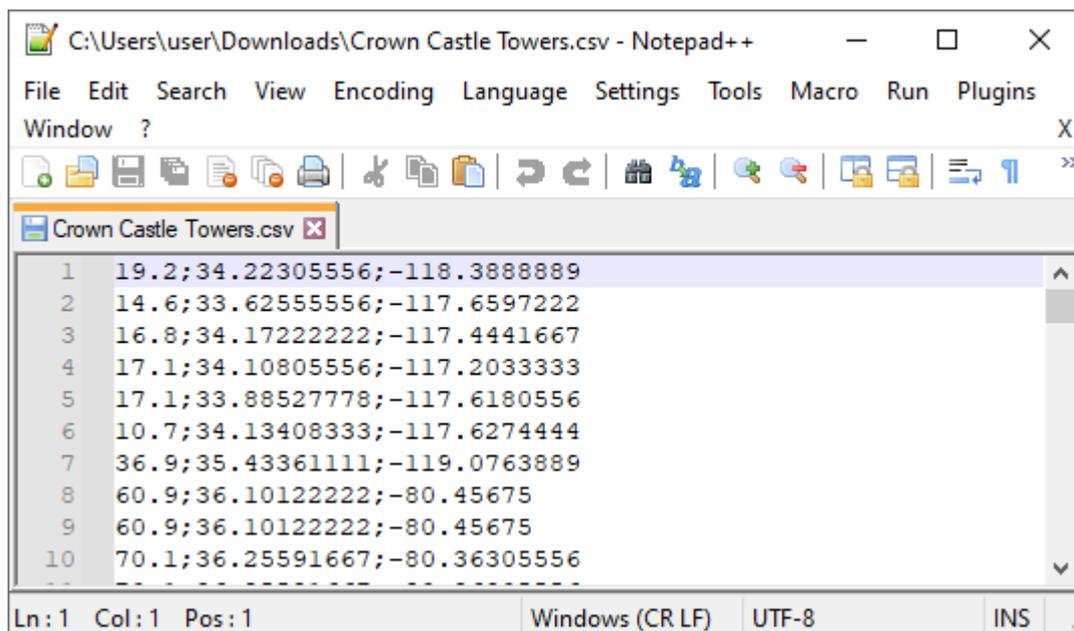
Наименование	Указать наименование слоя. Первоначально соответствует наименованию файла, но может быть изменено.
Отображать	Показать/скрыть пользовательский слой на карте
Значок	Выбрать значок для элемента (только для точечных объектов)
Ширина линии	Выбрать ширину линии в пикселах (только для линейных объектов)
Цвет линии	Выбрать цвет линии (только для линейных объектов)

Кроме того, точечные объекты можно загрузить также из файла формата CSV (текстовый формат, где разделителем значений колонок является символ “точка с запятой”). Это универсальный формат, в котором можно сохранить таблицу из любого редактора таблиц (Excel, LibreOffice Calc и прочих), а также баз данных.

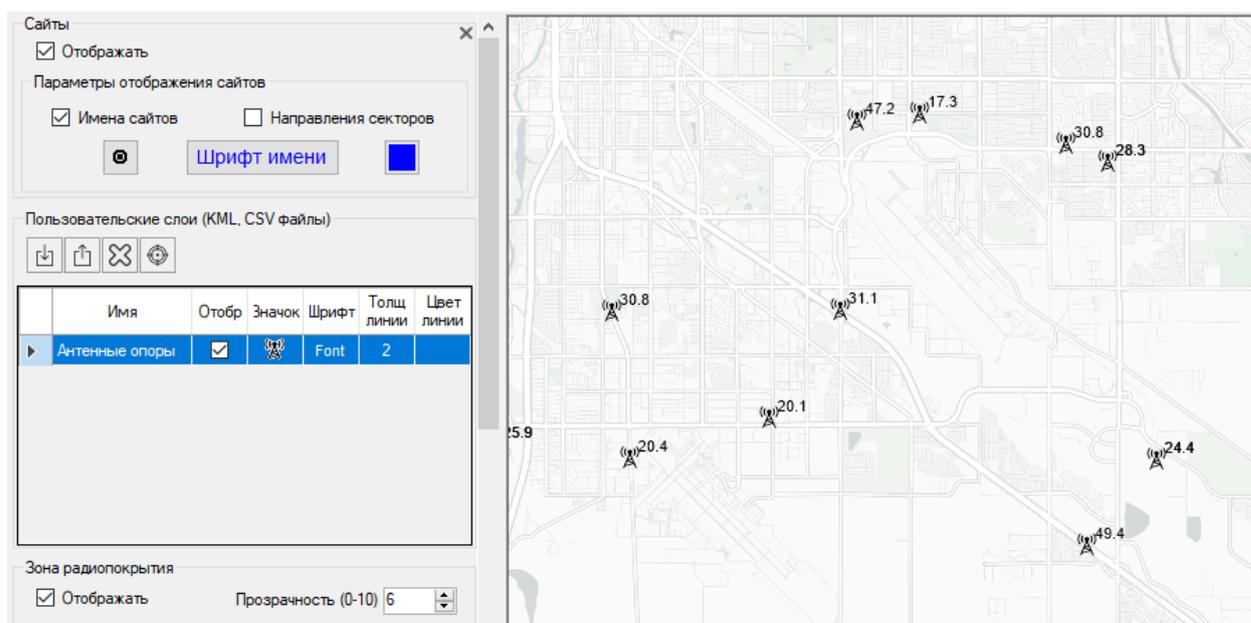
Необходимые поля для каждого точечного объекта: Параметр; Широта; Долгота

Разделителем значений колонок является символ “точка с запятой”.

Форматы представления координат - ПОЛУШАРИЕ ГРАДУСЫ МИНУТЫ СЕКУНДЫ (N35 36 23.8) или ПОЛУШАРИЕ ДЕСЯТИЧНЫЕ ГРАДУСЫ (N12.34567). В качестве параметра может быть любой текст, который отобразится в точке с указанными координатами. Это может быть, например, результат измерений или наименование объекта.

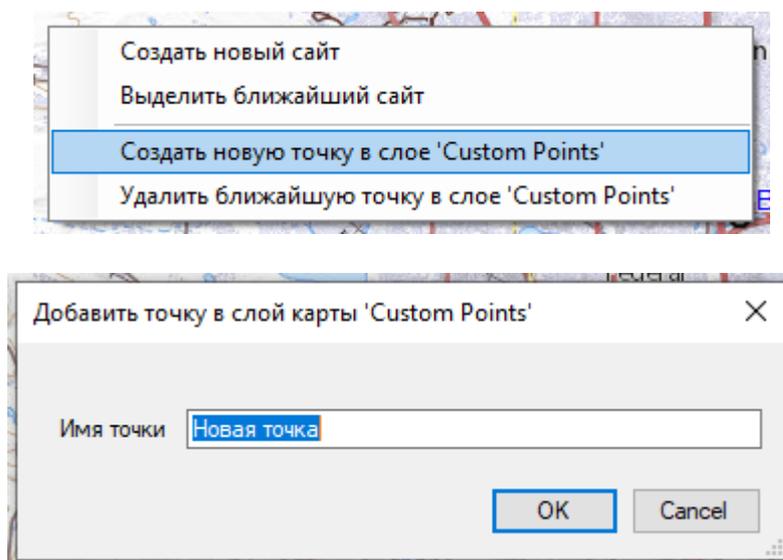


Пример текстового файла в формате CSV



Пользовательские векторные слои на карте

Пользователь также имеет возможность оперативно создавать точечные объекты на карте. Для этого следует кликнуть правой кнопкой мыши в нужное место на карте, в появившемся контекстном меню выбрать “Добавить новый точечный объект в слой “Точки”, а потом указать наименование объекта. Объект появится на карте, а также он будет добавлен в слой “Точки”, который будет автоматически создан при создании пользователем первого точечного объекта. Созданные точечные объекты можно также удалять – для этого следует кликнуть правой кнопкой мыши по нужному объекту и выбрать “Удалить ближайший точечный объект в слое “Точки”.



Добавление точечного объекта на карту

Линейные участки

Управление слоем Линейные участки. Подробнее – в разделе "Дополнительные расчет. Расчет на линейном участке".

Отображать

Показать/скрыть слой

Толщина линии

Установить толщину линии от 1 до 5

Фиксированный беспроводный доступ

Управление слоем Фиксированный беспроводный доступ. Подробнее – в разделе "Фиксированный беспроводный доступ".

Отображать

Показать/скрыть слой



Выбрать значок CPE

Линки

Показывать линки от БС до CPE

Толщина линии	Установить толщину линии для Линков от 1 до 5
---------------	---

Граница области расчета

Управление слоем границы области расчета

Отображать	Показать/скрыть слой
Толщина линии	Установить толщину линии от 1 до 5

Зона радиопокрытия

Управление слоем с результатом расчета зон радиопокрытия

Отображать	Показать/скрыть слой
Прозрачность	Установить прозрачность слоя из диапазона 0 (полностью прозрачный) – 10 (не прозрачный)

Цифровая модель препятствий

Управление слоем модели препятствий.

Отображать	Показать/скрыть слой. Исходная ЦМП отображается только для ZOOM=11 и выше. Пользовательская ЦМП отображаются для любого ZOOM.
Прозрачность	Установить прозрачность слоя из диапазона 0 (полностью прозрачный) – 10 (не прозрачный)

Цифровая модель рельефа

Управление слоем цифровой модели рельефа местности.

Отображать	Показать/скрыть слой. Исходная ЦМР отображается только для ZOOM=9 и выше. Пользовательская ЦМР отображаются для любого ZOOM.
Прозрачность	Установить прозрачность слоя из диапазона 0 (полностью прозрачный) – 10 (не прозрачный)
Min (Max) высоты	Диапазон легенды высот. Все высоты ниже минимума (включая минимум) будут полностью прозрачными. Все высоты выше максимума будут бордовыми.
	Установить диапазон высот на легенде в пределах минимальной и максимальной высоты матрицы высот, отображающейся на дисплее.

Базовая карта

Управление слоем карты подложки (базовой карты).

Отображать	Показать/скрыть слой
Оттенки серого	Показать текущую карту подложки в оттенках серого
Уровень оттенков серого	Установить яркость оттенков серого для слоя из диапазона 0 (темнее) – 3 (светлее)

Частотно - территориальное планирование мобильных сетей

RadioPlanner 3.0 позволяет работать с несколькими сетями в одном проекте. При создании нового проекта по умолчанию создается первая сеть.

Тип расчета
 Maximum Aggregated Throughput (UL)

Детальность расчета
 Низкая Средняя Высокая

AC (UE) №1 AC (UE) №2

Максимальная агрегатная пропускная способность
 8 Количество уровней

Цвет	Значение	Описание
	> 1000 Mbps	
	800 ÷ 1000 Mbps	
	700 ÷ 800 Mbps	
	600 ÷ 700 Mbps	
	500 ÷ 600 Mbps	
	400 ÷ 500 Mbps	
	300 ÷ 400 Mbps	
	100 ÷ 300 Mbps	

Меню Сети



Добавить сеть



Выполнить расчет (См. раздел "Расчет покрытия для нескольких сетей")

Тип расчета

Расчет покрытия для нескольких сетей:

- Number of Networks (DL) - Количество доступных сетей (downlink)
- Number of Networks (UL) - Количество доступных сетей (uplink)
- Maximum Aggregated Throughput (DL) - Максимальная агрегированная пропускная способность (downlink)
- Maximum Aggregated Throughput (UL) - Максимальная агрегированная пропускная способность (uplink)

См. раздел "Расчет покрытия для нескольких сетей"

Детальность расчета

- Низкая
- Средняя
- Высокая

Детальность, с которой будет представлен результат расчета. При этом разрешение соответствует одному пикселю экрана для zoom=11 (низкая детальность), zoom=12 (средняя) и zoom=13 (высокая). Для географической широты 55 градусов это примерно 40, 20 и 10 метров соответственно.

Чем выше детальность, тем больше время расчета.

АС (UE) № 1 / АС (UE) № 2

Абонентская станция, для которой будет выполнен расчет

Сеть

В меню «Сеть» устанавливаются все параметры выбранной сети, включая параметры мобильной станции, а также выполняются все виды расчета для выбранной сети.

Сеть

Наименование сети: LTE Band 20 (800 MHz)

Тип системы: LTE

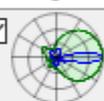
Параметры сети

Downlink: 842.25 МГц Uplink: 802.25 МГц

Чувствительность DL: -101 дБм Чувствительность UL: -103 дБм

Радиус расчета: 20 км

	User Equip №1	User Equip №2
Тип	Portable	CPE
Мощность передатчика (Вт)	0.2	0.2
Ослабление в АФТ (дБ)	0	0
Высота антенны (м)	1.5	7
Козф. усиления антенны (дБи)	0	5

Использовать направленную антенну для AC (UE) 

Тип расчета: RSRP

Уровень принимаемой мощности опорного сигнала для UE №1

4 Количество уровней

Цвет	Значение	Описание
	> -85 дБм	rsrp_bars=5
	-95 ÷ -85 дБм	rsrp_bars=4
	-105 ÷ -95 дБм	rsrp_bars=3
	-115 ÷ -105 дБм	rsrp_bars=2

Уровень прием. мощности опорного сигнала для UE №2

 > -105 дБм rsrp_bars=2

Меню Сеть для LTE



Создать новую сеть как копию этой



Сделать активными/не активными все сектора текущей сети

-  Переместить вверх по списку данную сеть
-  Переместить вниз по списку данную сеть
-  Удалить сеть
-  Системные параметры
-  Выполнить расчет
-  Выполнить расчет покрытия для фиксированного беспроводного доступа с учетом параметров каждого CPE/Сенсора
-  Выполнить расчет покрытия для каждого активного сектора и сохранить результат в виде файла KMZ
-  Загрузить параметры сети из шаблона
-  Сохранить параметры сети в шаблон
-  Создать сектора сети на основе выбранных секторов другой сети

Наименование сети

Наименование сети

Тип системы

Варианты типов системы:

- LTE
- 5G
- Terrestrial Broadcasting (Передатчик наземного вещания)
- Air-to-Ground Radio (Приемо-передатчик для авиационной радиосвязи)
- Generic TRX (Типовой, или стандартный приемо-передатчик подвижной связи, тип которого не совпадает с типами систем, указанных выше)

Выбранный тип системы будет определять набор дополнительных параметров системы, а также доступные типы расчетов.

Downlink

Средняя частота диапазона частот downlink, МГц

Uplink	Средняя частота диапазона частот uplink, МГц
Чувствительность приемника АС	Чувствительность приемника абонентской станции, дБм Это пороговое значение будет ограничивать отображение расчета покрытия в зависимости от того, выше или ниже этого порога будет сигнал, полученный мобильным устройством от базовой станции
Чувствительность приемника БС	Чувствительность приемника базовой станции, дБм Это пороговое значение будет ограничивать отображение расчета покрытия в зависимости от того, выше или ниже этого порога будет сигнал, полученный базой станцией от абонентской станции
Радиус расчета	Максимальный радиус расчета от сектора БС, км. Чем больше радиус, тем больше время вычислений. Не устанавливайте излишний расчетный радиус.
Абонентская станция	
Тип	Наименование (модель) абонентской станции. Текстовое поле
Мощность передатчика	Мощность передатчика, Вт
Потери в кабеле и разъемах	Потери в кабеле и разъемах, дБ
Высота антенны	Высота антенны относительно уровня земли, м
Коэф. усиления антенны	Коэффициент усиления антенны, дБи
Использовать направленную антенну для АС (UE)	Учет диаграммы направленности антенны абонентской станции при расчете. По умолчанию предполагается, что диаграмма направленности антенны АС (UE) является изотропной. Если вы проектируете сеть фиксированного беспроводного доступа с направленными антеннами, вам следует загрузить диаграмму направленности антенны в формате MSI. Предполагается, что антенна абонентской станции направлена на сектор БС с наиболее сильным сигналом. Использование направленной антенны на абонентской станции значительно снижает помехи от соседних сот и, как следствие, увеличивает пропускную способность.

Программа позволяет выполнять расчет зон радиопокрытия для двух абонентских станций, так как, например, в сетях профессиональной мобильной связи часто используются носимые и возимые

абонентские станции, которые отличаются как энергетическими характеристиками, так и высотой расположения антенны относительно уровня земли.

Системные параметры для Generic TRX

Generic TRX в RadioPlanner это любой тип приемо-передатчика мобильной связи, за исключением приемо-передатчиков для LTE и 5G.

К Generic TRX, например, относятся:

- Приемо-передатчики сетей мобильной связи UMTS/GSM/GSM-R/ WCDMA
- Приемо-передатчики сетей профессиональной подвижной связи P25/TETRA/DMR/dPMR/ NXDN
- Приемо-передатчики сетей IoT LPWAN: LoRa, SigFox и т.п.

Таблица адаптивной модуляции

Таблица адаптивной модуляции заполняется значениями SINR и соответствующим им значениям пропускной способности. Эта таблица используется для прогнозирования пропускной способности нисходящего и восходящего каналов для сетей с Generic TRX. Обратите внимание, что LTE и 5G имеют отдельные таблицы адаптивной модуляции, привязанные к спецификациям 3GPP.

Тип модуляции	Скорость DL (kbps)	SINR для DL (дБ)	Скорость UL (kbps)	SINR для UL (дБ)
SF12 CR-4/5	0.293	-21	0.293	-21
SF11 CR-4/5	0.537	-18	0.537	-18
SF10 CR-4/5	0.976	-15	0.976	-15
SF9 CR-4/5	1.757	-9	1.757	-9
SF8 CR-4/5	3.125	-6	3.125	-6
SF7 CR-4/5	5.468	-3	5.468	-3

Таблица адаптивной модуляции для LoRaWAN

Тип модуляции	Тип модуляции, текстовое поле
Скорость downlink (kbps)	Пропускная способность downlink (kbps)
SINR для downlink (дБ)	SINR для downlink (дБ)
Скорость uplink (kbps)	Пропускная способность uplink (kbps)
SINR для uplink (дБ)	SINR для uplink (дБ)

Частотный план сети

В частотном плане сети вводятся все возможные частоты downlink и uplink, которые будут использоваться в сети. Для TDD введите одну и ту же частоту downlink и uplink. Если сеть работает на одной частоте, то частоты можно не указывать.

Системные параметры

Частотный план сети | Адаптивная модуляция | Конфигурация MIMO | Тепловой шум и помехи

dl ul

Downlink		Uplink	
	Номер канала*	Частота, МГц	
▶	120	155.675	
	120-1	155.6875	
	121	155.7	
	121-1	155.7125	
*			
			▶*
			32
			32-1
			33
			33-1

* - необязательный параметр

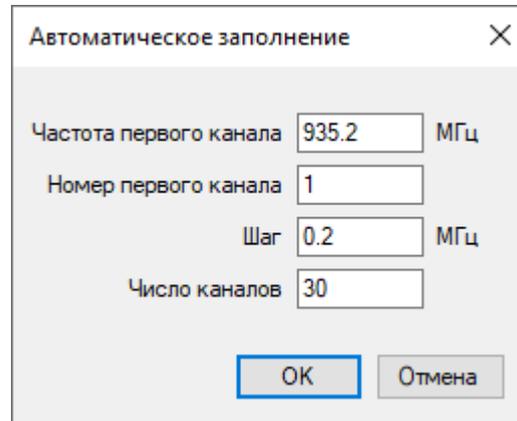
Ширина полосы МГц

OK Cancel

Частотный план для Generic TRX

-  Сортировать частоты в порядке возрастания
-  Автозаполнение сетки частот для downlink
-  Автозаполнение сетки частот для uplink

Если в вашей сети большая сетка частот, то будет удобно воспользоваться функцией автозаполнения:



Автоматическое заполнение

Частота первого канала МГц

Номер первого канала

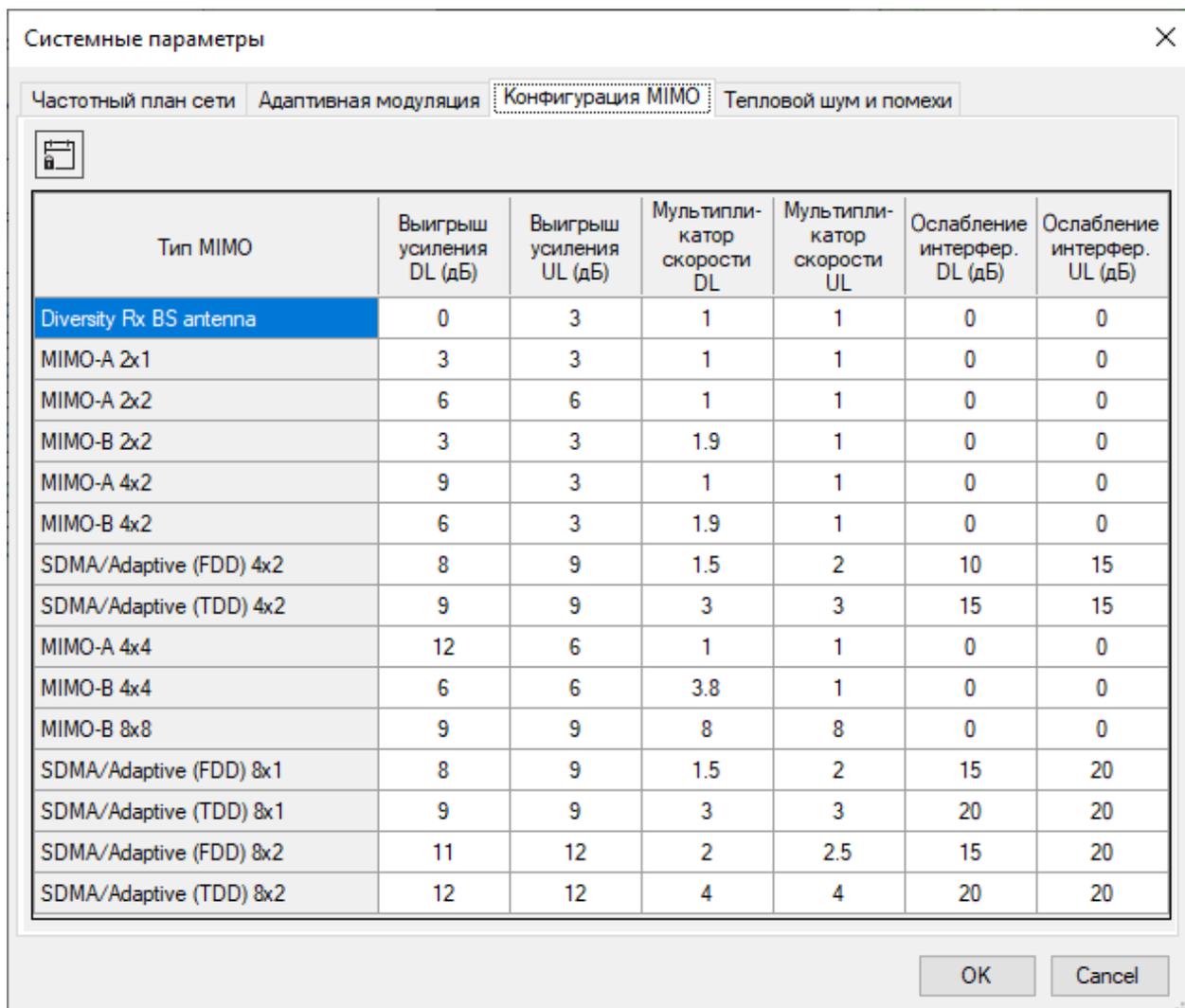
Шаг МГц

Число каналов

Автозаполнение сетки частот

Конфигурация MIMO

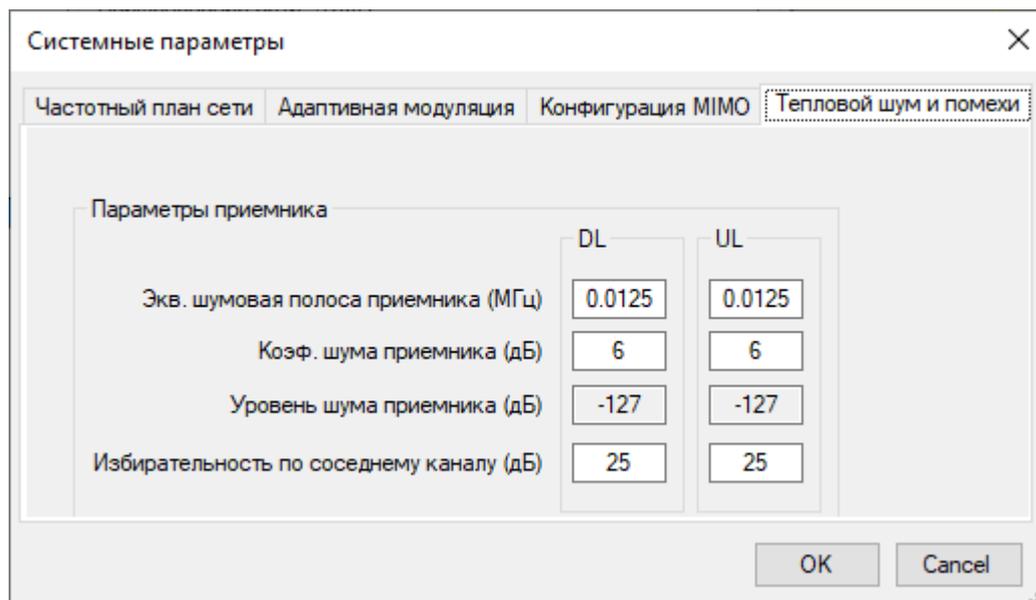
В таблице MIMO можно указать выигрыш усиления и мультипликатор скорости для любой из конфигураций MIMO.



Конфигурация MIMO для Generic TRX

Тепловой шум и помехи

Параметры приемника на этой вкладке используются для расчета теплового шума и интерференции.



Тепловой шум и помехи для Generic TRX

Экв. шумовая полоса приемника	Эквивалентная шумовая полоса приемника, МГц
Коеф. шума приемника	Коэффициент шума приемника, дБ. Типовая величина 3-4 дБ для БС и 6 дБ для абонентской станции.
Уровень шума приемника	Уровень шума приемника, дБ. Расчетное значение, используется для оценки шума на приемном тракте при расчете всех типов помех.
Избирательность по соседнему каналу	Избирательность по соседнему каналу, дБ Предполагается, что приемник имеет прямоугольную форму полосы пропускания с шириной, равной эквивалентной шумовой ширине полосы.

Системные параметры для LTE

Системные параметры

Параметры LTE | Частотный план сети | Конфигурация MIMO | Тепловой шум и помехи

Режим: FDD

Соотношение R1/R3 для FDD: 16xR1+3xR3

Ширина радиоканала: 5 MHz

Соотношение R1 для TDD: 0.5

Префикс: 4.7 μ s NORMAL

Порог SINR для FFR (дБ): 4

Соотношение UL/DL для TDD: 3 - (0.54)

Нагрузка на ячейку (%): 75

Downlink

Упlink

Таблица 3GPP TS: 36.213 Table 7.1.7.1-1A

Таблица 3GPP TS: 36.213 Table 8.6.1-3

MCS Index	Modulation	TBS Index	Transport block size	Throughput (Mbps)	SINR (дБ)
8	16QAM	13	6456	6.2	9
9	16QAM	14	7224	6.9	10
10	16QAM	15	7736	7.4	10.6
11	64QAM	16	7992	7.6	11.1
12	64QAM	17	9144	8.7	12.2
13	64QAM	18	9912	9.5	13.2
14	64QAM	19	10680	10.2	14.2
15	64QAM	20	11448	10.9	15.2
16	64QAM	21	12576	12	16.4
17	64QAM	22	13536	12.9	17.8
18	64QAM	23	14112	13.5	19.3
19	64QAM	24	15264	14.6	21
20	256QAM	25	15840	15.1	21.5
21	256QAM	27	16416	15.7	23
22	256QAM	28	17568	16.8	24
23	256QAM	29	18336	17.5	25
24	256QAM	30	19848	18.9	27
25	256QAM	31	20616	19.7	28
26	256QAM	32	21384	20.4	29
27	256QAM	33	24496	23.4	30

MCS Index	Modulation	TBS Index	Transport block size	Throughput (Mbps)	SINR (дБ)
9	16QAM	14	7224	6.9	9.2
10	16QAM	16	7992	7.6	10.3
11	16QAM	17	9144	8.7	11.3
12	16QAM	18	9912	9.5	12.2
13	16QAM	19	10680	10.2	13
14	64QAM	20	11448	10.9	13.8
15	64QAM	21	12576	12	14.6
16	64QAM	22	13536	12.9	15.3
17	64QAM	23	14112	13.5	16
18	64QAM	24	15264	14.6	16.7
19	64QAM	25	15840	15.1	17.2
20	64QAM	27	16416	15.7	18
21	64QAM	28	17568	16.8	18.7
22	64QAM	29	18336	17.5	19.5
23	256QAM	30	19848	18.9	20.5
24	256QAM	31	20616	19.7	21.5
25	256QAM	32	21384	20.4	22.5
26	256QAM	32	21384	20.4	23.5
27	256QAM	33	24496	23.4	24.5
28	256QAM	34	26416	25.2	25

OK Cancel

Системные параметры LTE

Режим

Режим дуплекса для LTE:

- FDD (частотное разделение каналов)
- TDD (временное разделение каналов)

Ширина радиоканала

Ширина полосы радиоканала для LTE: 1.4 МГц; 3 МГц; 5 МГц; 10 МГц; 15 МГц; 20 МГц

Префикс

Длительность циклического префикса в LTE:

- 4.7 мкс (Нормальный)

- 16.7 мкс (Расширенный)

Соотношение UL/DL для TDD	Конфигурации TDD в спецификации 3GPP LTE:																								
	<table border="0"> <thead> <tr> <th>Номер конфиг. TDD</th> <th>соотн. uplink/total</th> <th>соотн. downlink/total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>0.7</td> <td>0.3</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.3</td> <td>0.7</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0.35</td> <td>0.65</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0.25</td> <td>0.75</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0.15</td> <td>0.85</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>0.6</td> <td>0.4</td> </tr> </tbody> </table>	Номер конфиг. TDD	соотн. uplink/total	соотн. downlink/total	0	0.7	0.3	1	0.5	0.5	2	0.3	0.7	3	0.35	0.65	4	0.25	0.75	5	0.15	0.85	6	0.6	0.4
Номер конфиг. TDD	соотн. uplink/total	соотн. downlink/total																							
0	0.7	0.3																							
1	0.5	0.5																							
2	0.3	0.7																							
3	0.35	0.65																							
4	0.25	0.75																							
5	0.15	0.85																							
6	0.6	0.4																							
Соотношение R1/R3 для FDD	Соотношение между зонами R1 и R3 для дробного повторного использования частот при FDD																								
Соотношение R1 для TDD	Часть зоны R1 (от 0.1 to 1) для дробного повторного использования частот при TDD																								
Порог SINR для FFR	SINR threshold for switching between R1 and R3 zones in FFR, дБ																								
Нагрузка на ячейку	Загрузка ячейки сети, 0-100 % Загрузка ячейки считается равномерной. В дальнейшем будет добавлена возможность разной загрузки ячеек по секторам и использование карт плотности абонентов.																								
Таблицы 3GPP	Эти таблицы содержат индекс MCS, тип модуляции и размер транспортного блока (TBS), указанные в таблицах 3GPP TS 36.213 и для стандарта LTE IoT Cat-M1/LTE Cat-NB1/LTE Cat-NB2. Минимальные значения $C/(I+N)$ для 1% SER (дБ) могут быть указаны отдельно как для восходящей, так и для нисходящей линии связи. Теоретические значения по умолчанию, показанные в этой таблице, взяты из опубликованных MATLAB-симуляций производительности радиоканала LTE. Пропускная способность для каждого индекса модуляции определяется из таблиц 3GPP с учетом размера транспортного блока. Эта пропускная способность не учитывает множитель MIMO.																								

Системные параметры

Параметры LTE Частотный план сети Конфигурация MIMO Тепловой шум и помехи

Режим **FDD** Соотношение R1/R3 для FDD **6xR1+0xR3 (No FFR)** Нагрузка на ячейку (%) **75**

Ширина радиоканала **1.4 MHz** Соотн. R1 для TDD (1 - без FFR) **0.5**

Префикс **4.7 μ s** Порог SINR для FFR (дБ) **4**

Соотношение UL/DL для TDD **3 - (0.54)**

Downlink Таблица 3GPP TS **LTE Cat-NB2 (1HARQ)**

MCS Index	Modulation	TBS Index	Transport block size	Throughput (kbps)	SINR (дБ)
0 (CE2)	QPSK	0	256	0.7	-7.5
0 (CE1)	QPSK	0	256	6.1	-5
0	QPSK	0	256	8	-4.5
1	QPSK	1	344	10.8	-3.5
2	QPSK	2	424	13.3	-2
3	QPSK	3	568	17.8	0
4	QPSK	4	680	21.3	2
5	QPSK	5	872	27.3	4
6	QPSK	6	1032	32.3	6
7	QPSK	7	1224	38.3	8
8	QPSK	8	1352	42.3	10
9	QPSK	9	1544	48.3	12
10	QPSK	10	1736	54.3	14
11	QPSK	11	2024	63.3	15
12	QPSK	12	2280	71.3	16
13	QPSK	13	2536	79.3	17

Uplink Таблица 3GPP TS **LTE Cat-NB2 (1HARQ)**

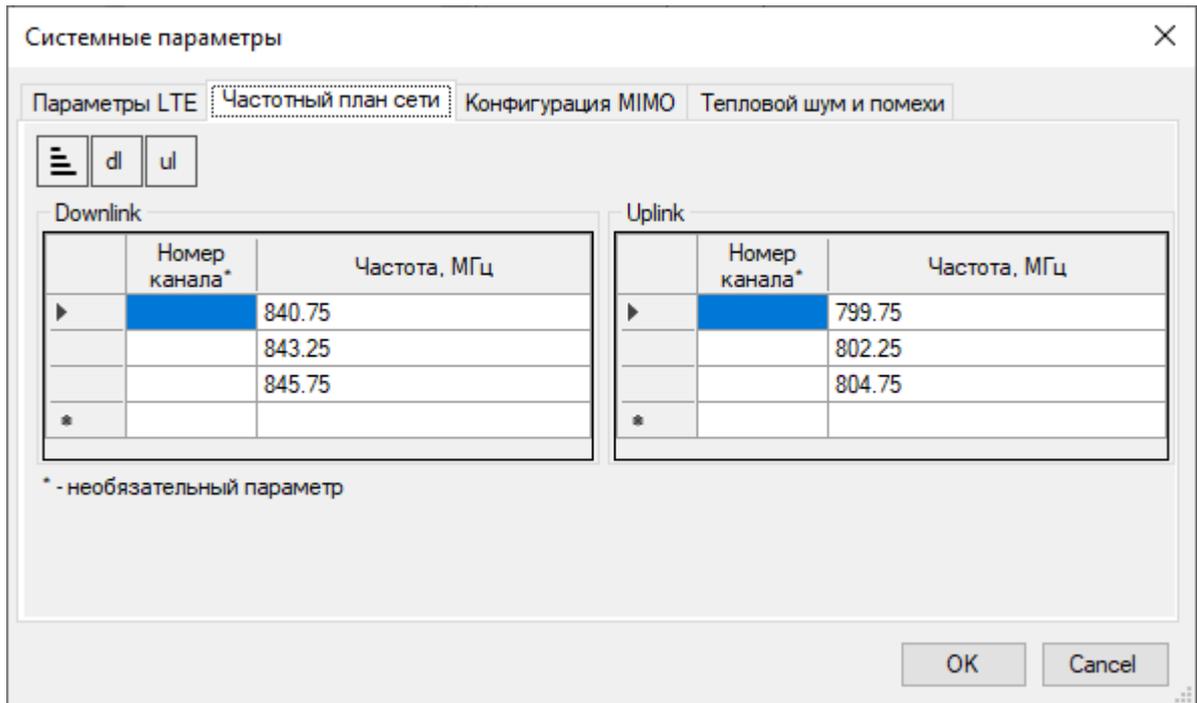
MCS Index	Modulation	TBS Index	Transport block size	Throughput (kbps)	SINR (дБ)
0 (CE2)	BPSK	0	256	0.4	-7.5
0 (CE1)	BPSK	0	256	2.8	-5
0	QPSK	0	256	11.6	-4.5
1	QPSK	1	344	15.6	-3.5
2	QPSK	2	424	19.3	-2
3	QPSK	3	568	25.8	0
4	QPSK	4	680	30.9	2
5	QPSK	5	872	39.6	4
6	QPSK	6	1000	45.5	6
7	QPSK	7	1224	55.6	8
8	QPSK	8	1352	62.9	10
9	QPSK	9	1544	70.2	12
10	QPSK	10	1736	78.9	14
11	QPSK	11	2024	92	15
12	QPSK	12	2280	103.6	16
13	QPSK	13	2536	115.3	17

OK Cancel

Параметры для Narrowband LTE IoT

Частотный план сети

В частотном плане сети вводятся все возможные частоты downlink и uplink, которые будут использоваться в сети. Для TDD введите одну и ту же частоту downlink и uplink. Если сеть работает на одной частоте, то частоты можно не указывать.



Частотный план сети LTE

Конфигурация MIMO

В таблице MIMO можно указать выигрыш усиления и мультипликатор скорости для любой из конфигураций MIMO.

Системные параметры

Параметры LTE Частотный план сети **Конфигурация MIMO** Тепловой шум и помехи

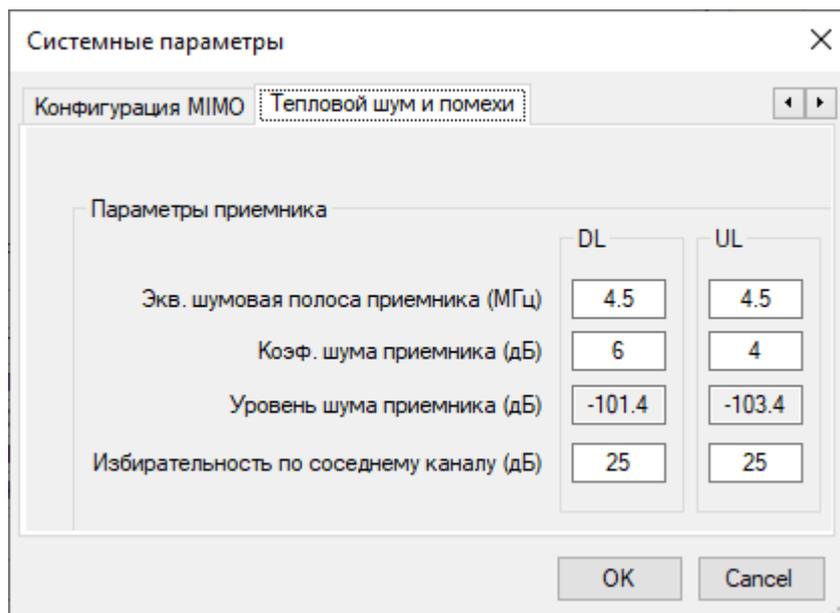
Тип MIMO	Выигрыш усиления DL (дБ)	Выигрыш усиления UL (дБ)	Мультипликатор скорости DL	Мультипликатор скорости UL	Ослабление интерфер. DL (дБ)	Ослабление интерфер. UL (дБ)
Diversity Rx BS antenna	0	3	1	1	0	0
MIMO-A 2x1	3	3	1	1	0	0
MIMO-A 2x2	6	6	1	1	0	0
MIMO-B 2x2	3	3	1.9	1	0	0
MIMO-A 4x2	9	9	1	1	0	0
MIMO-B 4x2	6	6	1.9	1	0	0
SDMA/Adaptive (FDD) 4x2	8	9	1.5	2	10	15
SDMA/Adaptive (TDD) 4x2	9	9	3	3	15	15
MIMO-A 4x4	12	6	1	1	0	0
MIMO-B 4x4	6	6	3.8	1	0	0
MIMO-B 8x8	9	9	8	8	0	0
SDMA/Adaptive (FDD) 8x1	8	9	1.5	2	15	20
SDMA/Adaptive (TDD) 8x1	9	9	3	3	20	20
SDMA/Adaptive (FDD) 8x2	11	12	2	2.5	15	20
SDMA/Adaptive (TDD) 8x2	12	12	4	4	20	20

OK Cancel

Конфигурация MIMO для LTE

Тепловой шум и помехи

Параметры приемника на этой вкладке используются для расчета теплового шума и интерференции.



Тепловой шум и помехи для LTE

Экв. шумовая полоса приемника	<p>Эквивалентная шумовая полоса приемника, МГц</p> <p>В системах LTE при использовании всех ресурсных блоков получают следующие эквивалентные шумовые полосы:</p> <p>1.08 МГц (для полосы 1.4 МГц)</p> <p>2.7 МГц (для полосы 3 МГц)</p> <p>4.5 МГц (для полосы 5 МГц)</p> <p>9 МГц (для полосы 10 МГц)</p> <p>13.5 МГц (для полосы 15 МГц)</p> <p>18 МГц (для полосы 20 МГц)</p>
Коэф. шума приемника	Коэффициент шума приемника, дБ. Типовое значение 3-4 дБ для eNodeB и 6 дБ для UE
Уровень шума приемника	Уровень шума приемника, дБ. Расчетное значение, используется для оценки шума на приемном тракте при расчете всех типов помех.
Избирательность по соседнему каналу	Избирательность по соседнему каналу, дБ. Предполагается, что приемник имеет прямоугольную форму полосы пропускания с шириной, равной эквивалентной шумовой ширине полосы.

Системные параметры для 5G (NR)

Системные параметры ✕

Параметры 5G Частотный план сети Конфигурация MIMO Тепловой шум и помехи

Режим TDD Часть символов DL в TDD слоте (0..1) 0.7

Конфигурация BW=100MHz; SCS=30kHz Нагрузка на ячейку (%) 75

Таблица 3GPP 38.214 Table 5.1.3.1-2

MCS Index	Modulation	Target code Rate R _x [1024]	DL Throughput (Mbps)	DL SINR (dB)	UL Throughput (Mbps)	UL SINR (dB)
7	16QAM	490	105.7	7.9	48.5	7.1
8	16QAM	553	119.3	9	54.7	8.2
9	16QAM	616	132.9	10	60.9	9.2
10	16QAM	658	141.9	10.6	65.1	9.8
11	64QAM	466	150.8	11.1	69.1	11.3
12	64QAM	517	167.3	12.2	76.7	12.2
13	64QAM	567	183.5	13.2	84.1	12.8
14	64QAM	616	199.3	14.2	91.4	13
15	64QAM	666	215.5	15.2	98.8	13.8
16	64QAM	719	232.6	16.4	106.7	14.6
17	64QAM	772	249.8	17.8	114.5	15.3
18	64QAM	822	266.0	19.3	121.9	16
19	64QAM	873	282.5	21	129.5	16.7
20	256QAM	682.5	294.4	21.5	135.0	17
21	256QAM	711	306.7	23	140.6	18
22	256QAM	754	325.3	24	149.1	19

OK Cancel

Системные параметры для 5G

Режим

Режим дуплекса для 5G:

- FDD (частотное разделение каналов)
- TDD (временное разделение каналов)

Конфигурация

Выбор конфигурации из набора по полосе пропускания (BW) и значения разнесения поднесущих (SCS).

Таблицы 3GPP

Эти таблицы содержат индекс MCS, тип модуляции и целевую кодовую скорость, указанные в таблицах 3GPP TS 36.214. Минимальные значения $C/(I+N)$ для 1% SER (дБ) могут быть указаны отдельно как для восходящей, так и для нисходящей линии связи. Теоретические значения по умолчанию, показанные

в этой таблице, взяты из опубликованного моделирования производительности радиоканала 5G в MATLAB. Пропускная способность для каждого индекса модуляции определяется из таблиц 3GPP. Эта пропускная способность не учитывает множитель MIMO.

Часть символов DL в TDD Часть ресурса TDD, предназначенная для downlink слоте (0..1)

Нагрузка на ячейку Загрузка ячейки сети, 0-100 % Загрузка ячейки считается равномерной. В дальнейшем будет добавлена возможность разной загрузки ячеек по секторам и использование карт плотности абонентов.

Частотный план сети

В частотном плане сети вводятся все возможные частоты downlink и uplink, которые будут использоваться в сети. Для TDD введите одну и ту же частоту downlink и uplink. Если сеть работает на одной частоте, то частоты можно не указывать.

Конфигурация MIMO

В таблице MIMO можно указать выигрыш усиления и мультипликатор скорости для любой из конфигураций MIMO.

Системные параметры

Параметры 5G Частотный план сети **Конфигурация MIMO** Тепловой шум и помехи

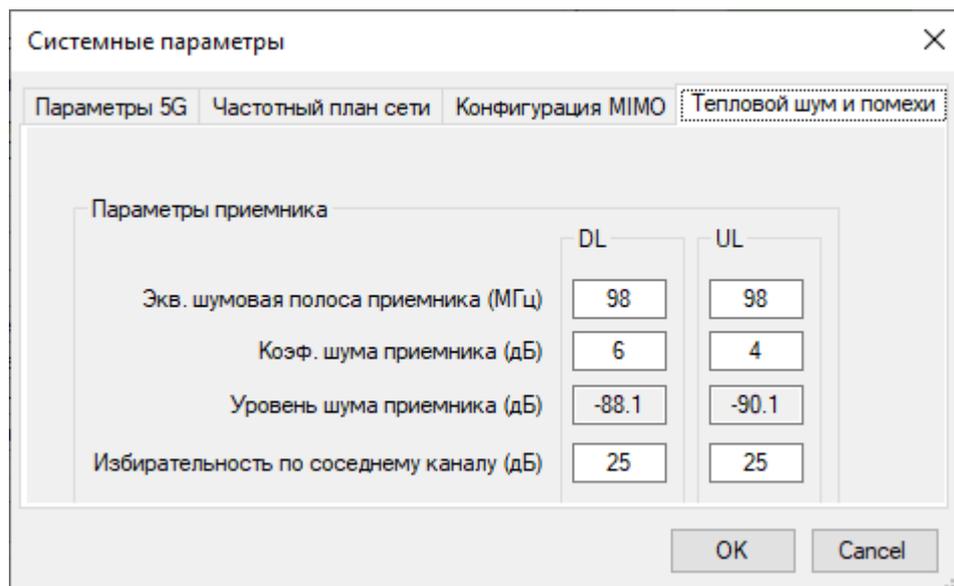
Тип MIMO	Выигрыш усиления DL (дБ)	Выигрыш усиления UL (дБ)	Мультипликатор скорости DL	Мультипликатор скорости UL	Ослабление интерфер. DL (дБ)	Ослабление интерфер. UL (дБ)
Diversity Rx BS antenna	0	3	1	1	0	0
MIMO-A 2x1	3	3	1	1	0	0
MIMO-A 2x2	6	6	1	1	0	0
MIMO-B 2x2	3	3	1.9	1	0	0
MIMO-A 4x2	9	3	1	1	0	0
MIMO-B 4x2	6	3	1.9	1	0	0
SDMA/Adaptive (FDD) 4x2	8	9	1.5	2	10	15
SDMA/Adaptive (TDD) 4x2	9	9	3	3	15	15
MIMO-A 4x4	12	6	1	1	0	0
MIMO-B 4x4	6	6	3.8	1	0	0
MIMO-B 8x8	9	9	8	8	0	0
SDMA/Adaptive (FDD) 8x1	8	9	1.5	2	15	20
SDMA/Adaptive (TDD) 8x1	9	9	3	3	20	20
SDMA/Adaptive (FDD) 8x2	11	12	2	2.5	15	20
SDMA/Adaptive (TDD) 8x2	12	12	4	4	20	20

OK Cancel

Конфигурации MIMO для 5G

Тепловой шум и помехи

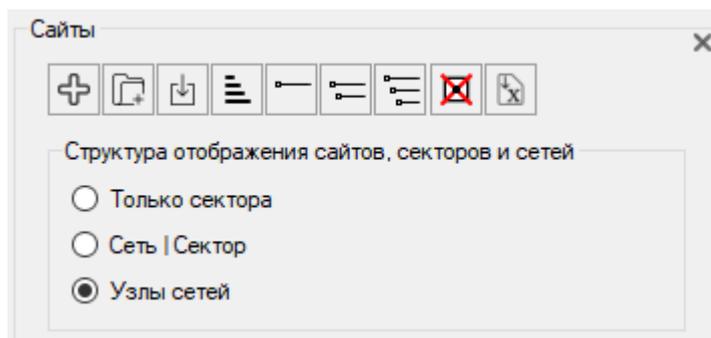
Параметры приемника на этой вкладке используются для расчета теплового шума и интерференции.



Тепловой шум и помехи для 5G

Экв. шумовая полоса приемника	<p>Эквивалентная шумовая полоса приемника, МГц</p> <p>Для систем 5G эквивалентную шумовую полосу приемника можно определить по следующей формуле:</p> <p>$Rx \text{ equivalent noise BW} = 12 * SCS * \text{Resource Blocks.}$</p> <p>Например, при $BW=100 \text{ МГц}$, $SCS=30 \text{ kHz}$</p> <p>$Rx \text{ equivalent noise BW} = 12 * 0.03 * 273 = 98.28 \text{ МГц}$</p>
Коэф. шума приемника	Коэффициент шума приемника, дБ. Типовое значение 3-4 дБ для gNodB и 6 дБ для UE
Уровень шума приемника	Уровень шума приемника, дБ. Расчетное значение, используется для оценки шума на приемном тракте при расчете всех типов помех.
Избирательность по соседнему каналу	Избирательность по соседнему каналу, дБ Предполагается, что приемник имеет прямоугольную форму полосы пропускания с шириной, равной эквивалентной шумовой ширине полосы.

Сайты



Сайты

- | | |
|---|---|
|  | Создать новый сайт |
|  | Создать новую группу сайтов |
|  | Импортировать сайты из файла формата *.CSV |
|  | Сортировать сайты в алфавитном порядке |
|  | Свернуть все узлы сайтов |
|  | Свернуть все узлы сетей |
|  | Развернуть все узлы сайтов |
|  | Удалить все выбранные сайты |
|  | Импортировать параметры сайтов из документа Microsoft Excel |

Чтобы создать новый сайт, нажмите "Сайты" в интерфейсе в виде дерева, затем нажмите кнопку "Создать новый сайт" на открывшейся панели.

Импорт сайтов и секторов базовых станций из файла *.CSV

RadioPlanner 3.0 позволяет импортировать сайты и сектора базовых станций из файлов формата CSV (текстовый формат, где разделителем значений колонок является символ "точка с запятой" или знак табуляции). Это очень удобно для быстрого старта, если у пользователя уже имеется электронная таблица или база данных по сайтам или секторам базовых станций.

В CSV файл можно сохранить данные из любого редактора таблиц (Excel, LibreOffice Calc и прочих), а также баз данных.

В каждой строке данного текстового файла находится информация по отдельному сектору в следующем порядке:

Наименование сайта; Широта; Долгота; Сеть; Азимут, градусы; Наименование сектора; Высота антенны, м; Модель антенны; Коэффициент усиления антенны, дБи; Механический наклон, градусы; Мощность передатчика, Вт; Потери, дБ

При этом обязательными являются только первые три поля каждой строки: **Наименование сайта; Широта; Долгота**, остальные поля могут отсутствовать.

Форматы представления координат - ПОЛУШАРИЕ ГРАДУСЫ МИНУТЫ СЕКУНДЫ (N35 36 23.8) или ПОЛУШАРИЕ ДЕСЯТИЧНЫЕ ГРАДУСЫ (N12.34567). В качестве знака Южного и Западного полушария можно использовать "-", а знак Северного и Восточного полушария не указывать.

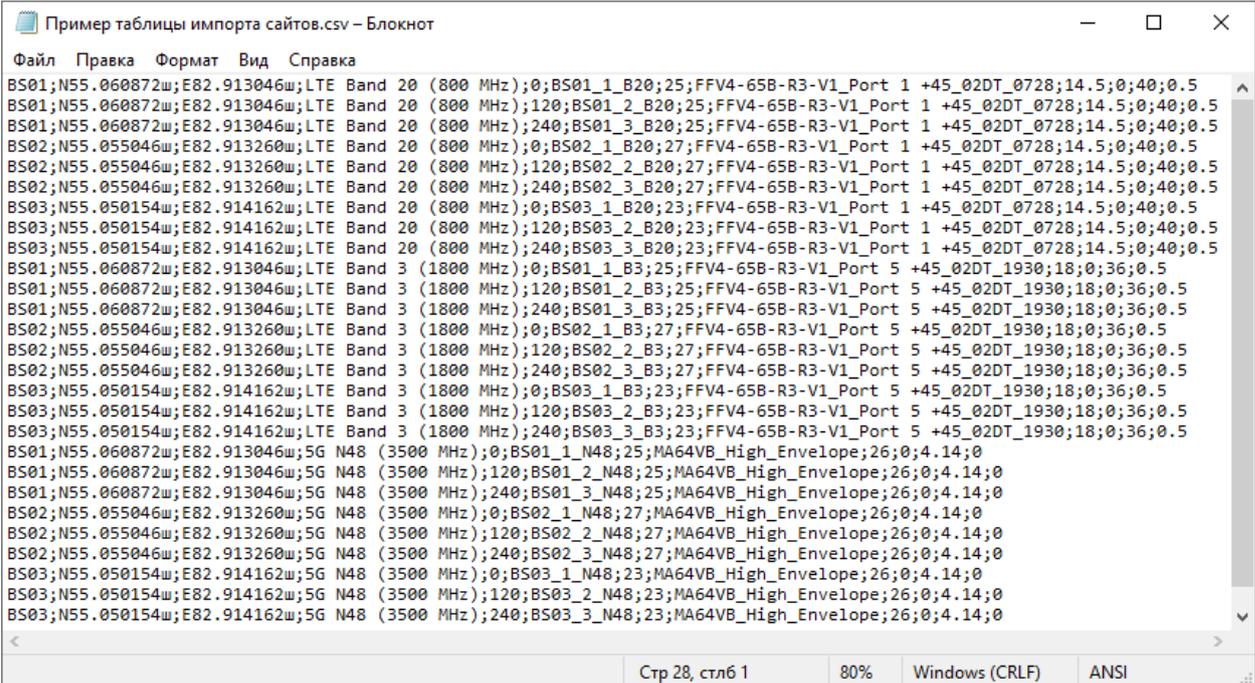
Для того, чтобы информация о сетях корректно импортировалась из файла, в проекте необходимо предварительно создать сети с такими же названиями.

Поле *Потери, дБ* будет импортировано в сектор как **Дополнительные потери**.

Если в папке с импортируемым файлом будут находиться файлы диаграмм направленности антенн в формате *.MSI с точно такими же названиями как **Модель антенны** в файле CSV, то эти ДН будут загружены в соответствующие сектора.

Для импорта сайтов нажмите на кнопку "Импортировать сайты из файла формата *.CSV" и выберите соответствующий файл CSV, после чего программа выполнит импорт. Если на момент импорта в проекте уже были сайты, то импортируемые сайты добавятся в конец списка.

Пример файла CSV есть в папке **Примеры файлов данных** установочного комплекта программы.



```

Пример таблицы импорта сайтов.csv - Блокнот
Файл  Правка  Формат  Вид  Справка
BS01;N55.060872ш;E82.913046ш;LTE Band 20 (800 MHz);0;BS01_1_B20;25;FFV4-65B-R3-V1_Port 1 +45_02DT_0728;14.5;0;40;0.5
BS01;N55.060872ш;E82.913046ш;LTE Band 20 (800 MHz);120;BS01_2_B20;25;FFV4-65B-R3-V1_Port 1 +45_02DT_0728;14.5;0;40;0.5
BS01;N55.060872ш;E82.913046ш;LTE Band 20 (800 MHz);240;BS01_3_B20;25;FFV4-65B-R3-V1_Port 1 +45_02DT_0728;14.5;0;40;0.5
BS02;N55.055046ш;E82.913260ш;LTE Band 20 (800 MHz);0;BS02_1_B20;27;FFV4-65B-R3-V1_Port 1 +45_02DT_0728;14.5;0;40;0.5
BS02;N55.055046ш;E82.913260ш;LTE Band 20 (800 MHz);120;BS02_2_B20;27;FFV4-65B-R3-V1_Port 1 +45_02DT_0728;14.5;0;40;0.5
BS02;N55.055046ш;E82.913260ш;LTE Band 20 (800 MHz);240;BS02_3_B20;27;FFV4-65B-R3-V1_Port 1 +45_02DT_0728;14.5;0;40;0.5
BS03;N55.050154ш;E82.914162ш;LTE Band 20 (800 MHz);0;BS03_1_B20;23;FFV4-65B-R3-V1_Port 1 +45_02DT_0728;14.5;0;40;0.5
BS03;N55.050154ш;E82.914162ш;LTE Band 20 (800 MHz);120;BS03_2_B20;23;FFV4-65B-R3-V1_Port 1 +45_02DT_0728;14.5;0;40;0.5
BS03;N55.050154ш;E82.914162ш;LTE Band 20 (800 MHz);240;BS03_3_B20;23;FFV4-65B-R3-V1_Port 1 +45_02DT_0728;14.5;0;40;0.5
BS01;N55.060872ш;E82.913046ш;LTE Band 3 (1800 MHz);0;BS01_1_B3;25;FFV4-65B-R3-V1_Port 5 +45_02DT_1930;18;0;36;0.5
BS01;N55.060872ш;E82.913046ш;LTE Band 3 (1800 MHz);120;BS01_2_B3;25;FFV4-65B-R3-V1_Port 5 +45_02DT_1930;18;0;36;0.5
BS01;N55.060872ш;E82.913046ш;LTE Band 3 (1800 MHz);240;BS01_3_B3;25;FFV4-65B-R3-V1_Port 5 +45_02DT_1930;18;0;36;0.5
BS02;N55.055046ш;E82.913260ш;LTE Band 3 (1800 MHz);0;BS02_1_B3;27;FFV4-65B-R3-V1_Port 5 +45_02DT_1930;18;0;36;0.5
BS02;N55.055046ш;E82.913260ш;LTE Band 3 (1800 MHz);120;BS02_2_B3;27;FFV4-65B-R3-V1_Port 5 +45_02DT_1930;18;0;36;0.5
BS02;N55.055046ш;E82.913260ш;LTE Band 3 (1800 MHz);240;BS02_3_B3;27;FFV4-65B-R3-V1_Port 5 +45_02DT_1930;18;0;36;0.5
BS03;N55.050154ш;E82.914162ш;LTE Band 3 (1800 MHz);0;BS03_1_B3;23;FFV4-65B-R3-V1_Port 5 +45_02DT_1930;18;0;36;0.5
BS03;N55.050154ш;E82.914162ш;LTE Band 3 (1800 MHz);120;BS03_2_B3;23;FFV4-65B-R3-V1_Port 5 +45_02DT_1930;18;0;36;0.5
BS03;N55.050154ш;E82.914162ш;LTE Band 3 (1800 MHz);240;BS03_3_B3;23;FFV4-65B-R3-V1_Port 5 +45_02DT_1930;18;0;36;0.5
BS01;N55.060872ш;E82.913046ш;5G N48 (3500 MHz);0;BS01_1_N48;25;MA64VB_High_Envelope;26;0;4.14;0
BS01;N55.060872ш;E82.913046ш;5G N48 (3500 MHz);120;BS01_2_N48;25;MA64VB_High_Envelope;26;0;4.14;0
BS01;N55.060872ш;E82.913046ш;5G N48 (3500 MHz);240;BS01_3_N48;25;MA64VB_High_Envelope;26;0;4.14;0
BS02;N55.055046ш;E82.913260ш;5G N48 (3500 MHz);0;BS02_1_N48;27;MA64VB_High_Envelope;26;0;4.14;0
BS02;N55.055046ш;E82.913260ш;5G N48 (3500 MHz);120;BS02_2_N48;27;MA64VB_High_Envelope;26;0;4.14;0
BS02;N55.055046ш;E82.913260ш;5G N48 (3500 MHz);240;BS02_3_N48;27;MA64VB_High_Envelope;26;0;4.14;0
BS03;N55.050154ш;E82.914162ш;5G N48 (3500 MHz);0;BS03_1_N48;23;MA64VB_High_Envelope;26;0;4.14;0
BS03;N55.050154ш;E82.914162ш;5G N48 (3500 MHz);120;BS03_2_N48;23;MA64VB_High_Envelope;26;0;4.14;0
BS03;N55.050154ш;E82.914162ш;5G N48 (3500 MHz);240;BS03_3_N48;23;MA64VB_High_Envelope;26;0;4.14;0
Стр 28, столб 1      80%  Windows (CRLF)  ANSI

```

Пример файла CSV с импортируемыми сайтами

Параметры сайта

При клике мышью в панели интерфейса Tree View на созданном сайте откроется панель параметров сайта, в которой можно редактировать наименование, координаты, указать дополнительную текстовую информацию, а также узнать высотную отметку сайта относительно уровня моря.

Параметры сайта

- 
Создать новый сайт как копию этого
- 
Переместить сайт вверх или вниз по списку
- 
Удалить сайт
- 
Загрузить секторы сайта из шаблона
- 
Сохранить секторы сайта в шаблон
- 
Позиционировать карту на сайт
- 
Применить параметры этого сайта ко всем активным сайтам

Наименование

Наименование сайта, текстовое поле.

Широта	Географическая широта сайта в формате, заданном пользователем в Настройках
Долгота	Географическая долгота сайта в формате, заданном пользователем в Настройках
Высотная отметка земли, м	Отметка земли относительно уровня моря, м, определяемая по введенным выше географическим координатам
Заметки	Текстовое поле
Группа	Выберите группу сайтов. Сайты можно объединять в группы (кластеры), что позволяет быстро включать/исключать большие группы сайтов из расчетов.

Параметры сектора

При создании сайта автоматически создается как минимум один сектор этого сайта.

В панели интерфейса Tree View рядом с каждой сайтом и сектором есть значок активности. Для того чтобы для сектора производились вычисления, данный сектор должен быть отмечен как активный (точка в центре значка).

При клике мышью на секторе откроется панель с параметрами данного сектора.

Параметры сектора










Сеть: LTE Band 20 (800 MHz) MIMO: MIMO-B 4x2

Наименование: Мощность передатчика: 40 Вт 46 дБм

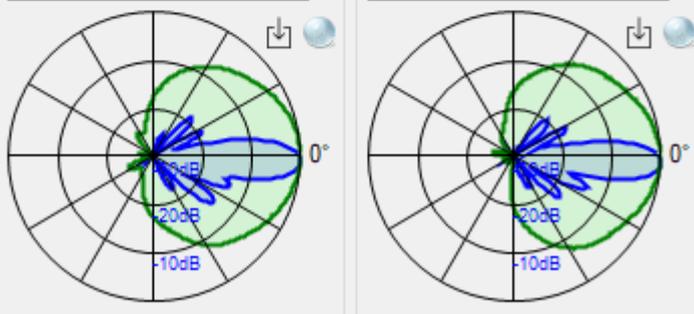
Тип оборудования: MR44EA

Антенно-фидерный тракт передачи и приема общий

	Потери в перед. тракте	Потери в приемном тракте
Тип кабеля	LDF4-50A 1/2"	LDF4-50A 1/2"
Длина кабеля	5 м	5 м
Потери в кабеле	0.3 дБ	0.3 дБ
Дополн. потери	0.2 дБ	0.2 дБ
Суммарные потери	0.5 дБ	0.5 дБ

	Передающая антенна	Приемная антенна
Высота антенны	25 м	25 м
Коэффициент усиления	14.5 дБи	14.5 дБи
Азимут	0 град.	0 град.
Наклон	0 град.	0 град.
Наименование антенны	FFV4-65B-R3-V1_Port 1 +45_()	FFV4-65B-R3-V1_Port 1 +45_()

Диаграммы направленности в дБ:
 - горизонтальная
 - вертикальная



ЭИИМ 60 дБм Цвет Best Server ■

Каналы DL: 840.75
Каналы UL: 799.75

Параметры сектора

Панель инструментов:



Создать новый сектор как копию текущего сектора



Переместить вверх или вниз по списку текущий сектор. Эти кнопки активны для TreeView вида «Только секторы» и «Сеть | Сектор».

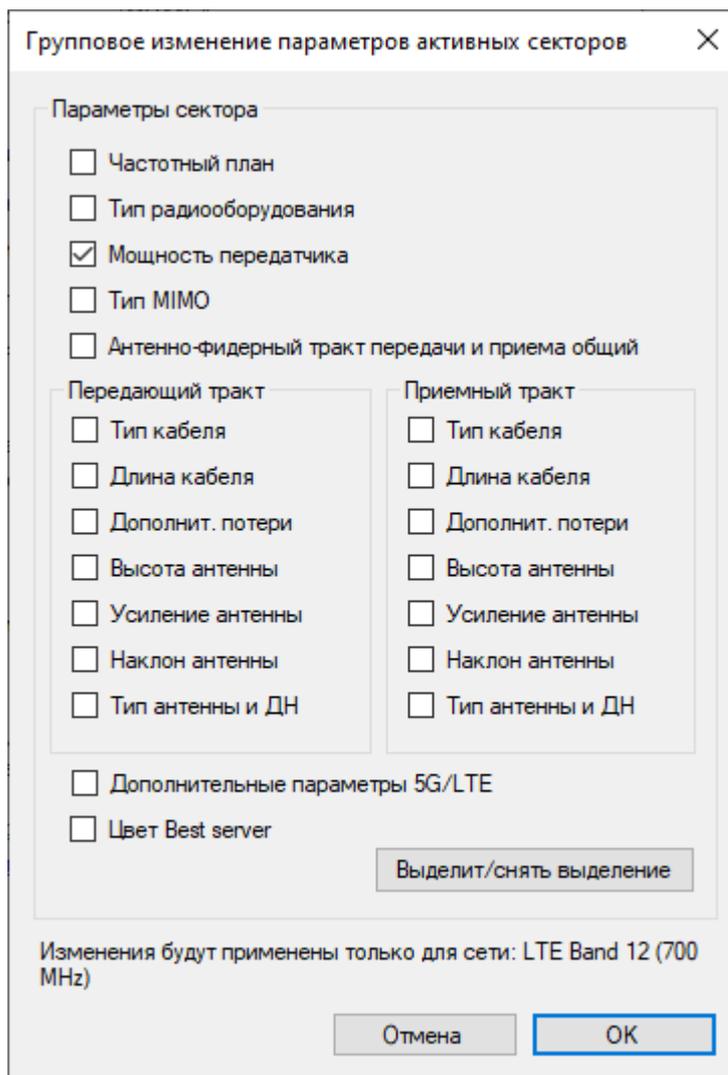


Удалить сектор

	Групповое изменение параметров активных секторов на основе параметров текущего сектора
	Позицировать карту на данный сайт
	Расширенные параметры сектора
	Анализ измерений сектора. Подробнее - см. в разделе «Импорт результатов измерений и настройка параметров модели расчета».
	Контуры FCC и ITU-R. Подробнее - см. в разделе ТВ и радиовещание

Сеть	Сеть, к которой относится сектор (выберите из выпадающего списка сетей)
MIMO	Тип MIMO для сектора. Выбор из выпадающего списка всех возможных конфигураций MIMO, указанных в системных параметрах данной сети.
Наименование	Наименование передатчика, текстовое поле. Если оставить поле пустым, то в панели TreeView слева будет автоматически отображаться азимут сектора. Если вы укажете имя в этом поле, оно будет отображаться в панели TreeView вместо азимута.
Тип радиооборудования	Модель радиооборудования, текстовое поле.
Антенно-фидерный тракт передачи и приема общий	Копирование параметров антенно-фидерного тракта передачи в тракт приема.
Мощность передатчика	Мощность передатчика, Вт. Дополнительно это значение дБм для контроля
Тип кабеля	Выбор типа основного кабеля для тракта передачи или приема из предлагаемого набора. Если нужного кабеля не оказалось в списке, то пользователь может добавить его самостоятельно – см. Приложение 1.1
Длина кабеля, м	Длина основного кабеля, м
Потери в кабеле, дБ	Потери в кабеле, дБ. Расчетная величина
Дополнительные потери, дБ	Дополнительные потери, дБ – потери на объединение, потери в джамперах и коннекторах. Любые дополнительные потери в тракте.

Суммарные потери, дБ	Суммарные потери, дБ. Расчетная величина.
Высота антенны, м	Высота центра излучения антенны относительно уровня земли, м
Коэффициент усиления, дБи	Коэффициент усиления антенны относительно изотропного излучателя, дБ. Следует обратить внимание, что при загрузке диаграммы направленности антенны из файла MSI импортируется также коэффициент усиления антенны с учетом единиц измерения в файле - дБи или дБд (конечно, если в файле MSI эта информация имеется).
Азимут, градусы	Азимут антенны в градусах
Наклон, градусы	Наклон антенны в градусах. Отрицательная величина – наклон вниз. Положительная величина – отклонение вверх.
Наименование антенны	Наименование антенны, текстовое поле. Автоматически заполняется названием файла диаграммы направленности антенны при выборе диаграммы направленности. Файл диаграммы направленности антенн – стандартный файл в формате MSI, который можно скачать с сайта производителя антенны. На нашем сайте также есть архив ДН антенн. Данные файла диаграммы направленности антенн интегрируются в файл проекта.  При загрузке диаграммы направленности антенны из файла MSI импортируется также коэффициент усиления антенны с учетом единиц измерения в файле - дБи или дБд (конечно, если в файле MSI эта информация имеется).



Групповое изменение параметров активных секторов

Групповое изменение параметров активных секторов на основе параметров текущего сектора – полезная функция, которая позволяет мгновенно поменять параметры любого количества секторов в соответствии с теми параметрами текущего сектора, которые будут выбраны пользователем.

Для того чтобы выполнить групповое изменение параметров, необходимо:

1. Отметить секторы, параметры которых необходимо поменять;
2. Установить в текущем секторе новые значения параметров;

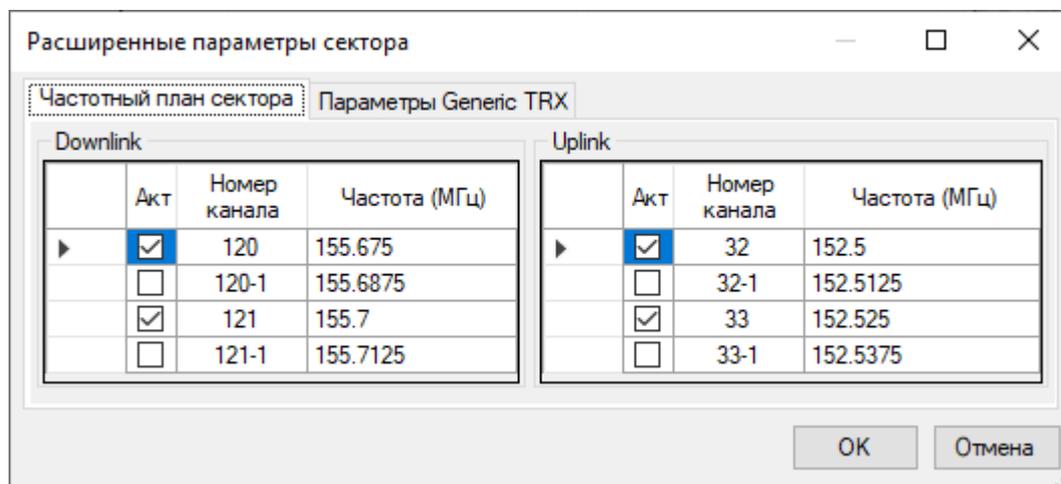
3. Нажать на кнопку , выбрать в появившемся перечне наименования те параметры, которые требуется поменять в выбранных секторах, и нажать на кнопку ОК.

Расширенные параметры сектора

Расширенные параметры сектора включают частотный план сектора и другие параметры, которые различаются для разных типов систем.

Частотный план сектора

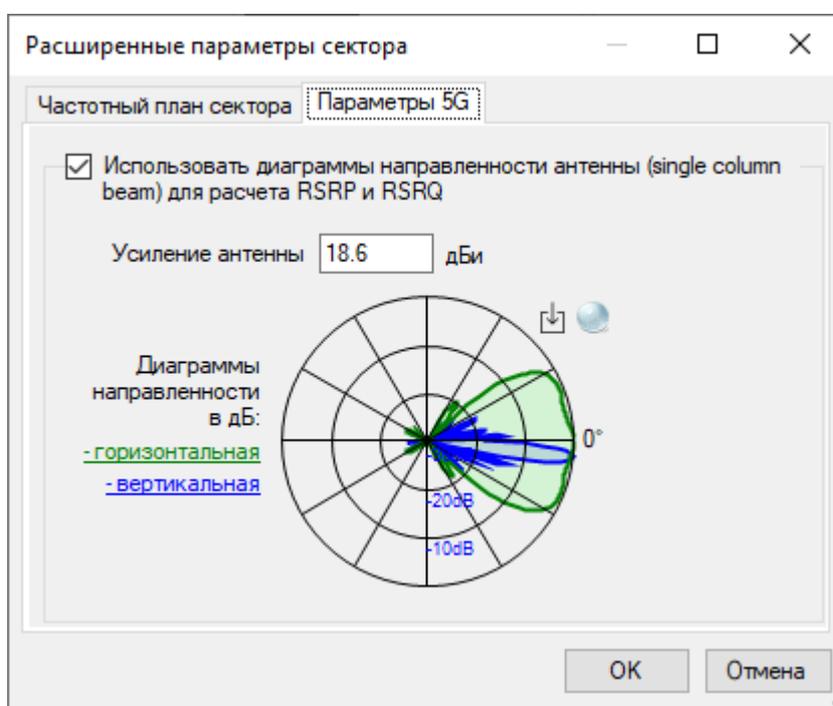
В частотном плане для сектора можно выбрать определенные частоты (или номера каналов) из всей сетки частот, указанной в системных параметрах этой сети.



Частотный план сектора

Расширенные параметры для LTE/5G

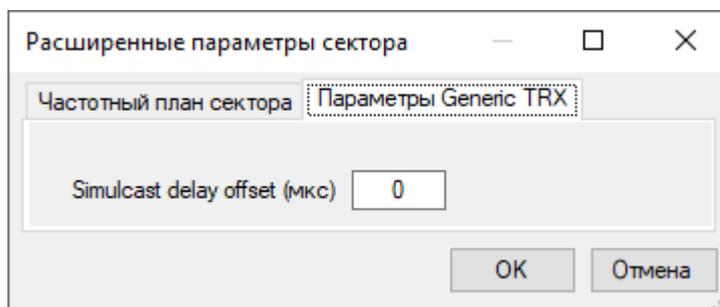
Расширенные параметры для сетей LTE и 5G включают использование специальной диаграммы направленности антенны (single column beam) для расчета RSRP и RSRQ.



Расширенные параметры для LTE/5G

Расширенные параметры для Generic TRX (только для синхронных сетей Simulcast)

В расширенных параметрах для Generic TRX учитывается значение simulcast delay offset (задержка передачи), которое используется только в синхронных сетях Simulcast.

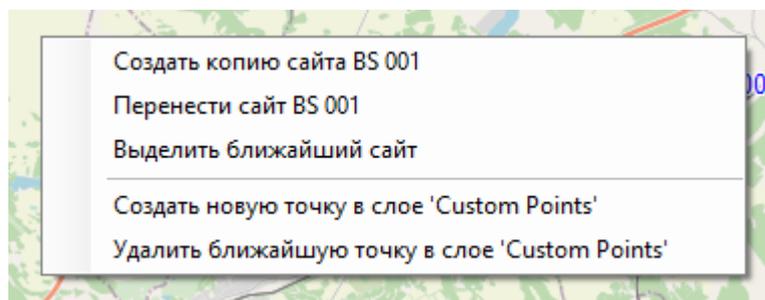


Параметры Simulcast

Simulcast delay offset (мкс) Задержка передачи simulcast для сектора, мкс

Контекстное меню на базовой карте

При щелчке правой кнопкой мыши на базовой карте появляется контекстное меню с параметрами для создания нового сайта в этой точке, перемещения выбранного сайта или открытия параметров ближайшего сайта.



Контекстное меню на базовой карте

Импорт параметров сайтов из файла Excel

В RadioPlanner 2.0 есть возможность импорта сайтов с их полной конфигурацией из файла Excel. Данная таблица имеет такой же формат, что и экспортируемая таблица в Меню Отчеты – Отчет для базовых станций/передатчиков. То есть, чтобы получить таблицу в нужном формате для дальнейшего ее заполнения по собственному усмотрению следует сначала экспортировать какую-либо таблицу из проекта с нужной вам системой из меню Отчеты – Отчет для базовых станций/передатчиков.

Правила, по которым осуществляется импорт сайтов из таблицы Excel:

1. Если в проекте уже существует сайт с таким именем, то новые импортируемые сектора будут добавлены в данный сайт, иначе будет создан новый сайт.

2. Если для сайта задана группа и если группа с таким именем уже существует в проекте, то сайт будет добавлен в эту группу. Если группы нет, то будет создана эта группа.
3. Если группа сайта не указана, то сайт будет создан вне групп.
4. Если в папке с документом Excel находится файл диаграммы направленности (ДН) антенны *.msi с именем, совпадающим с именем антенны импортируемого сектора, то будут загружены ДН из этого файла, иначе ДН останутся круговыми.

Base Station name	Group	Notes	Latitude	Longitude	Site elevation, m	Sector name	Radio equipment	Downlink Channel/Frequency, MHz	Uplink Channel/Frequency, MHz	MIMO	Tx power, W	Tx antenna						
												Azimuth, deg.	Antenna model	Antenna height	Beam tilt, deg.	Antenna gain, dBi	Cable type	Cable length
BS01	Cluster 1		N44.992241°	W123.025589°	135		MR44EA	731.5	701.5	MIMO-B 4x2	40	0	FFV4-85B-R3-V	25	0	14.5	LDF4-50A	5
							MR44EA	731.5	701.5	MIMO-B 4x2	40	120	FFV4-85B-R3-V	25	0	14.5	LDF4-50A	5
							MR44EA	731.5	701.5	MIMO-B 4x2	40	240	FFV4-85B-R3-V	25	0	14.5	LDF4-50A	5
BS02	Cluster 1		N44.988442°	W122.983360°	135		MR44EA	731.5	701.5	MIMO-B 4x2	40	0	FFV4-85B-R3-V	25	0	14.5	LDF4-50A	5
							MR44EA	731.5	701.5	MIMO-B 4x2	40	120	FFV4-85B-R3-V	25	0	14.5	LDF4-50A	5
							MR44EA	731.5	701.5	MIMO-B 4x2	40	240	FFV4-85B-R3-V	25	0	14.5	LDF4-50A	5
BS03	Cluster 1		N44.940501°	W123.017893°	135		MR44EA	731.5	701.5	MIMO-B 4x2	40	0	FFV4-85B-R3-V	25	0	14.5	LDF4-50A	5
							MR44EA	731.5	701.5	MIMO-B 4x2	40	120	FFV4-85B-R3-V	25	0	14.5	LDF4-50A	5
							MR44EA	731.5	701.5	MIMO-B 4x2	40	240	FFV4-85B-R3-V	25	0	14.5	LDF4-50A	5
BS04	Cluster 2		N44.983900°	W123.084489°	135		MR44EA	731.5	701.5	MIMO-B 4x2	40	0	FFV4-85B-R3-V	25	0	14.5	LDF4-50A	5
							MR44EA	731.5	701.5	MIMO-B 4x2	40	120	FFV4-85B-R3-V	25	0	14.5	LDF4-50A	5
							MR44EA	731.5	701.5	MIMO-B 4x2	40	240	FFV4-85B-R3-V	25	0	14.5	LDF4-50A	5
BS05	Cluster 2		N44.948810°	W123.067474°	135		MR44EA	731.5	701.5	MIMO-B 4x2	40	0	FFV4-85B-R3-V	25	0	14.5	LDF4-50A	5
							MR44EA	731.5	701.5	MIMO-B 4x2	40	120	FFV4-85B-R3-V	25	0	14.5	LDF4-50A	5
							MR44EA	731.5	701.5	MIMO-B 4x2	40	240	FFV4-85B-R3-V	25	0	14.5	LDF4-50A	5

Пример таблицы сайтов с импортируемыми параметрами в Microsoft Excel

Модели распространения радиоволн

В RadioPlanner 3.0 вы можете выбрать одну из нескольких моделей распространения радиоволн для прогнозирования радиопокрытия.

Основные параметры для каждой из моделей приведены в таблице ниже.

Модели распространения радиоволн	Диапазон частот	Использование	
		ЦММ	ЦМП
ITU-R P.1812-6	30 МГц - 6 ГГц	+	+
Лонгли-Райса (ITM) v 1.2.2	20 МГц - 20 ГГц	+	+
Окамура-Хата	100 МГц - 1.5 ГГц	-	+
3GPP TR 38.901	500 МГц - 20 ГГц	+ ¹	-
ITU-R P.1546-6	30 МГц - 4 ГГц	+	+
ITU-R P.528-3 + P.526-14	125 МГц - 15.5 ГГц	+	+

¹Используется только для определения наличия прямой видимости

Модель ITU-R P.1812-6

Это современная, ГИС – ориентированная, детерминированная модель, которая специфицирована в рекомендации МСЭ-R P.1812-6 (09/2021) “Метод прогнозирования распространения сигнала на конкретной трассе для наземных служб "из пункта в зону" в диапазоне частот 30 МГц - 6 000 МГц” (A path-specific propagation prediction method for point-to-area terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 6 000 MHz).

В модели учитываются следующие факторы, влияющие на распространение радиоволн:

- дифракционные потери на трассе с учетом профиля местности, извлекаемого из цифровой модели рельефа местности;
- влияние местных окружающих препятствий, информация о которых извлекается из цифровой модели препятствий;
- временная и пространственная нестабильность принимаемого радиосигнала (медленные и быстрые замирания на трассе распространения сигнала);

Модель распространения ✕

Rec. ITU-R P.1812-6 ▼

Процент мест и времени

Процент мест % σ_{LN} дБ

Процент времени % σ_R дБ

Доп. запас на замирания дБ σ_t дБ

Запас на замирания дБ

Потери на препятствиях

Учет потерь на преп. Сеть ▼

Расчет потерь на преп. в соотв. с Рек. ITU-R P.1812

Тип препятствия	Потери для АС №1, дБ	Потери для АС №2, дБ
Открытое пространство	0	0
Водная поверхность	0	0
Лес	15	14.6
Пригородная застройка	13.1	12.5
Городская застройка	15	14.6
Плотная городская застройка	20.6	20.4
Открытая территория в лесу	8.3	7.5
Открытая территория в приг...	7.1	6.1
Открытая территория в городе	8.3	7.5

Исключить водную поверхность из зоны покрытия

Параметры модели МСЭ-R P.1812-6

Процент мест, %	Устанавливается процент по месту, для которого будет выполнен расчет (50–99 %, обычно 50 %, 90 % или 95 %) Установите 50%, если хотите полностью исключить влияние вероятности по месту.
Процент времени, %	Устанавливается процент по времени, для которого будет выполнен расчет (обычно 90-95%); Установите 50%, если хотите полностью исключить влияние вероятности по времени.
Дополнительный запас на замирания, дБ	Дополнительный запас на замирания, который будет учитываться при расчетах (например, экранирование сигнала телом человека);
σ_{LN} , дБ	Логнормальное стандартное отклонение медленных (теневого) замираний, дБ. Это значение зависит от разрешения цифровой модели рельефа местности и несущей частоты. Типичное значение 2-5 дБ для современных ЦМР.
σ_R , дБ	Стандартное отклонение быстрых замираний Рэлея, дБ. Обычно 7,5 дБ
σ_t , дБ	Стандартное отклонение временной изменчивости, дБ. На расстояниях до 50 км от обычно колеблется в пределах 2-3 дБ для суши и до 9 дБ для моря. См. Таблицу 3 в Рекомендации МСЭ-R P.1406-2 "Влияние распространения, относящееся к наземным сухопутным подвижным и радиовещательным службам в диапазонах ОВЧ и УВЧ".
Суммарный запас, дБ	Суммарный запас, дБ. Расчетная величина с учетом местоположения и временной изменчивости, а также дополнительного запаса на замирания.
Добавить потери на препятствиях	Учитывать потери на препятствиях
Тип сети	Выбрать сеть, для которой будут учитываться данные потери
Расчет потерь в соответствии с Rec. ITU-R P.1812	Расчет потерь в соответствии с Rec. ITU-R P.1812

Потери на препятствиях (клаттере)

Потери на местных препятствиях по рекомендацией ITTU-R P.1812-6 зависят от таких факторов, как высота антенны мобильного устройства, частота, типичная ширина улиц, средняя высота и тип препятствий.

Частота и высота антенны для каждого из двух типов мобильных устройств (портативного и мобильного) задаются в меню «Сеть». Типичная ширина улиц принята 27 м (в соответствии с ITU-R P.1812-6). ЦМП определяет тип препятствий в каждой точке.

Средние высоты для различных типов препятствий задаются в меню «Геоданные». Высота препятствий по умолчанию:

	Тип препятствий	Цвет	Высота (м)
1	Открытое пространство		7
2	Водная поверхность		0
3	Лес		15
4	Пригородная застройка		10
5	Городская застройка		15
6	Плотная городская застройка		20
7	Открытая территория в лесу		7
8	Открытая территория в пригороде		5
9	Открытая территория в городе		7

Вы также можете вручную в таблице установить потери для каждого типа препятствий на основе собственных данных.

Модель ITU-R P.1546-6

Модель базируется на рекомендации МСЭ-R P.1546-6 (08/2019) «Метод прогнозирования для трасс связи "пункта с зоной" для наземных служб в диапазоне частот от 30 МГц до 4000 МГц» (Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 4 000 MHz).

Модель МСЭ-R P.1546-6 является эмпирической, так как основана на полученных экспериментальным путём кривых зависимости напряженности поля от расстояния для разных частот, высот антенн, типов трассы и вероятности по времени. В рекомендации МСЭ-R P.1546-6, кроме указанных кривых учитываются составляющие потерь, определяемые поправкой на угол просвета со стороны приемника и поправкой на высоту окружающих абонентскую станцию. Данные поправки определяются особенностями рельефа местности и препятствиях на конкретной территории.

Модель распространения

Rec. ITU-R P.1546-6

Процент мест и времени

Процент мест 90 % σ_{LN} 5.5 дБ

Процент времени 50 % σ_R 7.5 дБ

Доп. запас на замирания 0 дБ

Запас на замирания 11.9 дБ

Тип трассы Сухопутная

Учет поправки на угол просвета со стороны приемника

Потери на препятствиях

Учет потерь на преп. Сеть DMR

Расчет потерь на преп. в соотв. с Рек. ITU-R P.1546

Тип препятствия	Потери для АС №1, дБ	Потери для АС №2, дБ
Открытое пространство	0	0
Водная поверхность	0	0
Пес	16.8	14
Пригородная застройка	15.2	12.4
Городская застройка	16.8	14
Плотная городская застройка	21.8	19
Открытая территория в лесу	11.2	8.4
Открытая территория в приг...	10.1	7.3
Открытая территория в городе	11.2	8.4

Исключить водную поверхность из зоны покрытия

Параметры модели МСЭ-R P.1546-6

Подход к расчету запаса на замирания, учитывающий статистическую изменчивость по месту и времени, аналогичен подходу, описанному в модели распространения ITU-R P.1812.

Процент мест, %

Устанавливается процент по месту, для которого будет выполнен расчет (50–99 %, обычно 50 %, 90 % или 95 %) Установите 50%, если хотите полностью исключить влияние вероятности по месту.

Процент времени, %

Устанавливается процент по времени, для которого будет выполнен расчет (обычно 90-95%); Установите 50%, если хотите полностью исключить влияние вероятности по времени.

Дополнительный запас на замирания, дБ	Дополнительный запас на замирания, который будет учитываться при расчетах (например, экранирование сигнала телом человека);
σ_{LN} , дБ	Логнормальное стандартное отклонение медленных (теневого) замираний, дБ. Это значение зависит от разрешения цифровой модели рельефа местности и несущей частоты. Типичное значение 2-5 дБ для современных ЦМР.
σ_R , дБ	Стандартное отклонение быстрых замираний Рэлея, дБ. Обычно 7,5 дБ
σ_t , дБ	Стандартное отклонение временной изменчивости, дБ. На расстояниях до 50 км σ_t обычно колеблется в пределах 2-3 дБ для суши и до 9 дБ для моря. См. Таблицу 3 в Рекомендации МСЭ-R P.1406-2 "Влияние распространения, относящееся к наземным сухопутным подвижным и радиовещательным службам в диапазонах ОВЧ и УВЧ".
Суммарный запас, дБ	Суммарный запас, дБ. Расчетная величина с учетом местоположения и временной изменчивости, а также дополнительного запаса на замирания.
Тип трассы	Тип трассы из следующего набора: <ul style="list-style-type: none">- Сухопутная- Трасса над холодным морем- Трасса над теплым морем
Учет поправки на угол просвета со стороны приемника	Учитывать рельеф местности со стороны приемника
Добавить потери на препятствиях	Учитывать дополнительные потери на препятствиях. Пользователь может задать величину потерь на препятствиях вручную для каждого типа препятствий, основываясь на сторонних данных о величине потерь – для этого нужно указать Добавить потери на препятствиях и ввести в таблицу соответствующие потери.
Использовать величину потерь на препятствиях в соответствии с МСЭ-R P.1546-6	Вычисление дополнительных потерь на препятствиях в соответствии с рекомендацией МСЭ-R P.1546-6 в зависимости от средней (типовой) высоты препятствий.

Модель Лонгли-Райса или ITM (Longley-Rice, Irregular Terrain Model)

Модель была разработана для частот от 20 МГц до 40 ГГц и для трасс длиной от 1 км до 2000 км. В RadioPlanner 3.0 используется версия 1.2.2 модели Лонгли-Райса. Эта модель де-факто является индустриальным стандартом для расчета зон радиопокрытия в Северной Америке.

Модель распространения ✕

Longley-Rice ▼

Процент мест и времени

Процент мест %

Процент времени %

Доп. запас на замирания дБ

Параметры трассы

Индекс рефракции N-единицы

Проводимость См/м

Диэлектр. прониц.

Тип климата ▼

Поляризация антенны ▼

Потери на препятствиях

Учет потерь на преп. Сеть ▼

Тип препятствия	Потери для АС №1, дБ	Потери для АС №2, дБ
Открытое пространство	0	0
Водная поверхность	0	0
Лес	20	20
Пригородная застройка	15	15
Городская застройка	20	20
Плотная городская застройка	25	25
Открытая территория в лесу	10	10
Открытая территория в пригор...	5	5
Открытая территория в городе	10	10

Исключить водную поверхность из зоны покрытия

Параметры модели Лонгли-Райса

Процент мест, %	Устанавливается процент по месту, для которого будет выполнен расчет (50–99 %, обычно 50 %, 90 % или 95 %) Установите 50%, если хотите полностью исключить влияние вероятности по месту.
Процент времени, %	Устанавливается процент по времени, для которого будет выполнен расчет (обычно 90-95%); Установите 50%, если хотите полностью исключить влияние вероятности по времени.
Дополнительный запас на замирания, дБ	Дополнительный запас на замирания, который будет учитываться при расчетах (например, экранирование сигнала телом человека);
Индекс рефракции, N-единицы	Индекс атмосферной рефракции (преломления) радиоволн у поверхности земли, измеренный в N-единицах. Для средней рефракции N=301
Проводимость, См/м	Проводимость поверхности, См/м
Относительная диэлектрическая проницаемость	Относительная диэлектрическая проницаемость поверхности
Тип климата	Тип климата из следующего набора: <ul style="list-style-type: none">- Экваториальный- Континентальный субтропический- Морской Субтропический- Пустынный- Континентальный умеренный- Морской умеренный над сушей- Морской умеренный над морем
Поляризация	Тип поляризации вертикальная/горизонтальная

В модели распространения Лонгли-Райса потери на местных препятствиях вводятся вручную непосредственно в таблицу для каждой сети.

Модель Окамура-Хата

Данная эмпирическая модель была разработана Хатой и основана на экспериментальных данных Окамура, полученных в городских и пригородных районах Токио. При расчете покрытия по этой модели необходимо определить, к какой категории относится застройка в месте расположения сайта: городской, пригородной или открытой местности. Потери на трассе распространения сигнала рассчитываются по разным формулам в зависимости от типа территории.

- **Городская застройка:** застроенный город или большой город, включая здания и дома с двумя или более этажами, или большие деревни и высокие деревья, зеленые насаждения.
- **Пригородная застройка:** небольшой город, деревня или шоссе, разбросанные деревьями и домами, некоторые препятствия рядом с мобильным комплексом, но не очень перегруженные и разбросанные промышленные предприятия.
- **Открытая местность:** нет высоких деревьев или зданий на пути радиоволн, открытые поля, земля расчищена на 300–400 м впереди, очень низкая загруженность.

В RadioPlanner 3.0 вы можете выбрать один из этих стандартных типов застройки Окамура-Хата, который будет применен для всей территории или выбрать тип помех «По данным ЦМП» для автоматического определения типа застройки Окамура-Хата на основе ЦМП. Таблица соответствия между ЦМП и типом застройки по Окамура-Хата показана ниже. При выборе этой опции вы также можете использовать дополнительное ослабление для различных типов застройки, которое указывается в таблице для каждого типа застройки.

	Тип препятствий в ЦМП RadioPlanner 3.0	Цвет	Тип застройки по Окамура-Хата
1	Открытое пространство		Открытая местность
2	Водная поверхность		Открытая местность
3	Лес		Открытая местность
4	Пригородная застройка		Пригородная застройка
5	Городская застройка		Городская застройка
6	Плотная городская застройка		Городская застройка
7	Открытая территория в лесу		Открытая местность
8	Открытая территория в пригороде		Пригородная застройка
9	Открытая территория в городе		Городская застройка

Модель распространения

Okumura-Hata

Процент мест и времени

Процент мест 90 % σ_{LN} 5.5 дБ

Процент времени 90 % σ_R 7.5 дБ

Доп. запас на замирания 0 дБ σ_t 2 дБ

Запас на замирания 12.2 дБ

Тип местности В соответствии с ЦМП

Дополнительные потери на препятствиях

Сеть DMR

Тип препятствия	Потери для АС №1, дБ	Потери для АС №2, дБ
Открытое пространство	0	0
Водная поверхность	0	0
Лес	0	0
Пригородная застройка	0	0
Городская застройка	0	0
Плотная городская застройка	0	0
Открытая территория в лесу	0	0
Открытая территория в пригор...	0	0
Открытая территория в городе	0	0

Исключить водную поверхность из зоны покрытия

Модель Окамура–Хата

Подход к расчету запаса на замирания, учитывающий статистическую изменчивость по месту и времени, аналогичен подходу, описанному в модели распространения ITU-R P.1812.

Процент мест, %	Устанавливается процент по месту, для которого будет выполнен расчет (50–99 %, обычно 50 %, 90 % или 95 %) Установите 50%, если хотите полностью исключить влияние вероятности по месту.
Процент времени, %	Устанавливается процент по времени, для которого будет выполнен расчет (обычно 90-95%); Установите 50%, если хотите полностью исключить влияние вероятности по времени.
Дополнительный запас на замирания, дБ	Дополнительный запас на замирания, который будет учитываться при расчетах (например, экранирование сигнала телом человека);
σ_{LN} , дБ	Логнормальное стандартное отклонение медленных (теневого) замираний, дБ. Это значение зависит от разрешения цифровой модели

	рельефа местности и несущей частоты. Типичное значение 2-5 дБ для современных ЦМР.
σ_R , дБ	Стандартное отклонение быстрых замираний Рэля, дБ. Обычно 7,5 дБ
σ_t , дБ	Стандартное отклонение временной изменчивости, дБ. На расстояниях до 50 км от обычно колеблется в пределах 2-3 дБ для суши и до 9 дБ для моря. См. Таблицу 3 в Рекомендации МСЭ-R P.1406-2 "Влияние распространения, относящееся к наземным сухопутным подвижным и радиовещательным службам в диапазонах ОВЧ и УВЧ".
Суммарный запас, дБ	Суммарный запас, дБ. Расчетная величина с учетом местоположения и временной изменчивости, а также дополнительного запаса на замирания.
Тип застройки	Выбор типа застройки: <ul style="list-style-type: none">- По данным ЦМП- Открытая местность- Пригородная- Городская
Тип сети	Выбор сети, для которой будут использоваться данные потери на препятствиях

Модель 3GPP TR 38.901

Эта модель подробно описана в Техническом отчете 3GPP 5G "Исследование модели канала для частот от 0,5 до 100 ГГц" (3GPP TR 38.901, версия 17.0.0, выпуск 17; 2022-04).

Модель распространения

3GPP TR 38.901

Процент мест и времени

Процент мест 90 % σ_{LN} 5.5 дБ

Процент времени 90 % σ_R 7.5 дБ

Доп. запас на замирания 0 дБ σ_t 2 дБ

Запас на замирания 12.2 дБ

Тип местности Urban Macro

Исключить водную поверхность из зоны покрытия

Модель 3GPP TR 38.901

Подход к расчету запаса на замирания, учитывающий статистическую изменчивость по месту и времени, аналогичен подходу, описанному в модели распространения ITU-R P.1812.

Процент мест, %	Устанавливается процент по месту, для которого будет выполнен расчет (50–99 %, обычно 50 %, 90 % или 95 %) Установите 50%, если хотите полностью исключить влияние вероятности по месту.
Процент времени, %	Устанавливается процент по времени, для которого будет выполнен расчет (обычно 90-95%); Установите 50%, если хотите полностью исключить влияние вероятности по времени.
Дополнительный запас на замирания, дБ	Дополнительный запас на замирания, который будет учитываться при расчетах (например, экранирование сигнала телом человека);
σ_{LN} , дБ	Логнормальное стандартное отклонение медленных (теневого) замираний, дБ. Это значение зависит от разрешения цифровой модели рельефа местности и несущей частоты. Типичное значение 2-5 дБ для современных ЦМР.
σ_R , дБ	Стандартное отклонение быстрых замираний Рэлея, дБ. Обычно 7,5 дБ
σ_t , дБ	Стандартное отклонение временной изменчивости, дБ. На расстояниях до 50 км от обычно колеблется в пределах 2-3 дБ для суши и до 9 дБ для моря. См. Таблицу 3 в Рекомендации МСЭ-R P.1406-2 "Влияние распространения, относящееся к наземным сухопутным подвижным и радиовещательным службам в диапазонах ОВЧ и УВЧ".
Суммарный запас, дБ	Суммарный запас, дБ. Расчетная величина с учетом местоположения и временной изменчивости, а также дополнительного запаса на замирания.

Тип застройки	Выбор типа застройки:
	<ul style="list-style-type: none">- Rural Macro (Сельская макроуровень)- Urban Macro (Городская макроуровень)- Urban Micro-Street Canyon (Городская микроуровень улицы)

Типы и параметры расчетов

RadioPlanner 3.0 позволяет выполнять следующие типы расчетов радиопокрытия:

- Уровень принимаемой мощности (Received Power)
- Зоны максимального уровня мощности на приеме (Best Server)
- Соотношение сигнал/(помехи+шум) (C/(I+N) Ratio)
- Максимальная пропускная способность (Maximum Throughput)
- Количество доступных сетей (Number of Networks)
- Максимальная агрегатная пропускная способность (Maximum Aggregated Throughput)
- Определение области с уровнем сигнала выше порога на БС и АС (Area with Signal above Both Base and Mobile Thresholds)
- Количество доступных секторов БС (Number of Servers)
- Вероятность покрытия (Coverage Probability)
- Уровень принимаемой мощности опорного сигнала (RSRP) для сетей LTE и 5G
- Уровень качества принятого опорного сигнала (RSRQ) для сетей LTE и 5G
- Разброс задержки сигнала для синхронных сетей радиосвязи (Simulcast Delay Spread)
- Уровень принимаемой мощности с учетом помех для синхронных сетей радиосвязи (Received Power with Simulcast Interference)
- Напряженность поля в точке приема (Field Strength)
- Зоны TalckOut/TalckBack

Доступность того или иного типа расчета определяется типом выбранной системы.

Уровень принимаемой мощности downlink/uplink - Received power DL/UL

При этом типе расчета на базовой карте различными цветами отображаются области, где на приемнике присутствует соответствующий диапазон уровней мощности сигнала.

Сеть

Наименование сети: DMR

Тип системы: Generic TRX

Параметры сети

Downlink: 155 МГц Uplink: 152 МГц

Чувствительность DL: -100 дБм Чувствительность UL: -100 дБм

Радиус расчета: 50 км

	AC №1	AC №2
Тип	PD405	MD785G
Мощность передатчика (Вт)	5	50
Ослабление в АФТ (дБ)	0	0.5
Высота антенны (м)	1.5	3
Козф. усиления антенны (дБи)	0	3

Использовать направленную антенну для AC (UE)

Тип расчета: Received Power (DL)

Уровни принимаемой мощности downlink для AC (UE) №1

3 Количество уровней

Цвет	Уровень	Описание
	> -85 дБм	носимая внутри помещений
	-92 ÷ -85 дБм	носимая в авто
	-100 ÷ -92 дБм	носимая вне помещений

Учитывать помехи по совмещенному каналу

Учитывать помехи по соседнему каналу

Цвет области помех (белый - прозрачный)

Пороговый уровень отношения C/(I+N) 16.2 дБ

Уровень принимаемой мощности downlink для AC (UE) №2

	> -100 дБм	возимая
---	------------	---------

Параметры расчета "Уровень принимаемой мощности"

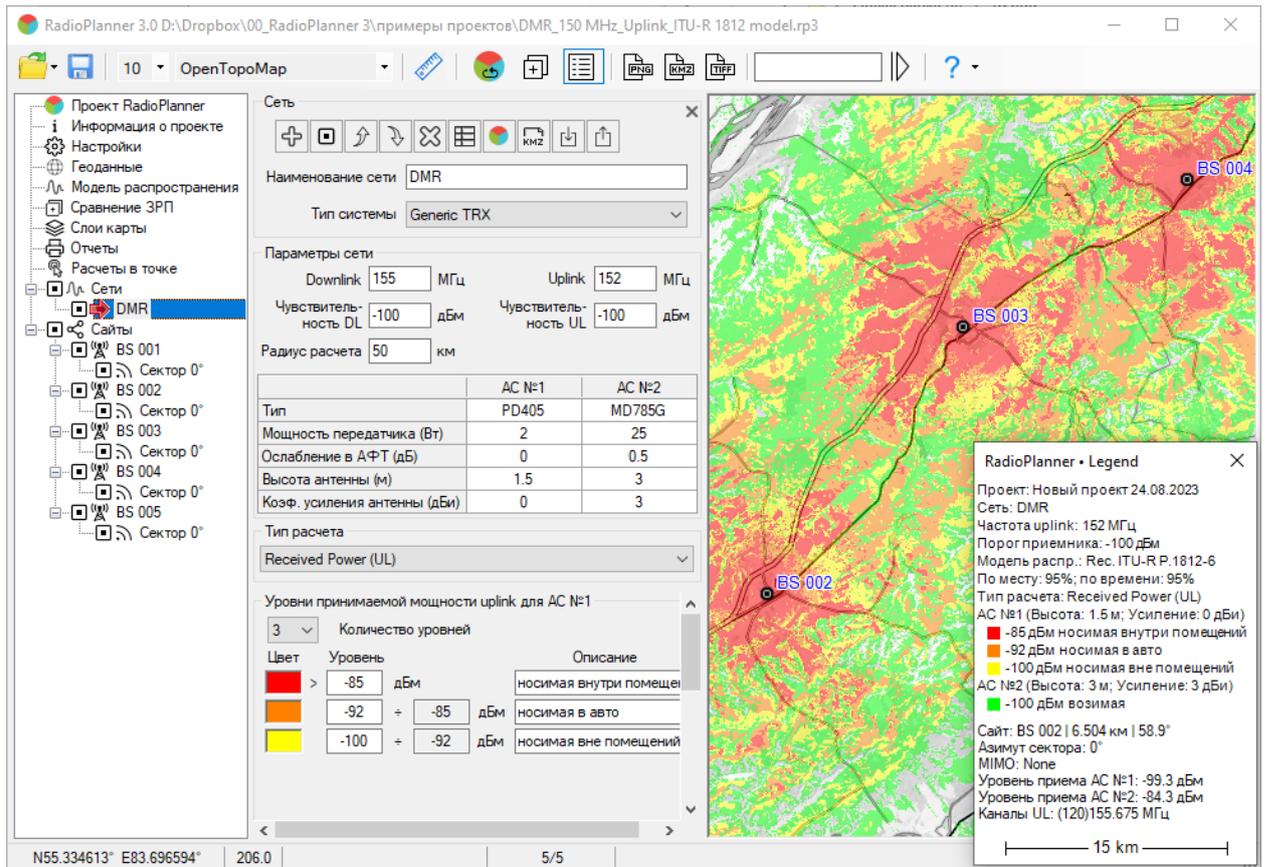
Количество уровней	Количество уровней принимаемой мощности сигнала
Цвет	Цвет уровня принимаемой мощности сигнала
Уровень, дБм	Уровень принимаемой мощности, дБм
Описание	Текстовое поле как описание для каждого из уровней сигнала
Учитывать помехи по совмещенному каналу	Выполните расчет покрытия с учетом помех в совмещенном канале, используя частотные присвоения для каждого сектора.
Учитывать помехи по соседнему каналу	Выполнить расчет покрытия с учетом помех по соседнему каналу, используя параметры в настройках сети (Ширина канала и Избирательность по соседнему каналу), а также частотные назначения для каждого сектора.
Цвет области помех (белый - прозрачный)	Выбор цвета, которым будет обозначена область помех. Если выбрать белый цвет, то область будет прозрачной.
Пороговый уровень отношения $C/(I+N)$	Требуемое отношение $C/(I+N)$, дБ. Это минимально допустимое отношение $C/(I+N)$, требуемое приемником для «приемлемой» работы. «Приемлемый» может означать разное с точки зрения качества сигнала, поэтому это значение может быть разным в зависимости от конкретной системы радиосвязи. Область с отношением $C/(I+N)$ ниже требуемого отношения $C/(I+N)$ будет показана на карте как зона помех.

Для абонентской станции №1 можно установить от одного до восьми различных уровней принимаемого сигнала, и таким образом смоделировать различные условия приема (например, на улице, внутри салона автомобиля, внутри помещений и т.д.).

Для абонентской станции №2, в качестве которой предполагается возимая абонентская станция с размещением антенны на крыше автомобиля, можно установить только один уровень принимаемого сигнала.

В расчете также можно учесть внутрисистемные помехи по совмещенному и соседним каналам, отметив соответствующие чек-боксы в нижней части панели. При этом зоны, где интерференция по совмещенному и/или соседним каналам превышает допустимую, будут исключены из зоны покрытия. Полезным сигналом принимается сигнал с максимальным уровнем в данной точке. При расчете помех всегда учитывается шумовая составляющая, которая зависит от эквивалентной шумовой полосы и коэффициента шума приемника (задаются во вкладке «Тепловой шум и помехи» соответствующей сети).

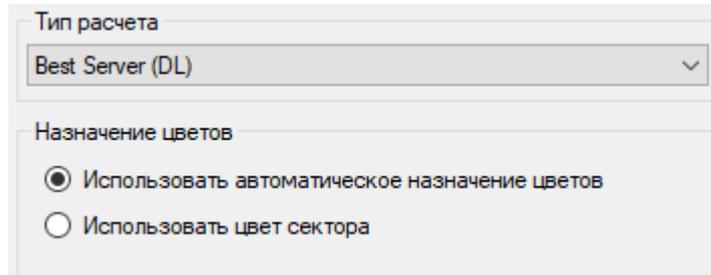
Расчет помех выполняется только для одного типа абонентской станции – АС №1.



Пример расчета уровней принимаемой мощности для сети DMR

Зоны максимального уровня мощности на приеме downlink/uplink – Best Server DL/UL

В данном типе расчета на базовой карте отображаются области, в которых мощность на приеме downlink/uplink от соответствующего сектора БС больше, чем от секторов других БС. При этом цвета, которыми обозначаются зоны от различных секторов могут быть назначены автоматически из стандартного набора или назначены в соответствии с цветом, указанным в параметрах сектора.



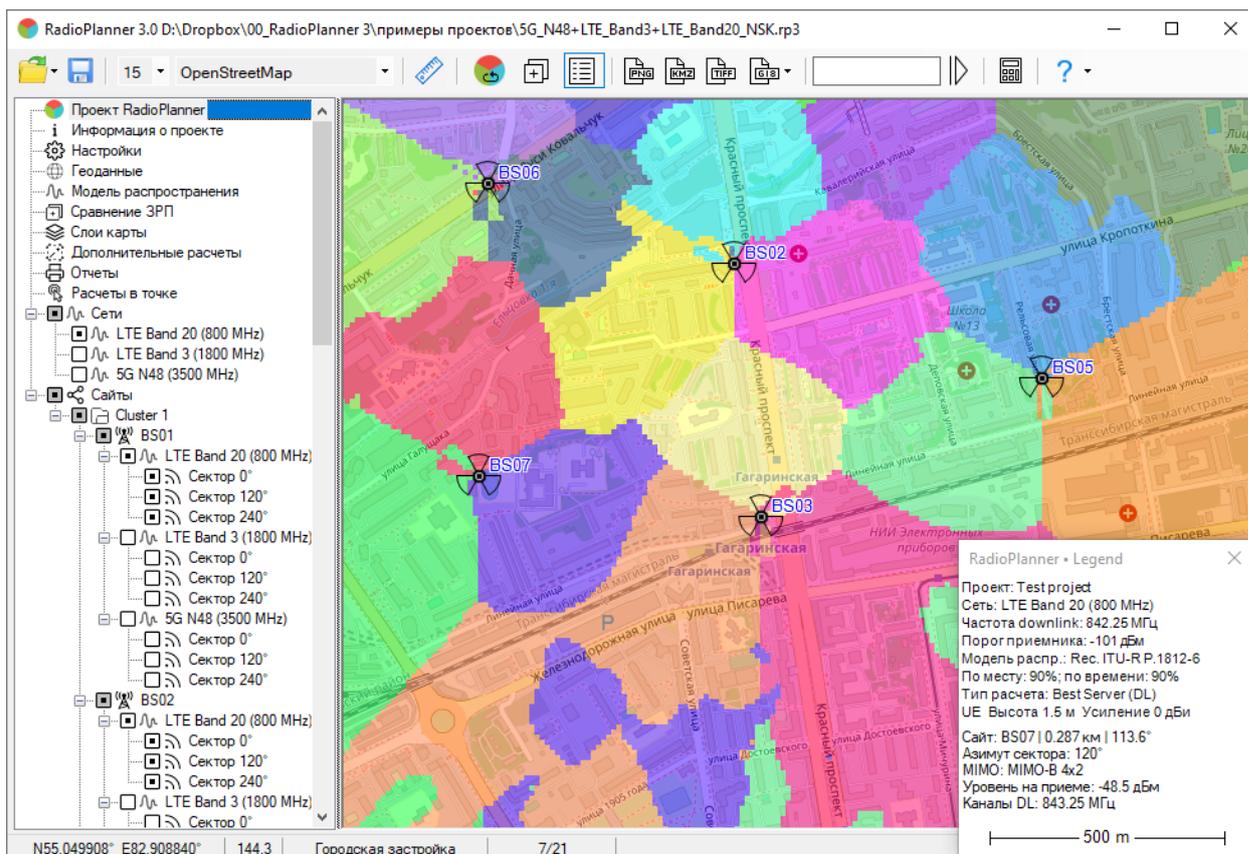
Параметры расчета "Зоны максимального уровня" (Best Server)

Использовать автоматическое
назначение цветов

Назначение цветов секторам БС выполняется
автоматически из стандартного набора

Использовать цвет сектора

Назначение цветов секторам БС выполнится в
соответствии с цветом, указанным в параметрах
сектора



Пример расчета Best Server для сети LTE

Расчет с учетом баланса мощности (Areas with Signal Levels above Both the Base a Mobile Threshold)

При выполнении расчета с учетом баланса мощности программа сначала выполняет сравнение энергетики направлений downlink и uplink для сектора базовой станции и затем производит расчет радиопокрытия для того направления, у которого меньше уровень сигнала на приеме.

Расчет покрытия с учетом баланса мощности можно выполнить для разных условий использования абонентской станции №1 (носимой), например - в помещениях, вне помещений и внутри автомобиля. Каждому условию использования соответствует свой цвет и свое значение потерь (запаса) на проникновение сигнала, которые указываются в поле формы.

Для мобильной станции №2 выполняется расчет вне помещений.

Сеть

Наименование сети: DMR

Тип системы: Generic TRX

Параметры сети

Downlink: 155 МГц Uplink: 152 МГц

Чувствительность DL: -100 дБм Чувствительность UL: -100 дБм

Радиус расчета: 50 км

	AC №1	AC №2
Тип	PD405	MD785G
Мощность передатчика (Вт)	2	25
Ослабление в АФТ (дБ)	0	0.5
Высота антенны (м)	1.5	3
Козф. усиления антенны (дБи)	0	3

Тип расчета: Areas with Signal Levels above Both the Base And Mobile Thresho

Зона покрытия с учетом баланса мощности для AC №1

3 Количество уровней

Цвет	Потери на проникновение	Описание
	18 дБ	Внутри здания
	10 дБ	В автомобиле
	0 дБ	Вне помещения

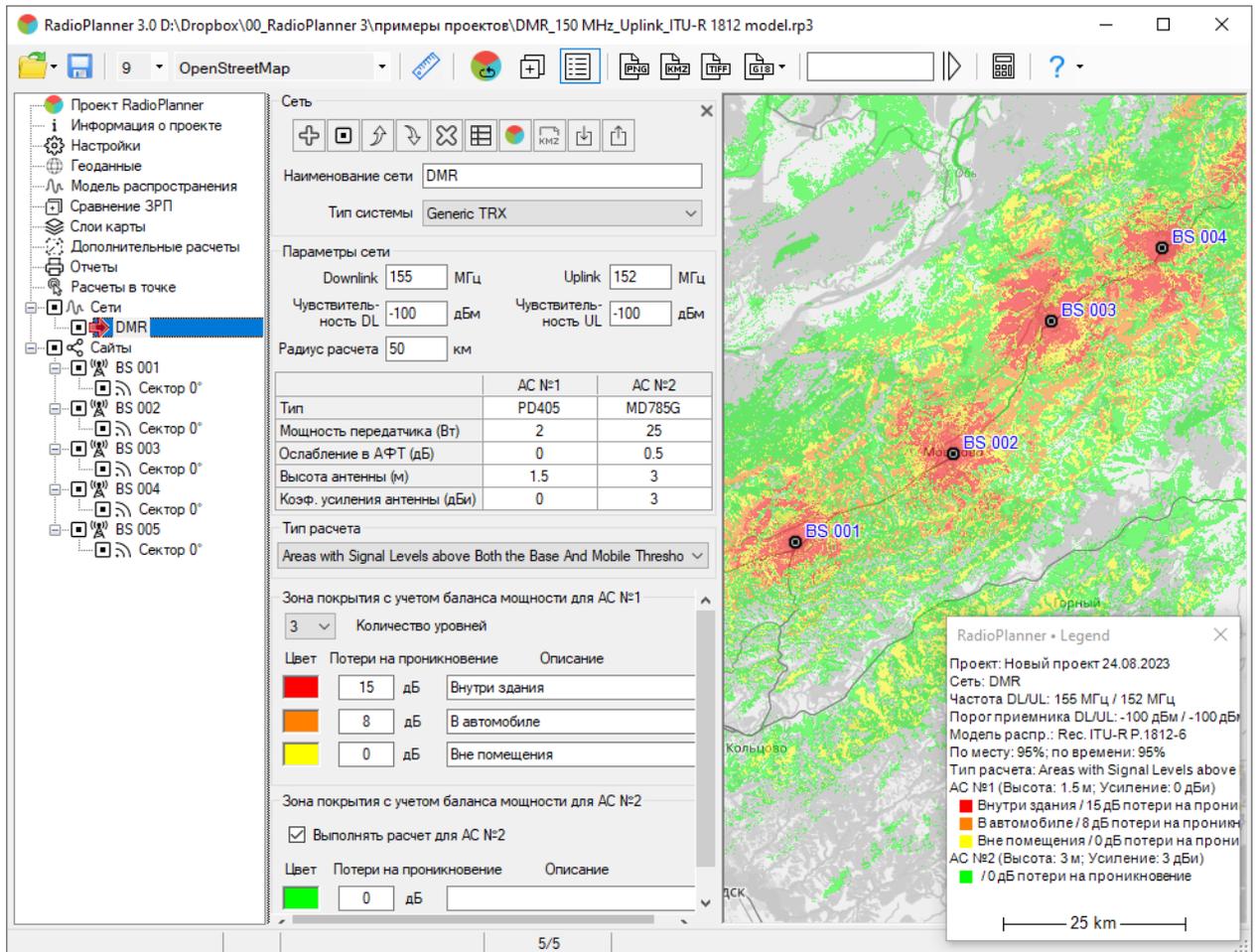
Зона покрытия с учетом баланса мощности для AC №2

Выполнять расчет для AC №2

Цвет	Потери на проникновение	Описание
	0 дБ	

Параметры расчета с учетом баланса мощности

Количество уровней	Количество отображаемых зон радиопокрытия
Цвет	Цвет зоны радиопокрытия
Потери на проникновение, дБ	Величина потерь на проникновение, дБ
Описание	Текстовое поле



Пример расчета с учетом баланса мощности для сети DMR

Соотношение сигнал/(помехи+шум) downlink/uplink - $C/(I+N)$ Ratio DL/UL

Отношение ($C/(I+N)$) является важной величиной, используемой при оценке качества связи в сети и влияющей на частотное планирование. RadioPlanner 3.0 позволяет рассчитать и отобразить области с различными значениями $C/(I+N)$ downlink/uplink для помех на совмещенном и соседних каналах.

Алгоритм вычисления $C/(I+N)$ следующий:

- Определяется сигнал с максимальным уровнем в заданной точке (C), этот сигнал принимается как полезный
- Рассчитывается сумма мощностей мешающих сигналов (I) – сигналов от секторов базовых станций, превышающих минимальный уровень на приеме и работающих на совмещенном или соседних каналах. Мощность соседнего канала определяется с учетом избирательности по соседнему каналу (задается во вкладке «Тепловой шум и помехи» соответствующей сети). Учет помех по соседнему каналу можно отключить, в этом случае будут учитываться только помехи по совмещенному каналу.

- Рассчитывается шумовая составляющая (N), которая зависит от эквивалентной шумовой полосы и коэффициента шума приемника, которые задаются во вкладке «Тепловой шум и помехи» соответствующей сети.
- Вычисляется окончательное соотношение $C/(I+N)$.

Тип расчета
C/(I+N) Ratio (DL) ▾

AC (UE) №1 AC (UE) №2

Соотношение сигнал/(помехи+шум) downlink
7 ▾ Количество уровней

Цвет	Уровень	Описание
<	-21 дБ	
-21 ÷ -18 дБ	SF12	
-18 ÷ -15 дБ	SF11	
-15 ÷ -9 дБ	SF10	
-9 ÷ -6 дБ	SF9	
-6 ÷ -3 дБ	SF8	
-3 ÷ 45 дБ	SF7	

Учитывать помехи по совмещенному каналу
 Учитывать помехи по соседнему каналу

Параметры расчета "Соотношение сигнал/(помехи+шум)" для сети LoRa

AC (UE) № 1 / AC (UE) № 2	Абонентская станция, для которой будет выполнен расчет
Количество уровней	Количество отображаемых уровней $C/(I+N)$
Цвет	Цвет уровня
Уровень, дБ	Значение соотношения $C/(I+N)$, дБ
Описание	Текстовое поле
Учитывать помехи по совмещенному каналу	Выполнить расчет покрытия с учетом помех в совмещенном канале, используя частотные присвоения для каждого сектора.
Учитывать помехи по соседнему каналу	Выполнить расчет покрытия с учетом помех по соседнему каналу, используя параметры в настройках сети (Ширина

канала и Избирательность по соседнему каналу), а также частотные назначения для каждого сектора.

The screenshot displays the RadioPlanner 3.0 interface for a LoRa EU 868 MHz project. The central configuration panel is set to 'Generic TRX' with a downlink frequency of 868.3 MHz and an uplink frequency of 868.3 MHz. The sensitivity for both DL and UL is set to -140 dBm, and the calculation radius is 50 km. A table below shows parameters for two ACs (AC #1 and AC #2):

	AC №1	AC №2
Тип	Portable	Mobile
Мощность передатчика (Вт)	0.03	0.03
Ослабление в АФТ (дБ)	0	0
Высота антенны (м)	2	10
Козф. усиления антенны (дБи)	0	3

The map on the right shows a signal strength heatmap over Smolensk, with several base stations (BS 001-007) marked. A legend window is open, providing details for the selected site (BS 003):

- Проект: TestProject
- Сеть: LoRa EU 868 MHz
- Частота downlink: 868.3 МГц
- Модель распр.: Rec. ITU-R.P.1812-6
- По месту: 90%; по времени: 90%
- Тип расчета: C/(I+N) Ratio (DL)
- AC №1 (Высота: 2 м; Усиление: 0 дБи)
- Учет помех по совмещенному каналу: Да
- Уровни: -21 dB, -18 dB SF12, -15 dB SF11, -9 dB SF10, -6 dB SF9, -3 dB SF8, 45 dB SF7
- Сайт: BS 003 | 0.515 км | 110.7°
- Азимут сектора: 0°
- MIMO: None
- Уровень на приеме: -103.3 дБм
- C/(I+N): 16 дБ
- Каналы DL: 868.3 МГц

Примера расчета $C/(I+N)$ для сети LoRa

Максимальная пропускная способность downlink/uplink - Maximum Throughput DL/UL

В данном типе расчета на базовой карте отображаются области с максимально возможной пропускную способностью от сектора БС.

Для LTE/5G сетей рассчитывается индекс MCS на основе рассчитанного $C/(I+N)$ и таблицы параметров системы LTE/5G. Максимальная пропускная способность, определяется с использованием формул и таблиц 3GPP.

Для Generic TRX максимальная пропускная способность определяется на основе рассчитанного $C/(I+N)$ по таблице адаптивной модуляции на вкладке параметров системы.

Тип расчета
Maximum Throughput (DL) ▾

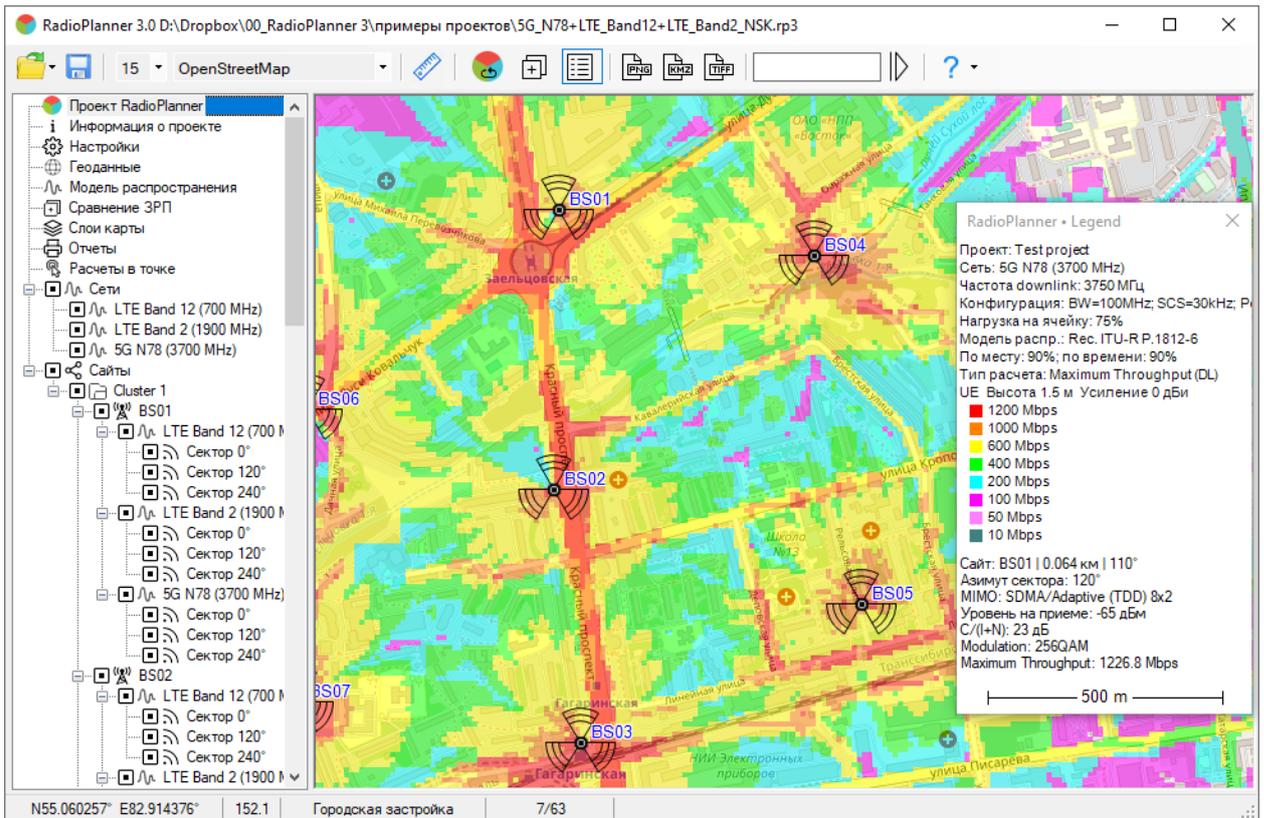
AC (UE) №1 AC (UE) №2

Максимальная пропускная способность downlink
8 ▾ Количество уровней

Цвет	Значение	Описание
	> 50 Mbps	
	60 ÷ 50 Mbps	
	40 ÷ 60 Mbps	
	20 ÷ 40 Mbps	
	10 ÷ 20 Mbps	
	7 ÷ 10 Mbps	
	5 ÷ 7 Mbps	
	1 ÷ 5 Mbps	

Параметры расчета "Максимальная пропускная способность" для LTE

AC (UE) № 1 / AC (UE) № 2	Абонентская станция, для которой будет выполнен расчет
Количество уровней	Количество отображаемых уровней
Цвет	Цвет уровня
Значение, дБ	Максимальная пропускная способность, Mbps
Описание	Текстовое поле



Пример расчета максимальной пропускной способности для сети 5G (NR)

Количество доступных секторов downlink/uplink - Number of servers DL/UL

При выполнении этого расчета на базовой карте отображаются зоны возможного размещения абонентских станций с обозначением количества секторов БС, с уровнем на приеме выше заданного порогового уровня. Данный тип расчета часто требуется при планировании сетей на основе беспроводных технологий IoT LPWAN: LoRa, "СТРИЖ" и других.

Тип расчета
 Number of Servers (DL) ▾

AC (UE) №1 AC (UE) №2

Количество доступных секторов downlink
 3 ▾ Максимальное количество секторов

Цвет	Количество секторов	Описание
Red	1	BS
Orange	2	BS
Yellow	≥ 3	BS

Параметры расчета количества доступных секторов БС

АС (UE) № 1 / АС (UE) № 2	Абонентская станция, для которой будет выполнен расчет
Максимальное количество секторов	Максимальное количество доступных секторов БС
Цвет	Цвет, обозначающий соответствующее количество доступных секторов БС
Описание	Текстовое поле

The screenshot displays the RadioPlanner 3.0 interface. The main window shows a map of Smolensk with signal coverage zones. The 'Сеть' (Network) window is open, showing the following configuration:

- Наименование сети: LoRa EU 868 MHz
- Тип системы: Generic TRX
- Параметры сети:
 - Downlink: 868.3 МГц
 - Uplink: 868.3 МГц
 - Чувствительность DL: -140 дБм
 - Чувствительность UL: -140 дБм
 - Радиус расчета: 50 км
- Таблица параметров:

	AC №1	AC №2
Тип	Portable	Mobile
Мощность передатчика (Вт)	0.03	0.03
Ослабление в АФТ (дБ)	0	0
Высота антенны (м)	2	10
Козф. усиления антенны (дБи)	0	3
- Тип расчета: Number of Servers (DL)
- Количество доступных секторов downlink для AC №1: 3
- Максимальное количество секторов: 3
- Таблица цветов и описаний:

Цвет	Количество секторов	Описание
Red	1	BS
Yellow	2	BS
Green	≥ 3	BS

The map shows several base stations (BS 001-006) and their coverage zones. A legend window is also visible, providing details for the selected site (BS 006):

- Проект: Test Project
- Сеть: LoRa EU 868 MHz
- Частота downlink: 868.3 МГц
- Порог приемника: -140 дБм
- Модель распр.: Rec. ITU-R P.1812-6
- По месту: 90%; по времени: 90%
- Тип расчета: Number of Servers (DL)
- AC №1 (Высота: 2 м; Усиление: 0 дБи)
- Сайт: BS 006 | 4.683 км | 217.1°
- Азимут сектора: 0°
- Уровень на приеме: -118.3 дБм
- Number of Servers: 6

Пример расчета количества доступных секторов для сети LoraWAN

Вероятность покрытия downlink/uplink - Coverage Probability DL/UL

Этот расчет показывает зоны покрытия для заданной вероятности на основе распределения Гаусса (нормального распределения). При расчете определяется запас на затухания в каждой расчетной точке на основе уровня принимаемого сигнала по отношению к пороговому уровню. Вероятность

покрытия определяется по логнормальному распределению запаса на замирания. Помехи и шумы при расчете не учитываются. Значения стандартных отклонений при расчете берутся из параметров «Вероятность покрытия», значения стандартных отклонений в параметрах модели распространения игнорируются.

Тип расчета
Coverage Probability (DL) ▾

AC (UE) №1 AC (UE) №2

Вероятность покрытия downlink

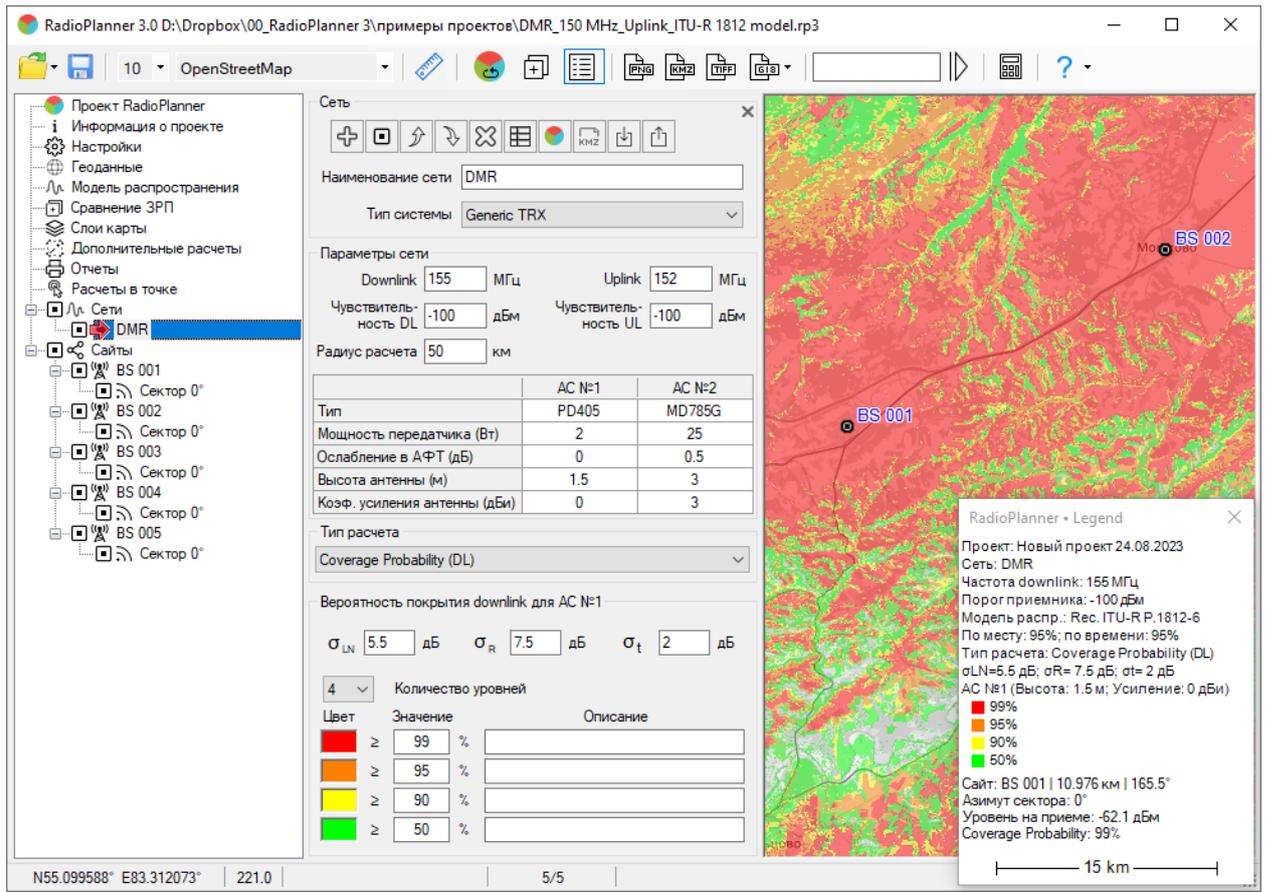
σ_{LN} 5.5 дБ σ_R 7.5 дБ σ_t 2 дБ

4 ▾ Количество уровней

Цвет	Значение	Описание
■	≥ 99 %	
■	≥ 95 %	
■	≥ 90 %	
■	≥ 50 %	

Параметры расчета "Вероятность покрытия"

AC (UE) № 1/AC (UE) № 2	Абонентская станция, для которой будет выполнен расчет
σ_{LN} , дБ	Логнормальное стандартное отклонение медленных (теневого) замираний, дБ. Это значение зависит от разрешения цифровой модели рельефа местности и величины несущей частоты. Типичное значение 2-5 дБ для современных ЦМР.
σ_R , дБ	Стандартное отклонение быстрых замираний Рэля, дБ. Обычно 7,5 дБ
σ_t , дБ	Стандартное отклонение временной изменчивости, дБ. На расстояниях до 50 км от обычно колеблется в пределах 2-3 дБ для суши и до 9 дБ для моря. См. таблицу 3 в Рекомендации МСЭ-R P.1406-2 "Влияние распространения, относящееся к наземным сухопутным подвижным и радиовещательным службам в диапазонах ОВЧ и УВЧ".
Количество уровней	Количество отображаемых уровней
Цвет	Цвет уровня
Значение	Вероятность, %
Описание	Текстовое поле



Пример расчета "Вероятность покрытия" для сети DMR

Уровень принимаемой мощности опорного сигнала для сетей LTE и 5G - RSRP

При этом расчете определяется мощность принимаемого опорного сигнала (RSRP) от всех ресурсных элементов соты на абонентской станции (UE) с использованием системных параметров сетей LTE и 5G (полоса пропускания, разнос поднесущих). При расчете можно использовать диаграмму направленности антенны single-column beam, если она выбрана в дополнительных параметрах сектора LTE/5G.

Тип расчета
RSRP

Уровень принимаемой мощности опорного сигнала для AC №1

4 Количество уровней

Цвет	Значение	Описание
	> -85 дБм	rsrp_bars=5
	-95 ÷ -85 дБм	rsrp_bars=4
	-105 ÷ -95 дБм	rsrp_bars=3
	-115 ÷ -105 дБм	rsrp_bars=2

Уровень прием. мощности опорного сигнала для AC №2

	> -105 дБм	rsrp_bars=2
---	------------	-------------

Параметры расчета RSRP

Количество уровней

Количество отображаемых уровней

Цвет

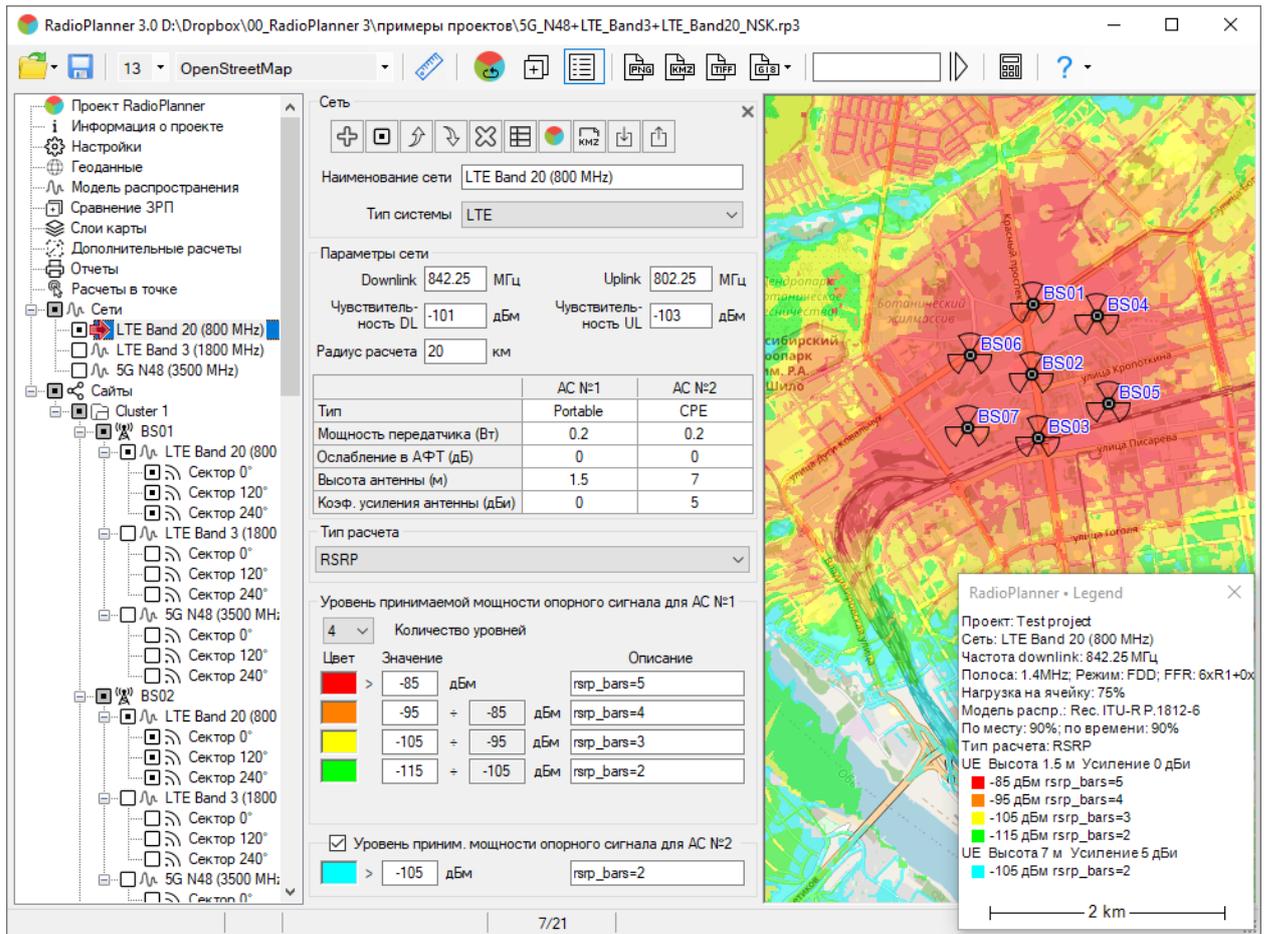
Цвет уровня

Значение

RSRP, дБм

Описание

Текстовое поле



Пример расчета уровней RSRP для сети LTE

Уровень принимаемой мощности на один ресурсный элемент (EPRE) для сетей LTE и 5G

При этом расчете определяется уровень принимаемой мощности на один ресурсный элемент (EPRE - Energy Per Resource Element) для сетей LTE и 5G.

Тип расчета
EPRE (UL) ▾

Уровень прин. мощности на ресурсный элемент для UE №1
3 ▾ Количество уровней

Цвет	Значение	Описание
Yellow >	-95 дБм	
Red	-100 ÷ -95 дБм	
Green	-110 ÷ -100 дБм	

Уровень прин. мощн. на ресурсный элемент для UE №2
Green > -110 дБм

Параметры расчета EPRE

Количество уровней	Количество отображаемых уровней
Цвет	Цвет уровня
Значение	EPRE, дБм
Описание	Текстовое поле

Уровень качества принимаемого опорного сигнала для сетей LTE и 5G - RSRQ

При этом расчете определяется качество принятого опорного сигнала (RSRQ) от всех ресурсных элементов соты на абонентской станции (UE) с использованием системных параметров сетей LTE и 5G (полоса пропускания, разнос поднесущих). При расчете можно использовать диаграмму направленности антенны single-column beam, если она выбрана в дополнительных параметрах сектора LTE/5G.

Тип расчета
RSRQ

UE №1 UE №2

Уровень качества принятого опорного сигнала RSRQ

5 Количество уровней

Цвет	Значение	Описание
	> -10 дБ	
	-12 ÷ -10 дБ	
	-14 ÷ -12 дБ	
	-16 ÷ -14 дБ	
	-20 ÷ -16 дБ	

Параметры расчета RSRQ

АС (UE) № 1 / АС (UE) № 2

Абонентская станция, для которой будет выполнен расчет

Количество уровней

Количество отображаемых уровней

Цвет

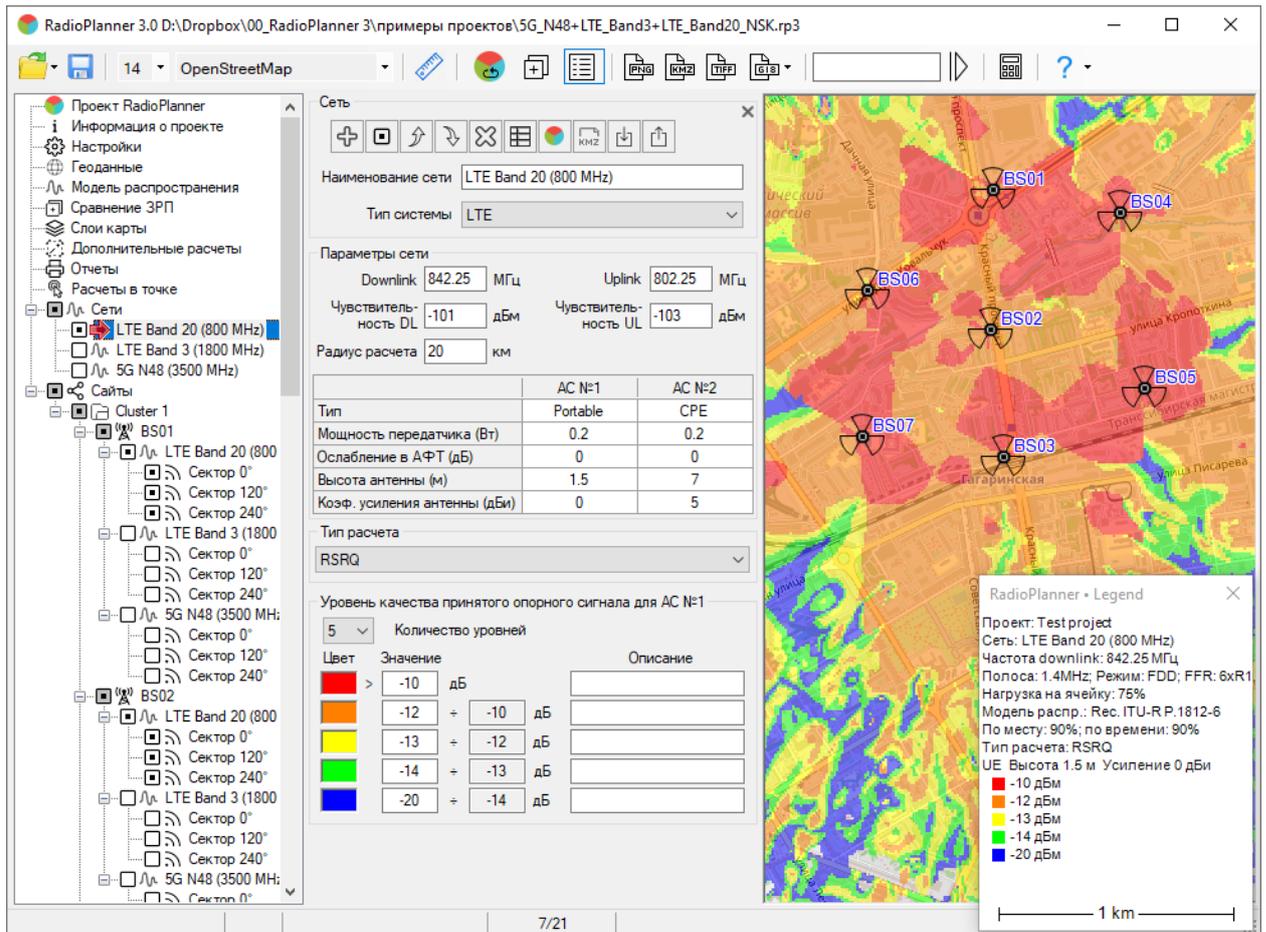
Цвет уровня

Значение

RSRQ, дБ

Описание

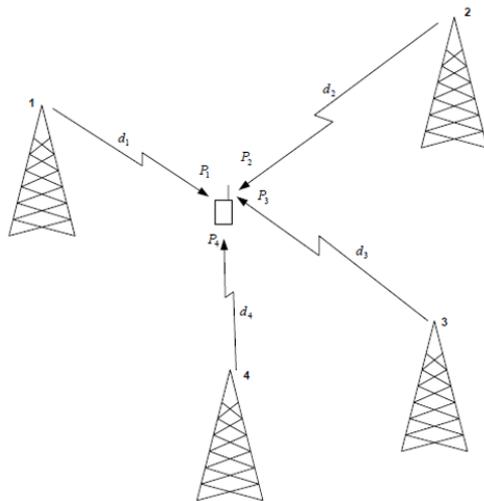
Текстовое поле



Пример расчета RSRQ для сети LTE

Разброс задержки сигнала для синхронных сетей радиосвязи - Simulcast Delay Spread

Этот расчет используется для систем синхронной передачи (Simulcast), которые широко используются в системах профессиональной мобильной связи. Несмотря на синхронность передачи, помехи в приемнике будут возникать при определенных условиях, связанных с временем задержки между сигналами, приходящих на мобильную станцию и их относительной мощностью. Разброс задержки рассчитывается следующим образом:



$$T_m = 2 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N P_i d_i^2}{\sum_{i=1}^N P_i} - \frac{\left(\sum_{i=1}^N P_i d_i\right)^2}{\left(\sum_{i=1}^N P_i\right)^2}}$$

T_m Multipath Spread (twice the RMS delay spread)

P_i Power arriving at a terminal antenna from transmitter i

d_i Time of flight from transmitter i to antenna terminal

Разброс задержки рассчитывается с учетом шести самых мощных сигналов в точке приема.

Тип расчета
Simulcast Delay Spread

AC №1 AC №2

Разброс задержки для синхронных сетей

Коэффициент захвата приемника дБ

Количество уровней

Цвет	Уровень	Описание
Red	> 55 мкс	Зона интерференции
Yellow	25 ÷ 55 мкс	только модуляция LSM
Green	0 ÷ 25 мкс	C4FM и LSM

Параметры расчета "Разброс задержки сигнала" (Simulcast Delay Spread)

AC (UE) № 1 / AC (UE) № 2	Абонентская станция, для которой будет выполнен расчет
Коэффициент захвата приемника	Разброс задержки рассчитывается и отображается только тогда, когда мощность самого сильного принятого сигнала и мощность второго по силе принятого сигнала находятся в пределах коэффициента захвата друг друга. Типичное значение 7–15 дБ.
Количество уровней	Количество отображаемых уровней
Цвет	Цвет уровня
Значение	Разброс задержки сигнала, мкс

Описание

Текстовое поле

Чтобы уменьшить помехи за счет одновременной передачи можно ввести дополнительную задержку к какой-либо сектор, используя смещение задержки (Simultaneous Delay Offset) в расширенных параметрах сектора. Назначая задержку определенным секторам, можно осуществлять некоторый контроль над тем, где возникают помехи.

The screenshot shows the RadioPlanner 3.0 interface. The left sidebar displays a project tree with 'Сети' (Networks) selected, showing a DMR network with five base stations (BS 001-005) and their sectors. The central panel is titled 'Сеть' (Network) and shows configuration for a DMR network. The 'Параметры сети' (Network parameters) section includes: Downlink 155 МГц, Uplink 152 МГц, Sensitivity DL -100 дБм, Sensitivity UL -100 дБм, and a calculation radius of 50 км. A table below lists parameters for two ACs: AC №1 (PD405) and AC №2 (MD785G). The 'Тип расчета' (Calculation type) is set to 'Simulcast Delay Spread'. The 'Разброс задержки для синхронных сетей' (Delay spread for synchronous networks) section shows 3 levels with a color-coded legend: orange for > 55 мкс, yellow for 25 ÷ 55 мкс, and green for 0 ÷ 25 мкс. The right map view shows a topographic map with signal strength contours and two base stations labeled BS 002 and BS 003. A legend window is open, providing project details and specific parameters for BS 003, including a Simulcast delay spread of 9.1 μs.

	AC №1	AC №2
Тип	PD405	MD785G
Мощность передатчика (Вт)	2	25
Ослабление в АФТ (дБ)	0	0.5
Высота антенны (м)	1.5	3
Козф. усиления антенны (дБи)	0	3

Пример расчета Simulcast Delay Spread для сети DMR

Уровень принимаемой мощности с учетом помех для синхронных сетей радиосвязи downlink - Received Power with Simulcast Interference (DL)

При этом типе расчета на базовой карте различными цветами отображаются области, где на приемнике присутствует соответствующий диапазон уровней мощности сигнала с учетом помех из-за работы в режиме синхронной передачи (Simulcast).

Тип расчета
Received Power with Simulcast Interference (DL) ▾

AC №1 AC №2

Уровни принимаемой мощности для синхронных сетей

Коэффициент захвата приемника дБ

▾ Количество отображаемых уровней

Цвет	Уровень	Описание
	> <input type="text" value="-70"/> дБм	<input type="text"/>
	<input type="text" value="-80"/> ÷ <input type="text" value="-70"/> дБм	<input type="text"/>
	<input type="text" value="-90"/> ÷ <input type="text" value="-80"/> дБм	<input type="text"/>
	<input type="text" value="-100"/> ÷ <input type="text" value="-90"/> дБм	<input type="text"/>
	<input type="text" value="-110"/> ÷ <input type="text" value="-100"/> дБм	<input type="text"/>

Цвет области помех (белый - прозрачный)

 Допустимый Simulcast Delay Spread мкс

Параметры расчета "Уровень принимаемой мощности с учетом помех для синхронных сетей"

AC (UE) № 1 / AC (UE) № 2	Абонентская станция, для которой будет выполнен расчет
Коэффициент захвата приемника	Разброс задержки рассчитывается и отображается только тогда, когда мощность самого сильного принятого сигнала и мощность второго по силе принятого сигнала находятся в пределах коэффициента захвата друг друга. Типичное значение 7–15 дБ.
Количество уровней	Количество отображаемых уровней
Цвет	Цвет уровня
Значение	Уровень принимаемой мощности, дБм
Допустимый Simulcast Delay Spread	Допустимый уровень разброса задержки сигнала (Simulcast Delay Spread), мкс.

Область с разбросом задержки выше допустимого будет показана на карте как область помех. Эту область можно закрасить любым цветом на карте или сделать прозрачной, выбрав для нее белый цвет.

Описание

Текстовое поле

The screenshot displays the RadioPlanner 3.0 interface. The main window title is "RadioPlanner 3.0 D:\Dropbox\00_RadioPlanner 3\примеры проектов\DMR_150 MHz_Uplink_ITU-R 1812 model.rp3". The interface is divided into several sections:

- Left Sidebar:** A tree view showing the project structure: "Проект RadioPlanner" (Project RadioPlanner) with sub-items for "Информация о проекте" (Project Information), "Настройки" (Settings), "Гео данные" (Geo data), "Модель распространения" (Propagation Model), "Сравнение ЗРП" (ZRP Comparison), "Слой карты" (Map Layer), "Отчеты" (Reports), "Расчеты в точке" (Point Calculations), "Сети" (Networks), and "Сайты" (Sites). Under "Сети", "DMR" is selected, showing a tree of sites: "BS 001", "BS 002", "BS 003", "BS 004", and "BS 005", each with "Сектор 0°" (Sector 0°).
- Central Configuration Panel:**
 - Сеть (Network):** "Наименование сети" (Network Name) is "DMR", "Тип системы" (System Type) is "Generic TRX".
 - Параметры сети (Network Parameters):** "Downlink" is 155 МГц, "Uplink" is 152 МГц, "Чувствительность DL" (DL Sensitivity) is -100 дБм, and "Чувствительность UL" (UL Sensitivity) is -100 дБм. "Радиус расчета" (Calculation Radius) is 50 км.
 - Table:**

	AC №1	AC №2
Тип	PD405	MD785G
Мощность передатчика (Вт)	2	25
Ослабление в АФТ (дБ)	0	0.5
Высота антенны (м)	1.5	3
Коеф. усиления антенны (дБи)	0	3
 - Тип расчета (Calculation Type):** "Received Power with Simulcast Interference (DL)".
 - Legend:** A color-coded legend for field strength:
 - Red: > -70 дБм
 - Orange: -80 ÷ -70 дБм
 - Yellow: -90 ÷ -80 дБм
 - Green: -100 ÷ -90 дБм
 - Purple: Simulcast delay spread
 - Blue: 40 мкс
 - Color of Interference Areas:** "Цвет области помех (белый - прозрачный)" (Interference Area Color (white - transparent)). A purple box is selected for "Допустимый Simulcast Delay Spread" (Acceptable Simulcast Delay Spread) of 40 мкс.
- Right Map Area:** A topographic map showing the field strength distribution. The map is color-coded according to the legend, with red and orange areas indicating higher field strength. Several base stations are marked: "BS 001", "BS 002", "BS 003", and "BS 004". A scale bar at the bottom right indicates 15 km.

Пример расчета Received Power with Simulcast Interference для сети DMR

Напряженность поля в точке приема downlink - Field Strength (DL)

При этом типе расчета на карте различными цветами отображаются области с соответствующим диапазоном уровней напряженности поля на приеме. Обратите внимание, что напряженность поля не зависит от параметров приемной антенны.

Тип расчета
Field strength (DL) ▾

Напряженность поля в точке приема
5 ▾ Количество уровней

Цвет	Уровень	Описание
■	> 50 дБмкВ/м	
■	40 ÷ 50 дБмкВ/м	
■	30 ÷ 40 дБмкВ/м	
■	20 ÷ 30 дБмкВ/м	
■	10 ÷ 20 дБмкВ/м	

Параметры расчета "Напряженность поля в точке приема"

Количество уровней

Количество отображаемых уровней

Цвет

Цвет уровня

Значение

Напряженность поля в точке приема, дБмкВ/м

Описание

Текстовое поле

RadioPlanner 3.0 D:\Dropbox\00_RadioPlanner 3\POCSAG.rp3

10 ▾ OpenStreetMap

Проект RadioPlanner
 Информация о проекте
 Настройки
 Геоданные
 Модель распространения
 Сравнение ЗРП
 Слои карты
 Отчеты
 Расчеты в точке
 Сети
 POCSAG
 Сайты
 BS001
 Сектор 0°

Сеть
 Наименование сети: POCSAG
 Тип системы: Generic TRX

Параметры сети
 Downlink: 147 МГц Uplink: 147 МГц
 Чувствительность DL: -100 дБм Чувствительность UL: -100 дБм
 Радиус расчета: 100 км

Тип	AC №1	AC №2
	Portable	Mobile
Мощность передатчика (Вт)	1	2
Ослабление в АФТ (дБ)	0	0
Высота антенны (м)	1.5	2
Козф. усиления антенны (дБи)	0	3

Тип расчета
Field strength (DL) ▾

Напряженность поля в точке приема
5 ▾ Количество уровней

Цвет	Уровень	Описание
■	> 50 дБмкВ/м	
■	40 ÷ 50 дБмкВ/м	
■	30 ÷ 40 дБмкВ/м	
■	20 ÷ 30 дБмкВ/м	
■	10 ÷ 20 дБмкВ/м	

RadioPlanner • Legend
 Проект: New Project 2023/07/19
 Сеть: POCSAG
 Частота downlink: 147 МГц
 Модель распр.: Longley-Rice
 По месту: 90%; по времени: 90%
 Тип расчета: Field strength (DL)
 Mob. Unit №1 (Antenna Height: 1.5 м)
 ■ 50 дБмкВ/м
 ■ 40 дБмкВ/м
 ■ 30 дБмкВ/м
 ■ 20 дБмкВ/м
 ■ 10 дБмкВ/м
 Сайт: BS001 | 5.741 км | 80.8°
 Азимут сектора: 0°
 Напряженность поля для AC №1: 61.6 дБмкВ/м

N54.987858° E82.975616° 88.0 1/1 15 km

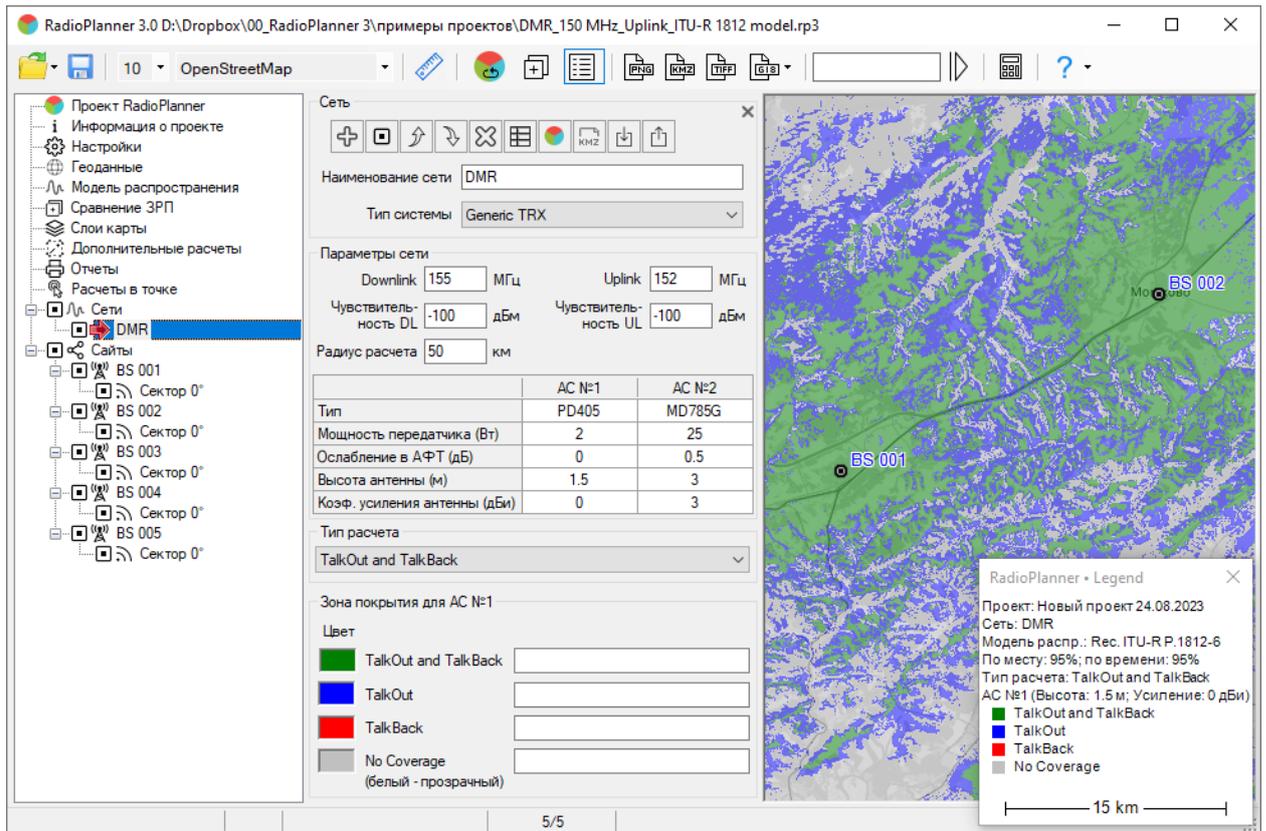
Пример расчета напряженности поля в точке приема для пейджинговой сети стандарта POCSAG

Зоны TalkOut/TalkBack

При этом типе расчета на карте различными цветами отображаются области двусторонней связи (talk-out and talk-back), области наличия только нисходящей (talk-out), и только восходящей связи (talk-back), а также зоны отсутствия какого-либо покрытия. Данный тип расчета часто используется в профессиональной подвижной связи.

Параметры расчета "Зоны TalkOut/TalkBack"

AC (UE) № 1 / AC (UE) № 2	Абонентская станция, для которой будет выполнен расчет
Цвет	Цвет уровня
TalkOut and TalkBack	Двусторонняя связь
TalkOut	Только нисходящая связь (Downlink)
TalkBack	Только восходящая связь (Uplink)
No Coverage	Отсутствие покрытия
Описание	Текстовое поле



Пример расчета "Зоны TalkOut/TalkBack"

Расчет покрытия для нескольких сетей

Количество доступных сетей downlink/uplink - Number of Networks DL/UL

В этом типе расчета определяется количество сетей, доступных в данной точке. Расчет выполняется для соответствующих пороговых уровней на приеме в параметрах каждой сети.

Тип расчета
 Number of Networks (DL) ▾

Детальность расчета
 Низкая Средняя Высокая

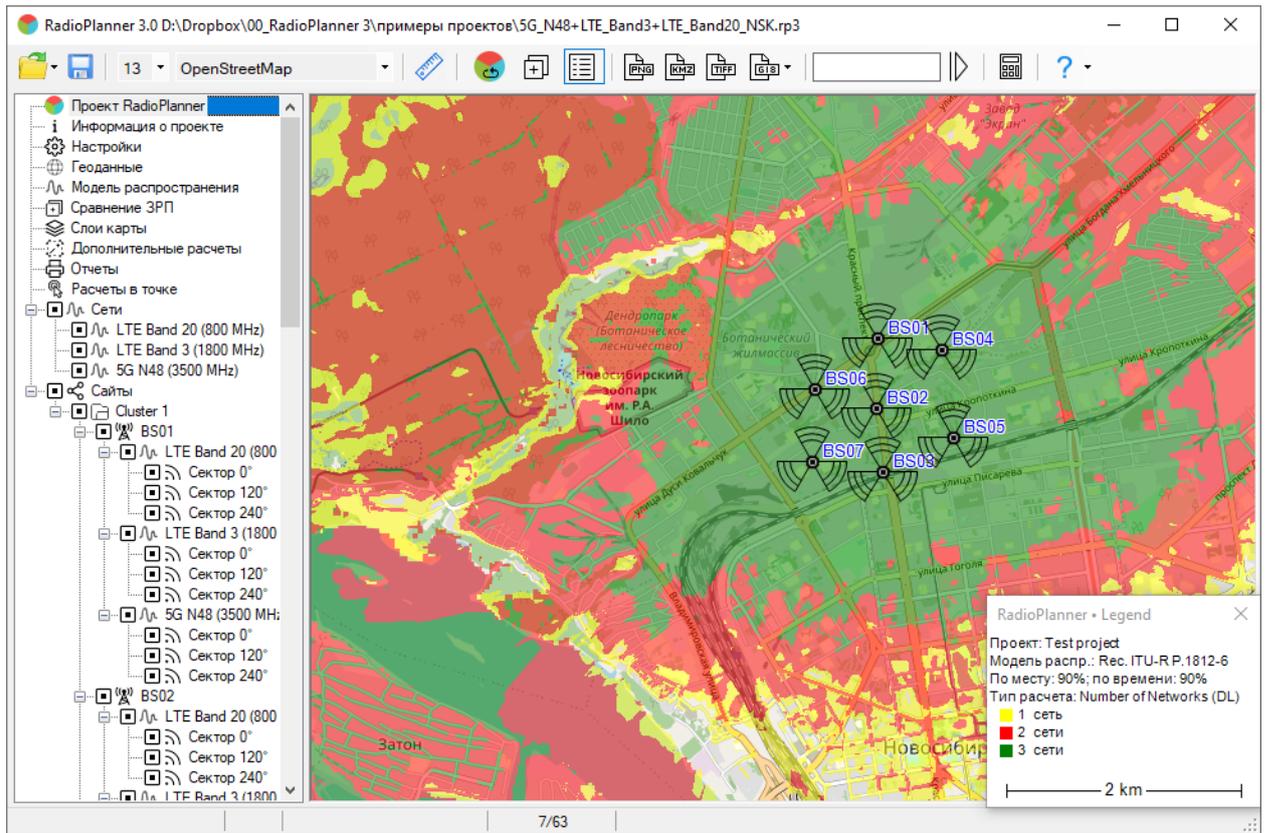
AC (UE) №1 AC (UE) №2

Количество доступных сетей
 3 ▾ Максимальное количество сетей

Цвет	Количество сетей	Описание
	1	Сеть
	2	Сети
	≥ 3	Сети

Параметры расчета "Количество доступных сетей"

AC (UE) № 1 / AC (UE) № 2	Абонентская станция, для которой будет выполнен расчет
Максимальное количество сетей	Максимальное количество доступных сетей
Цвет	Цвет, обозначающий соответствующее количество доступных сетей
Описание	Текстовое поле



Пример расчета Number of Networks для нескольких сетей

Максимальная агрегатная пропускная способность downlink/uplink - Maximum Aggregated Throughput DL/UL

Этот расчет показывает общую пропускную способность всех сетей, участвующих в расчете.

Тип расчета
Maximum Aggregated Throughput (DL) ▾

Детальность расчета
 Низкая Средняя Высокая

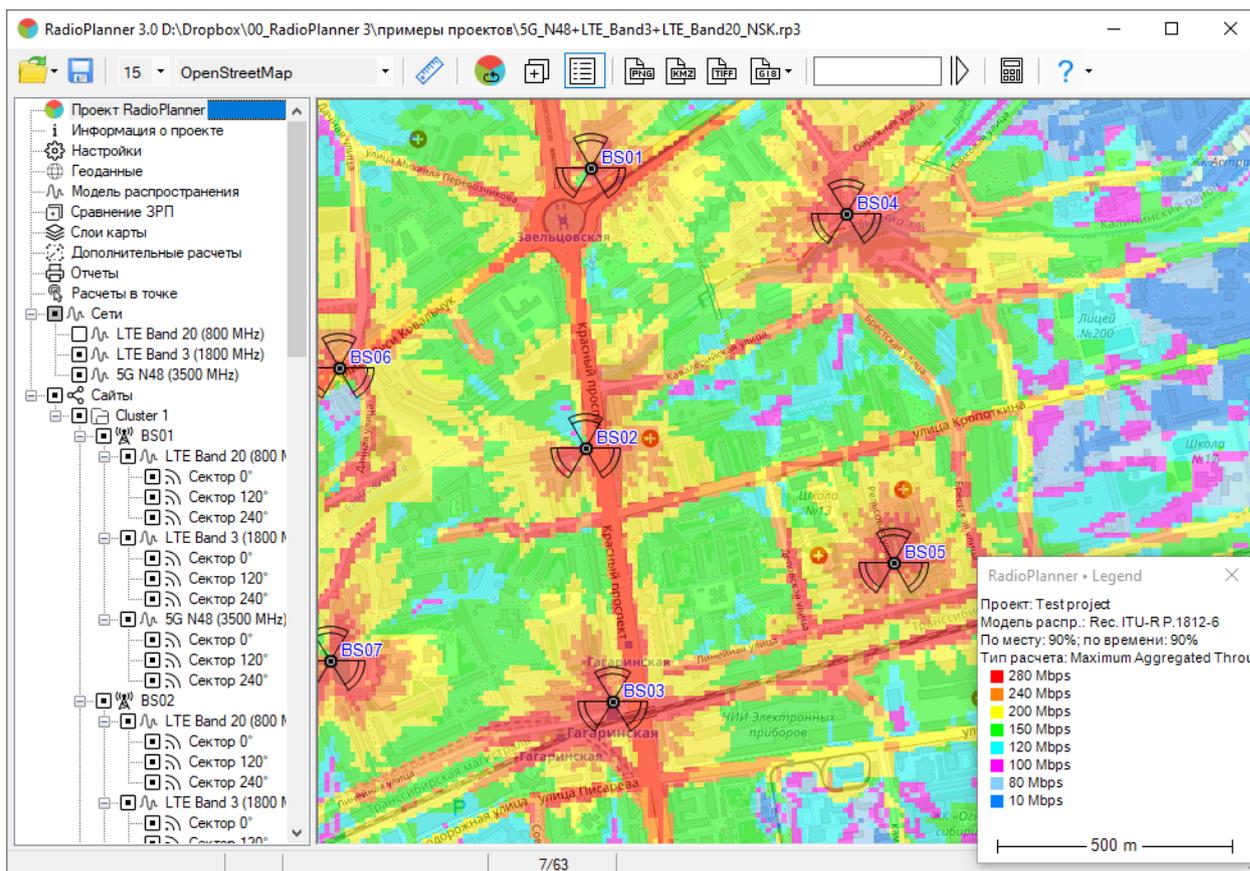
AC (UE) №1 AC (UE) №2

Максимальная агрегатная пропускная способность
 8 ▾ Количество уровней

Цвет	Значение	Описание
	> 800 Mbps	<input type="text"/>
	700 ÷ 800 Mbps	<input type="text"/>
	600 ÷ 700 Mbps	<input type="text"/>
	500 ÷ 600 Mbps	<input type="text"/>
	400 ÷ 500 Mbps	<input type="text"/>
	300 ÷ 400 Mbps	<input type="text"/>
	200 ÷ 300 Mbps	<input type="text"/>
	100 ÷ 200 Mbps	<input type="text"/>

Параметры расчета "Максимальная агрегатная пропускная способность"

AC (UE) № 1 / AC (UE) № 2	Абонентская станция, для которой будет выполнен расчет
Количество уровней	Количество отображаемых уровней
Цвет	Цвет уровня
Значение	Максимальная агрегатная пропускная способность, Mbps
Описание	Текстовое поле



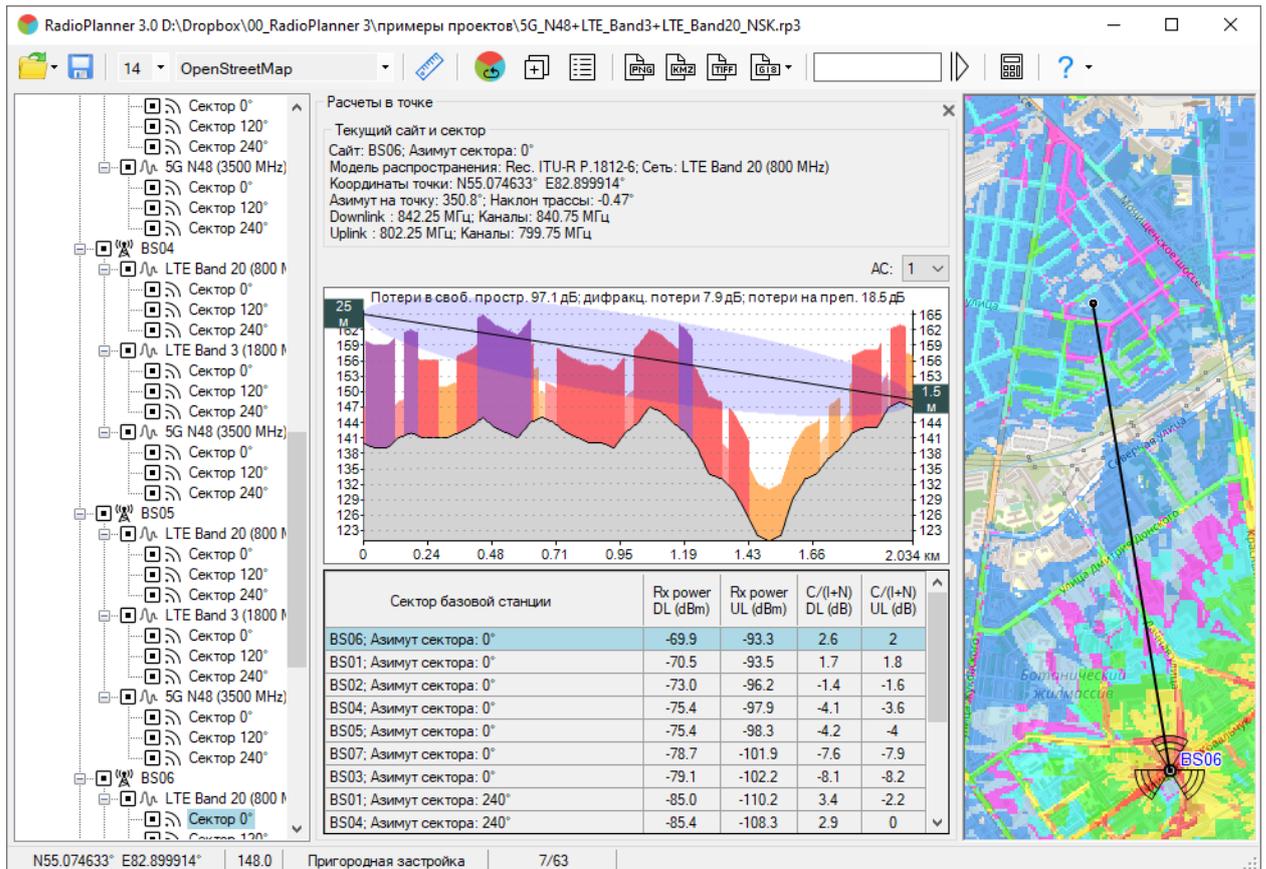
Пример расчета Maximum Aggregated Throughput для двух сетей

Расчеты в точке

В меню "Расчеты в точке" для выбранного сектора базовой станции отображается продольный профиль на заданную точку с результатом расчета уровня принимаемой мощности от выбранного сектора, а также уровнем помех от остальных базовых станций. Продольный профиль представляет собой вертикальный разрез местности между базовой и абонентской станцией с нанесенной информацией о высотных отметках земли и препятствиях. Цвета, которыми обозначаются различные препятствия на профиле соответствуют цветам модели препятствий, высота определяется высотой для каждого типа препятствия, установленного в меню "Гео данные".

Текущую точку на карте можно изменить, просто кликнув мышью в нужном месте.

На продольном профиле показываются высоты центра излучения антенны выбранного сектора БС и абонентской станции, а также зона Френеля для радиолуча, величина потерь в свободном пространстве, дифракционные потери из-за рельефа местности, а также потери на окружающих абонентскую станцию препятствиях. Сектор БС выбирается в левой части панели в общем дереве — просто кликните на нужный сектор БС.



Расчеты в точке

Там же можно выбрать абонентскую станцию (тип 1 или тип 2), параметры которой будут учитываться при расчетах в точке.

Снизу под продольным профилем появляется таблица с результатами расчета уровней мощности downlink и uplink для выбранного сектора (он выделен в таблице цветом) и для секторов других БС, участвующих в расчете. К расчету принимаются только те секторы, которые помеченные как активные.

Чтобы сектор появился в таблице, уровень принимаемого сигнала должен быть больше, чем соответствующий порог Rx для downlink или uplink (см. меню «Сеть»). Значения в таблице можно отсортировать по возрастанию или по убыванию, нажав на соответствующее поле в заголовке таблицы.

Считается, что сектор, для которого построен продольный профиль, имеет полезный сигнал, сигналы от секторов с такой же частотой считаются помехами по совмещенному каналу, а сигналы от секторов, частоты которых соседствуют с выбранным сектором, являются помехами от соседних каналов. С учетом этого, в таблице приводятся расчетные значения C/(I+N) с учетом тепловых шумов и помех на совмещенном и соседних каналах.

Фиксированный беспроводный доступ

RadioPlanner 3.0 позволяет выполнять планирование сетей фиксированного беспроводного доступа (FWA) и Интернета вещей (IoT) - LoRaWAN, SigFox, NB-Fi, Стриж и подобных.

Пользователи могут выполнять расчеты для группы CPE устройств (Customer Premises Equipment – абонентское оборудование) или группы сенсоров IoT. Каждое такое абонентское устройство имеет свои индивидуальные параметры (высота антенны, коэффициент усиления антенны, диаграмма направленности антенны, мощность передатчика, потери в кабеле и потери на проникновение в здание).

Для удобства работы и отображения на экране пользователи могут создавать отдельные группы CPE.

В панели «Фиксированный беспроводной доступ» пользователи могут:

1. Импортировать CPE/сенсоры из файла CSV или создать новые CPE/сенсоры на карте вручную.
2. Использовать несколько типов оборудования CPE/сенсоров.
3. Настроить высоту антенны для отдельного CPE/датчика или сразу нескольких в таблице.
4. Вручную или автоматически назначить CPE/датчики секторам базовой станции (BS) на основе различных критериев.
5. Проверить продольные профили от выбранных CPE/датчиков до близлежащих базовых станций.
6. Создавать отчеты в Excel с результатами расчетов.

Для отображения CPE и линков к назначенной BS на базовой карте создан отдельный слой в «Слоях карты». Здесь пользователи могут изменить значок CPE и толщину линии. Этот слой можно сохранить в файлах покрытия HTML, PNG и KMZ.

The screenshot displays the RadioPlanner 3.0 interface. On the left, a tree view shows project settings and a list of CPE devices. The main window features a map with a legend and a longitudinal profile graph. The graph shows signal strength and coverage for a specific CPE device (Sensor 01) relative to a base station (BS 003). Below the graph is a table with technical parameters for the CPE devices.

Азимут антенны CPE	Расстояние (км)	Примем. мощн. DL (дБм)	Примем. мощн. UL (дБм)	C/(I+N) DL (дБ)	C/(I+N) UL (дБ)	Максим. скорость DL	Максим. скорость UL	Тип модуляции DL	Тип модуляции UL	Назнач. с
133°	6.249	-111.8	-112.8	0.2	0.0	5.47 kbps	5.47 kbps	SF7 CR-4/5	SF7 CR-4/5	Назнач
100°	2.858	-113.0	-114.0	-2.0	-2.1	5.47 kbps	5.47 kbps	SF7 CR-4/5	SF7 CR-4/5	Назнач

Панель фиксированного беспроводного доступа

	Создать новую группу CPE
	Удалить текущую группу CPE
	Редактор оборудования CPE
	Открыть отчет в Excel: - Отчет для заданной сети Отчет для максимальной суммарной скорости (только для LTE/5G)
	Добавить новый сайт CPE как копию выбранного
	Удалить выбранный сайт CPE (нужно выделить всю строку)
	Импорт сайтов CPE из файла CSV
	Позиционировать карту на сайт CPE
	Назначить автоматически сектора БС для всех сайтов CPE
	Отменить назначение секторов БС для всех сайтов CPE
	-
CPE	Наименование CPE
Широта	Географическая широта CPE в любом из форматов, который позволяет использовать RadioPlanner (см. меню Настройка).
Долгота	Географическая долгота CPE в любом из форматов, который позволяет использовать RadioPlanner (см. меню Настройка).
Азимут	Азимут направления антенны CPE, градусы
Высотню отм.	Высотная отметка земли, м

Формат файла CSV с данными по CPE:

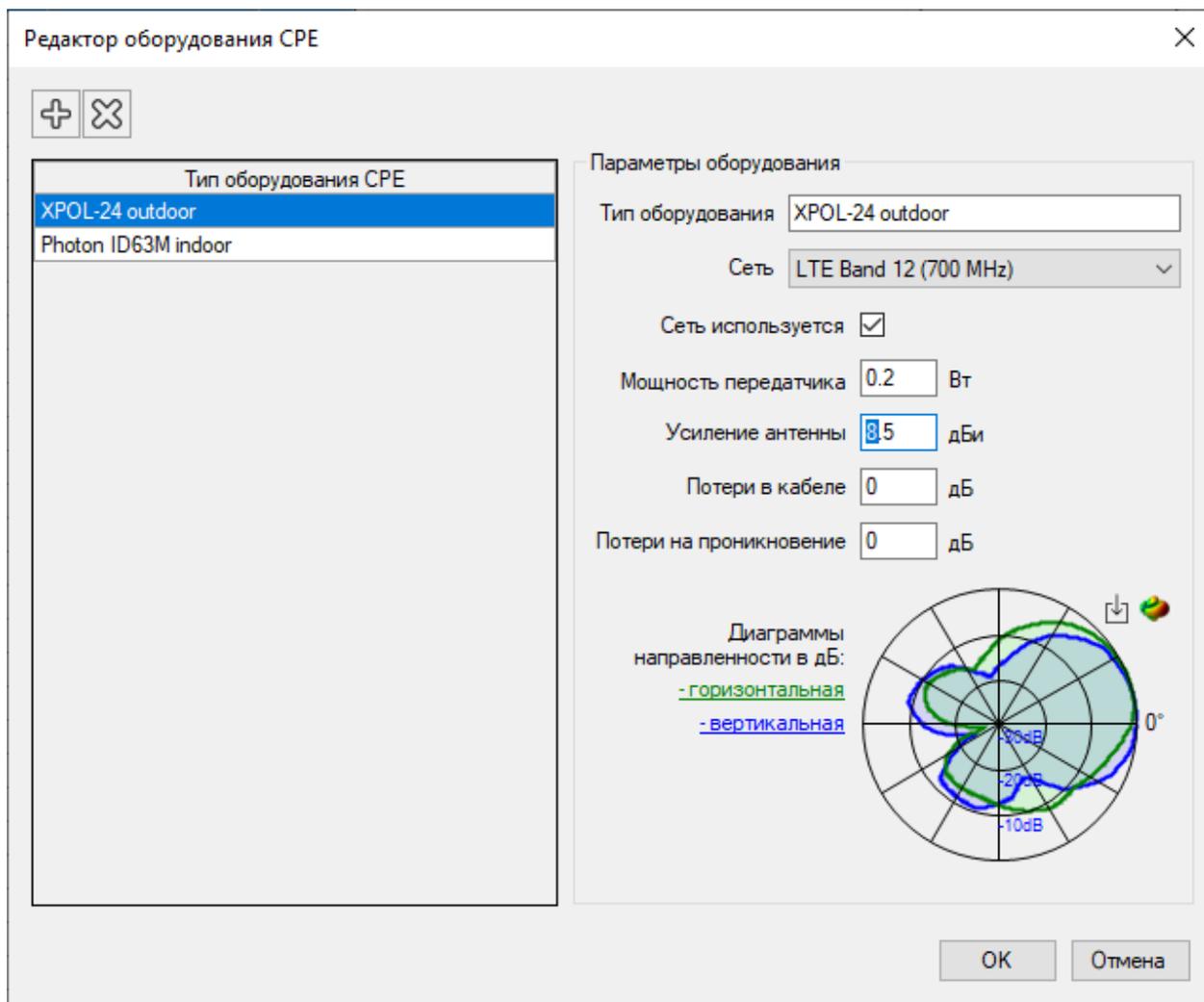
Наименование;Широта;Долгота; высота антенны

например:

CPE 001;44.96965602;-123.0091095;1.5

.....

CPE 007;44.93005057;-123.0273056;3



Редактор оборудования CPE

	Добавить новый тип оборудования CPE с теми же параметрами как у выбранного
	Удалить выбранный тип оборудования CPE
Тип оборудования	Тип оборудования CPE/Сенсора
Сеть	Сеть
Сеть используется	Отметить, если оборудование CPE поддерживает выбранную сеть
Мощность передатчика, Вт	Мощность передатчика, Вт
Усиление антенны, дБи	Усиление антенны, дБи
Потери в кабеле, дБ	Потери в кабеле, дБ
Потери на проникновение, дБ	Потери на проникновение в здание, если CPE установлен внутри здания
	Загрузить файл ДН антенны в формате MSI
	Синтезировать ДН антенны по параметрам в соответствии с Рек. ITU-R F.1336-5

Редактор позволяет синтезировать диаграмму направленности антенны в соответствии с эталонными моделями на основе информации об основных характеристиках антенн – ширине диаграммы направленности, частотном диапазоне и т.д. Для секторных антенн и антенн с круговой ДН синтез диаграмм направленности выполняется в соответствии с рекомендацией ITU-R F.1336-5 “Эталонные диаграммы направленности всенаправленных, секторных и других антенн для фиксированной и подвижной служб в целях применения в исследованиях совместного использования частот в диапазоне от 400 МГц до приблизительно 70 ГГц”

Синтез ДН антенны по параметрам ITU-R F.1336-5

Ширина ДН в горизонтальной плоскости, градусы	Ширина ДН в горизонтальной плоскости по уровню 3 дБ, градусы
Ширина ДН в вертикальной плоскости, градусы	Ширина ДН в вертикальной плоскости по уровню 3 дБ, градусы
Аппроксимация ДН Максимумы БЛ Средний уровень БЛ	Тип аппроксимации диаграммы направленности: - по пикам (максимумам) боковых лепестков - по среднему уровню боковых лепестков
Тип антенны Типовая Улучшенная	Тип антенны: - Типовая антенна - Антенна с улучшенными характеристиками по боковым лепесткам

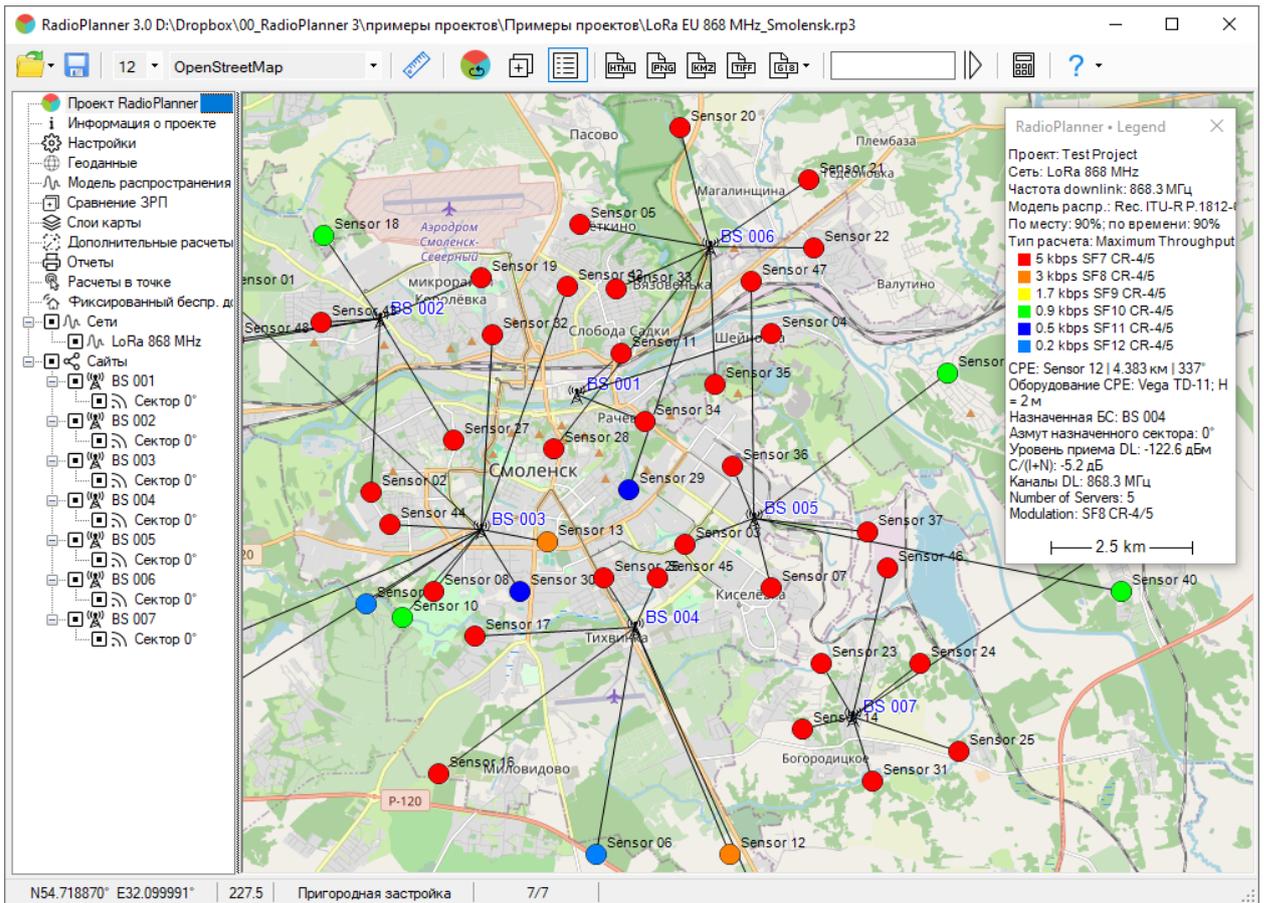
	Назначить сектор БС для СРЕ вручную для выбранной сети
	Назначить сектор БС для СРЕ автоматически по выбранному критерию
	Отменить назначение секторов БС для текущего СРЕ
Выбирать сектор БС по большему уровню сигнала	Выбирать сектор БС по большему уровню сигнала

Выбирать сектор БС по большому SINR	Выбирать сектор БС по большому SINR
-------------------------------------	-------------------------------------

Расчет линков CPE - BS осуществляется по параметрам, указанным в меню «Модель распространения». Если в расчете учитываются потери на местных препятствиях (клаттерах) в соответствии с Рекомендациями МСЭ-R P.1812/1546, то эти потери определяются для каждого CPE с учетом высоты его антенны над уровнем земли. В расчете также могут учитываться потери при проникновении в здание для каждого CPE/конечного устройства LPWAN. В отчете для каждого CPE или конечного устройства LPWAN будет отображаться мощность на приемнике вниз/вверх, соотношение $C/(I+N)$, тип модуляции, максимальная пропускная способность и другие параметры.

Общий порядок работы в меню фиксированного беспроводного доступа:

1. Загрузите список CPE из CSV-файла или создайте CPE вручную, используя правую кнопку мыши в контекстном меню. Формат файла CSV описан выше. Если в таблице уже есть сайты CPE, то при импорте из CSV-файла новые CPE появятся в конце таблицы.
2. Создайте один или несколько типов CPE оборудования в меню «Редактировать CPE-оборудование». Обратите внимание, что для одного типа CPE оборудования могут быть указаны параметры для разных сетей.
3. В таблице укажите тип оборудования для каждого CPE. Для этого наведите курсор на нужную ячейку с оборудованием и выберите необходимое оборудование из появившегося списка. Вы можете выделить сразу несколько ячеек в таблице и задать для них один тип оборудования.
4. Если в вашем CSV-файле не было данных о высотах антенн или вы создали CPE на карте вручную, то укажите высоты антенн в соответствующих ячейках таблицы. Здесь также можно выделить сразу несколько ячеек и ввести для этих ячеек одинаковую высоту.
5. Если вы хотите назначить сектора БС для всех CPE сразу автоматически, то выбрав критерий, по которому будет производиться назначение (лучший уровень сигнала или лучший SINR) нажмите на кнопку «Назначить сектора БС для всех CPE». После этого вам будет предложено выбрать сеть, для которой будет осуществляться расчет и назначение секторов БС, а затем произойдет автоматическое назначение. Если в проекте только одна сеть, то автоматическое назначение произойдет сразу. Обратите внимание, что даже если CPE работает в разных сетях, его можно назначить и направить только на одну площадку БС (сектора, конечно, разные). CPE, не имеющие назначенного сектора БС, отображаются в таблице блеклым шрифтом.
6. Если вы хотите просмотреть продольный профиль от CPE до сектора БС или вручную назначить/переназначить сектор БС, то сначала выберите нужный сайт CPE в основной таблице, затем справа выберите нужную сеть и нажмите на кнопку «Назначить сектор БС вручную». В открывшемся окне с профилем вы можете выбрать нужный вам сектор, просмотреть основные результаты расчета, а также назначить/переназначить выбранный сектор БС.
7. После завершения назначения секторов для всех CPE, вы можете получить результаты расчета в Excel «Полный отчет по выбранной сети в Excel» для одной сети или для нескольких сетей «Сводный отчет по совокупной пропускной способности в Excel (только для LTE/5G)». В отчете будут только те сети, которые отмечены в главном левом меню «Сети».
8. Если результаты расчета вас не удовлетворяют, то измените параметры CPE (высоту антенны, тип оборудования и т.п.) и выполните расчет заново и так далее, пока не получите желаемый результат.



Прогноз покрытия для LoRaWAN

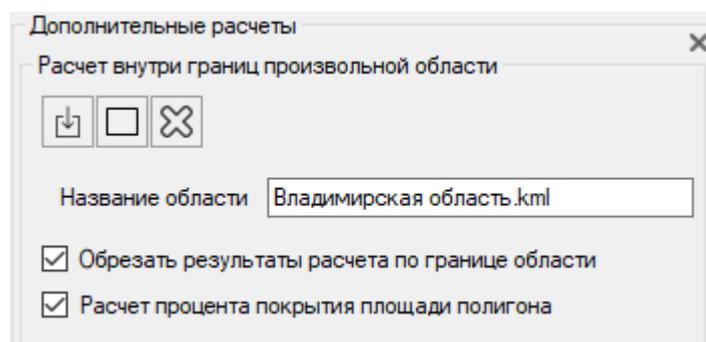
Дополнительные расчеты

В этой панели пользователю доступны следующие дополнительные виды расчетов:

- Расчет внутри границ произвольной области
- Расчет на линейном участке

Расчет внутри границ произвольной области

Вы можете указать область, по границам которой будет обрезана зона покрытия. Границы прямоугольной области можно задать вручную или загрузить произвольную область в формате KML.



Расчет внутри границ области



Импорт области из KML файла

Определить прямоугольные границы области

Удалить область

Обрезать результаты расчета по границе области

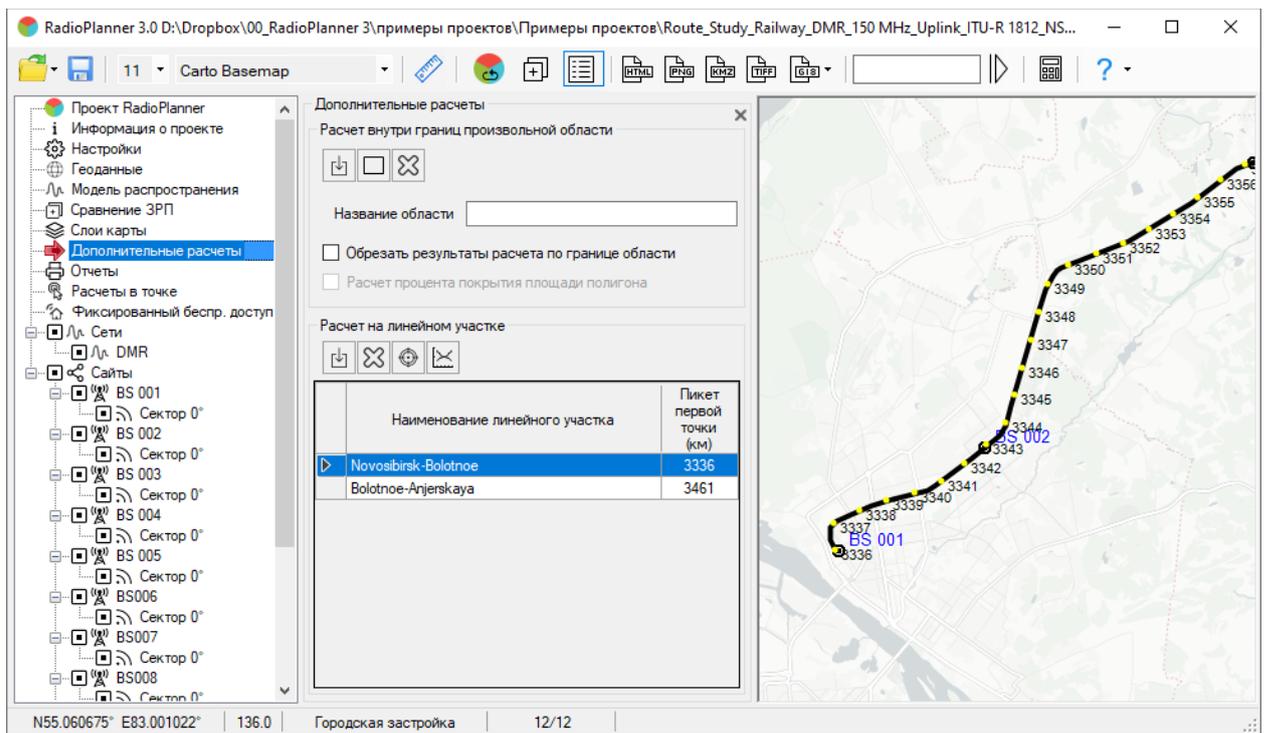
После выполнения любого типа расчета покрытие на карте будет обрезано по границе области расчета

Расчет процента покрытия площади полигона

Будет рассчитан и отображен в Легенде процент покрытия каждого уровня от общей площади области расчета

Расчет на линейном участке

Расчет на линейном участке позволяет построить диаграммы (графики) уровней мощности на приеме, отношения сигнал/(помеха+шум) или диаграммы пропускной способности вдоль любого линейного объекта – трубопровода, железной или автомобильной дороги и т.п.



Меню Расчет на линейном участке



Импортировать линейный участок из KML файла

Удалить линейный участок

Расположить карту так, чтобы начало выбранного линейного участка находилось в центре экрана

Отобразить диаграмму уровней на линейном участке

Линейный участок, вдоль которого будет производиться расчет, загружаются из файла в формате KML, который подготавливается в любом стороннем ПО (например, Google Earth). Линейных

участков может быть несколько. В качестве пикета первой точки линейного участка можно указать любое требуемое значение, остальные километровые пикеты расставятся на карте вдоль трассы линейного участка автоматически. Для построения диаграмм уровней два раза кликните на нужном участке или воспользуйтесь инструментом "Отобразить диаграмму уровней на линейном участке".

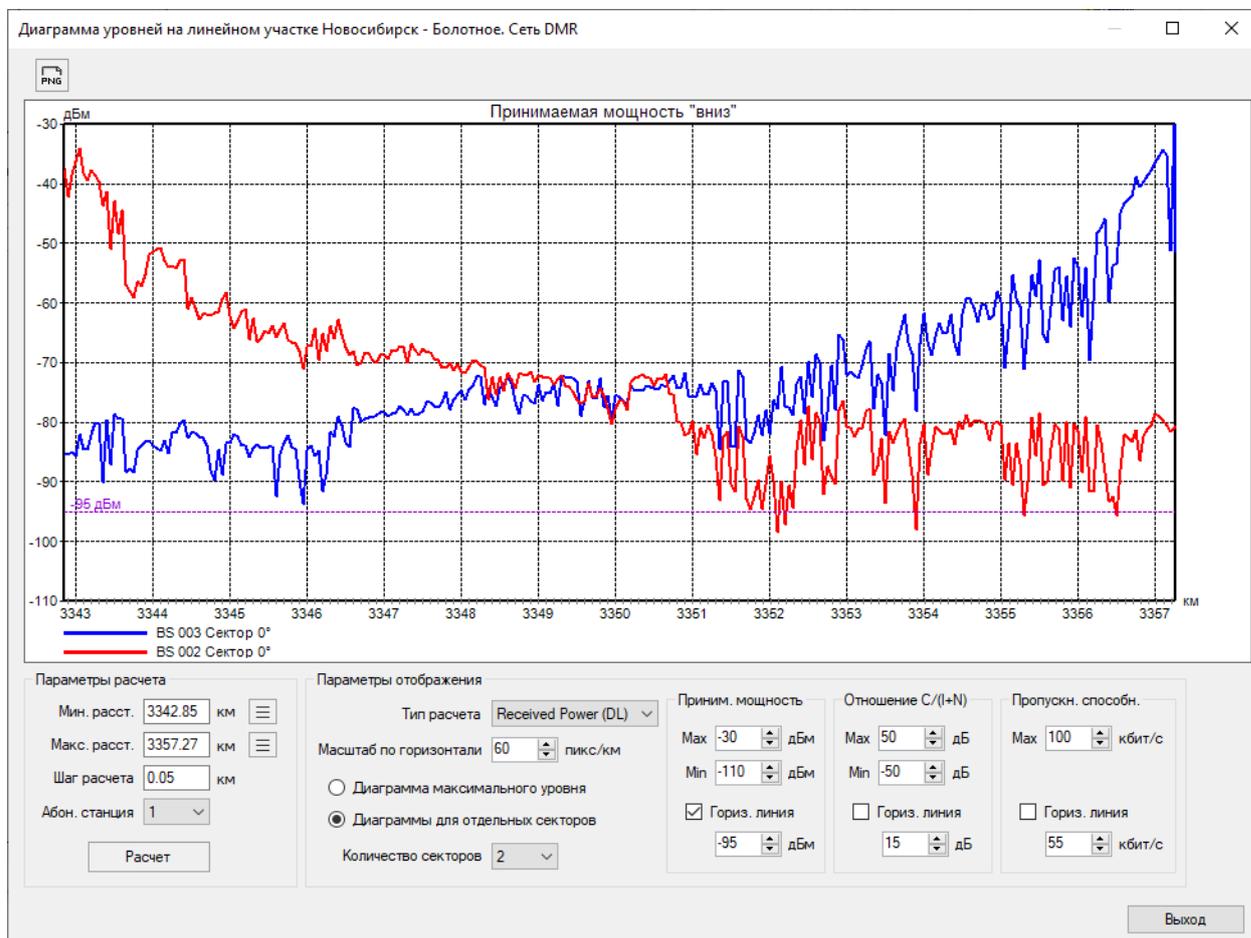


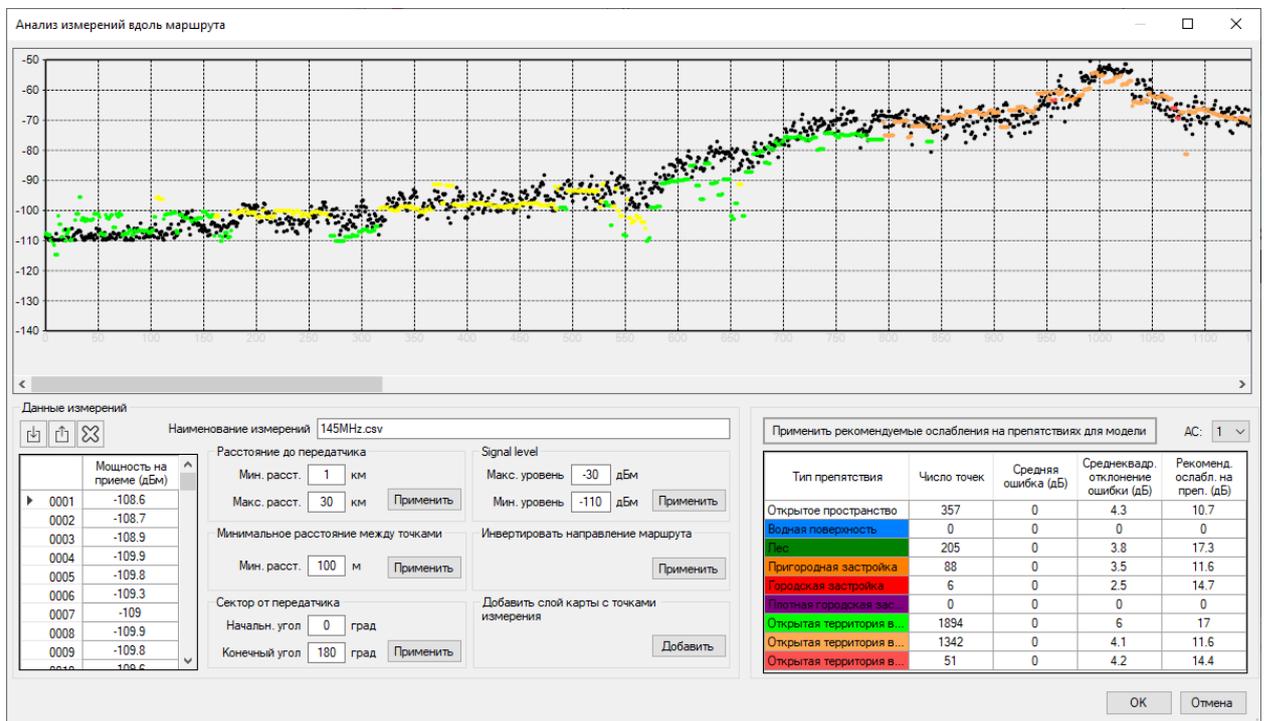
Диаграмма уровней на линейном участке

	Сохранить диаграмму уровней как файл PNG
Мин. расст.	Начальная точка диаграммы уровней
Макс. расст	Конечная точка диаграммы уровней
	Выбрать нужную БС и определить точку с минимальным расстоянием от нее до линейного участка
Шаг расчета	Шаг расчета, км. Минимальный шаг 20м
Абон. станция	Выбрать тип абонентской станции
Расчет	Выполнить расчет
Тип расчета	Выбрать тип расчета
Масштаб по горизонтали	Масштаб диаграммы по горизонтали в пикселах на километр
Диаграмма максимального уровня	Отобразить диаграмму максимального уровня
Диаграммы для отдельных секторов	Отобразить диаграмму для отдельных секторов. Отображаемые на диаграмме сектора определяются автоматически исходя из максимума интегрального уровня на приеме на заданном участке. Если автоматический алгоритм определения нужного

	сектора не сработал (что бывает очень редко), то рекомендуется выбирать нужные сектора БС для расчета вручную в основном левом меню.
Количество секторов	Количество отображаемых секторов. Максимально 5 секторов БС.
Приним. мощность	Установить на графике максимальные и минимальные значения уровня на приеме
Соотношение C/(I+N)	Установить на графике максимальные и минимальные значения C/(I+N)
Пропускн. способн.	Установить на графике максимальные и минимальные значения пропускной способности
Горизонтальная линия	Отобразить на диаграмме уровней горизонтальную линию с указанным значением

Импорт результатов измерений и настройка параметров модели расчета

RadioPlanner 3.0 позволяет подстраивать величину потерь на местных препятствиях (клаттерах) для модели распространения радиоволн путем сравнения расчетных уровней принимаемой мощности сигнала с измеренными уровнями. Загрузка, предварительная обработка и анализ файла измерений для сектора БС выполняется в панели параметров сектора.



Анализ измерений вдоль маршрута



Импорт данных измерений из файла формата CSV



Экспорт данных измерений в файл формата CSV

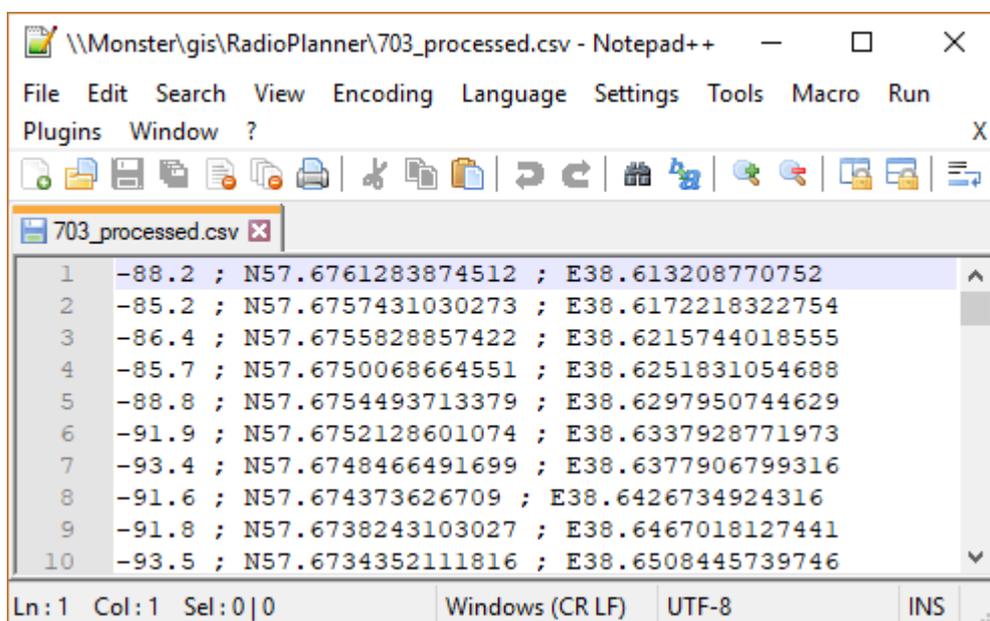


Удалить все данные измерений

Порядок работы:

1. По результатам полевых измерений подготовить файл измерений уровней принимаемой мощности для сектора БС.

Файл измерений – это файл формата CSV, каждая из строк которого содержит три параметра: уровень измеренного сигнала от одного сектора БС в дБм; географическая широта; географическая долгота. Разделителем значений параметров является символ “точка с запятой”. Форматы представления географических координат - ПОЛУШАРИЕ ГРАДУСЫ МИНУТЫ СЕКУНДЫ (N35 36 23.8) или ПОЛУШАРИЕ ДЕСЯТИЧНЫЕ ГРАДУСЫ (N12.34567).



Пример файла с результатами измерений

2. Загрузить файл измерений в сектор и при необходимости сделать предварительную обработку:

Уровень сигнала Максимальный/Минимальный	Удалить из данных измерений точки с уровнем вне указанных границ
Расстояние до передатчика Минимальное/Максимальное	Удалить из данных измерений с расстоянием до сайта вне указанных границ
Сектор от передатчика Минимальный/Максимальный угол	Удалить из данных измерений точки, не попадающие в указанный угловой сектор

Минимальное расстояние между точками	Устанавливается размер сторон квадратов, в пределах которых будет выполнено усреднение значений уровня сигнала, локация точки при этом в пределах каждого из квадратов будет выбрана из локаций существующих точек измерений в пределах данного квадрата случайным образом.
Инвертировать направление маршрута	Изменить порядок точек в маршруте (последняя точка становится первой, предпоследняя – второй и так далее).
Добавить слой карты с результатом измерений	Добавление на карту пользовательского слоя с результатами измерений с усреднением в пределах указанного минимального расстояния. Данные в таблице при этом не меняются. Полученный слой появится среди пользовательских слоев, наименование слоя будет соответствовать названию сайта и направлению сектора.

Уровни измерений обозначаются черным цветом, расчетные уровни - цветом, который соответствует типу препятствий в данной точке (желтый цвет – открытое пространство). По оси абсцисс показаны номера точек маршрута. При наведении указателя мыши на график отображаются значения расчетного и измеренного уровней, разница в уровнях, расстояние до сайта и тип препятствия в данной точке. При клике на графике появляется контекстное меню, в котором можно удалить точку с результатом измерений.

В таблице ниже графика будут указаны количество точек, средняя ошибка, среднеквадратичное отклонение ошибки, а также рекомендованные значения потерь для разных типов препятствий, при которых средняя ошибка будет равна нулю. При нажатии на кнопку "Применить рекомендуемые ослабления на препятствиях для модели" будет произведен перерасчет уровней для точек графика с учетом рекомендованных значений, а также изменены значения потерь в меню "Модель распространения радиоволн". Чтобы оценить, как повлияют на результат расчета покрытия новые значения потерь на препятствиях, нужно выполнить расчет зоны покрытия заново.

3. На основе анализа полученных результатов для разных типов препятствий и для разных секторов принимается решение относительно корректировки значений ранее используемых потерь на препятствиях (клаттерах) в модели распространения радиоволн.

Сохранение результата расчета зон радиопокрытия

Результат расчета зон радиопокрытия можно сохранить как:

- интерактивной веб-страницы в формате HTML
- растровое изображение в формате PNG
- файла KMZ программы Google Earth (Google Планета Земля)

- файла с геопривязкой в формате GeoTiff



Сохранить результаты расчета в виде веб-страницы – сохранение результата расчета в виде интерактивной веб-страницы. Программа предложит пользователю выбрать место и имя папки, в которую сохранить результат, и затем, в указанную папку будет сохранен файл index.html (это скрипт страницы), файл bs.png (значок базовой станции), а также папка с пирамидой тайлов зоны радиопокрытия в стандартном формате {ZOOM}/{X}/{Y}. В скрипт страницы index.html записывается также слой пользовательских линейных и точечных объектов (вернее те из них, которые указаны как отображаемые), и если таких объектов много, то это может занять значительное время.

Для того, чтобы открыть веб-страницу, откройте файл index.html при помощи вашего браузера (Google Chrome, Mozilla Firefox, Internet Explorer и пр.). Указанную папку со скриптом и пирамидой тайлов можно заархивировать и передать заказчику как законченный результат.

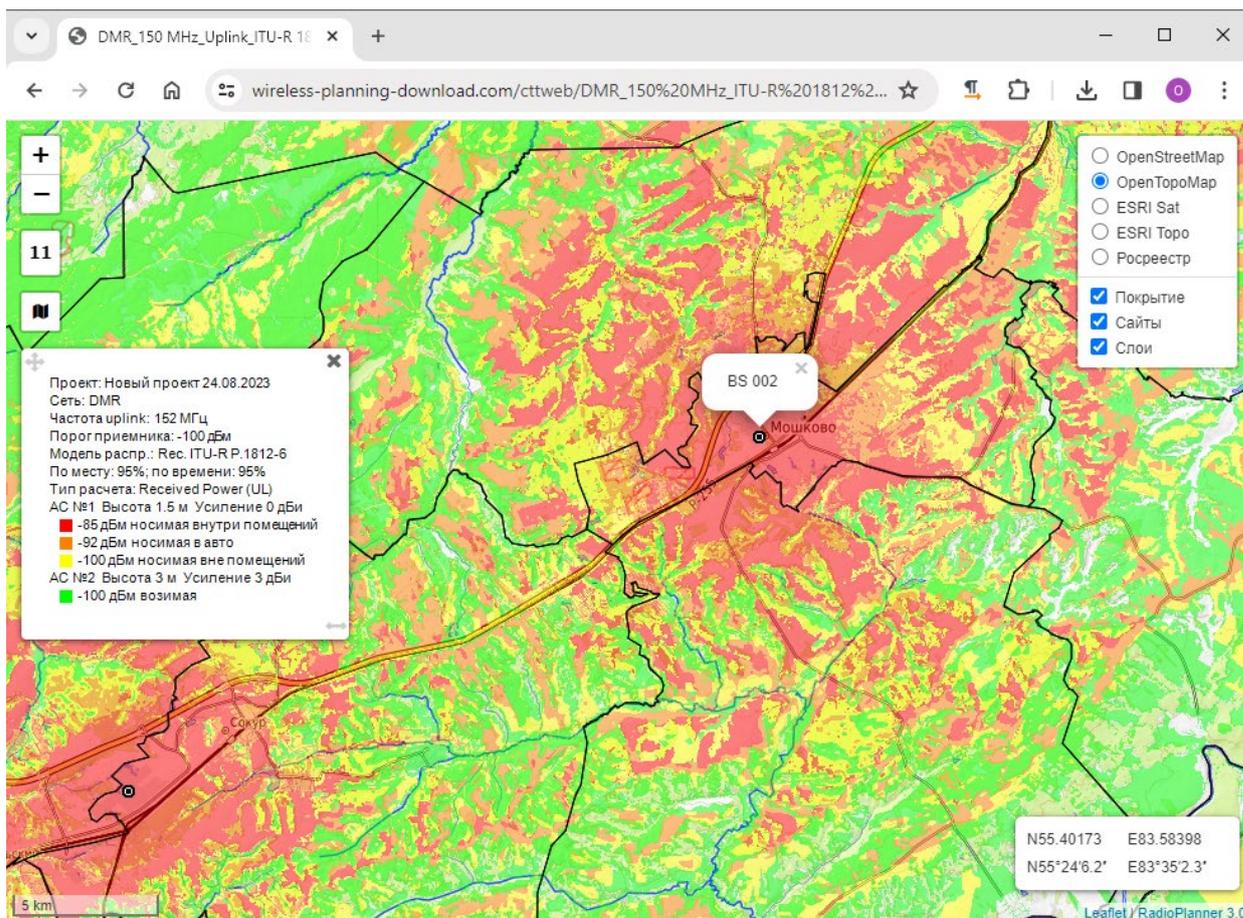
Также полученную страницу можно разместить на веб-сервере для просмотра в любом браузере и на любой из операционных систем (Windows, Mac, IOS, Android, Linux).

Веб-страница позволяет:

- Выбирать подложку из 5-ти различных базовых карт;
- Отобразить/скрыть зону радиопокрытия;
- Отображать слой пользовательских линейных и точечных объектов;
- Изменять масштаб;
- Автоматически отображать основные данные из легенды;
- Отображать масштаб и текущие координаты курсора;

Для работы веб-страницы нужен выход в интернет, так как базовые карты подложки загружаются с соответствующих ресурсов.

Папку с пирамидой тайлов можно использовать не только с полученным скриптом – ее, например, можно подключить к любой ГИС, поддерживающий работу с тайлами, что позволит демонстрировать результат расчета зон радиопокрытия в виде слоя на любой стороне ГИС пользователя (QGIS, MapInfo, ArcGIS, SAS.Planet и других).



Результат расчета, сохраненный как HTML страница



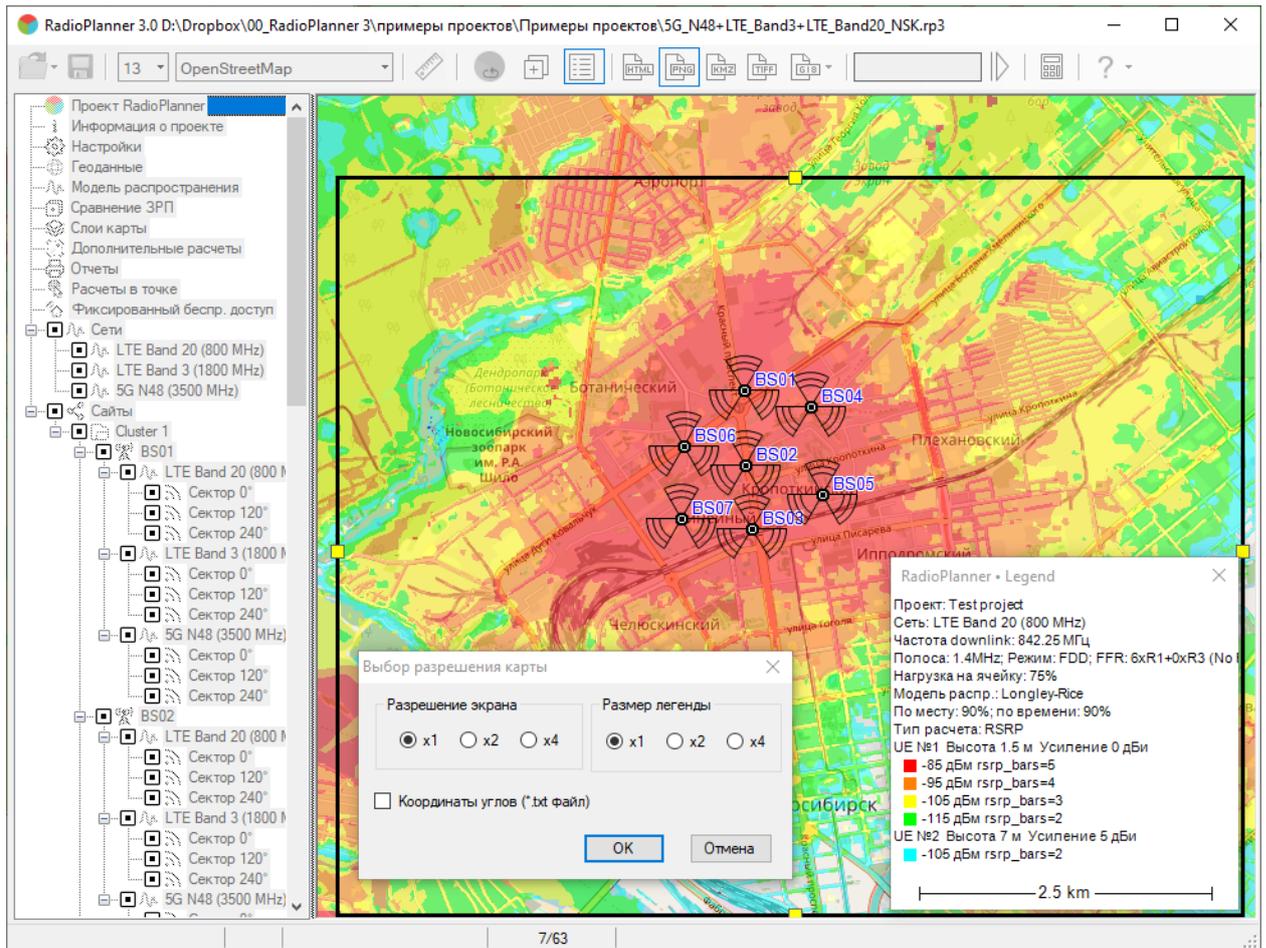
Сохранить результаты расчета в виде растрового файла в формате *.png – сохранение результата расчета в виде растрового файла в формате *.png.

Перед сохранением растрового файла можно выбрать область сохраняемой зоны покрытия при помощи рамки (при этом можно перемещать как границы рамки, так и саму карту).

При сохранении растрового файла можно также выбрать его детальность (разрешение). Детальность может соответствовать текущей или быть больше в 2 или 4 раза. Чем лучше детальность, тем больше размер сохраняемого файла. Максимальный размер сохраняемого растрового изображения составляет примерно 5400x4400 пикселей, размер файла в формате *.png при этом составляет около 10 МБ.

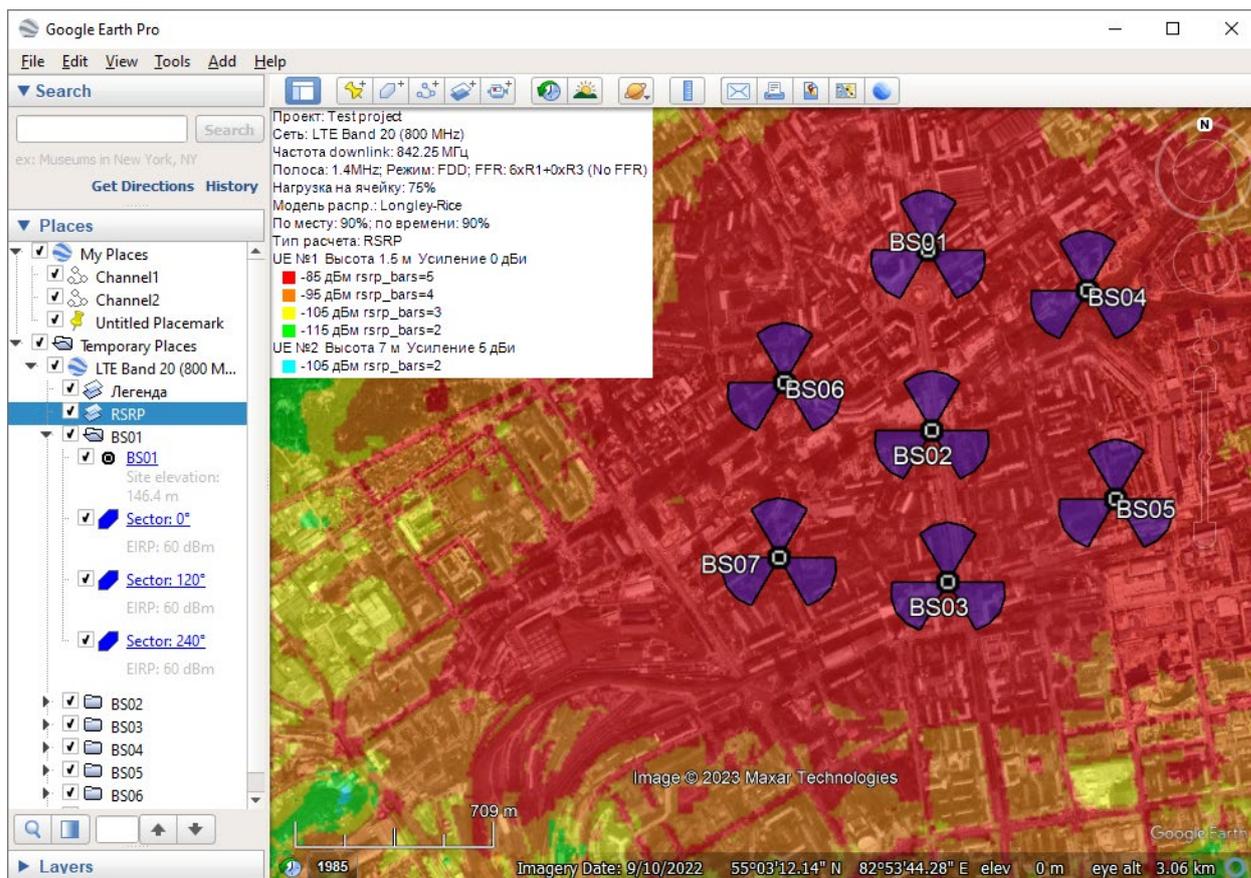
В экспортируемом PNG файле Легенда будет относительно зоны покрытия на том же месте, что и на экране. Кроме того, при экспорте в PNG файл можно изменять размер Легенды.

Координаты углов (*.txt файл) – сохранение вместе с файлом png текстового файла под тем же именем. В текстовый файл записываются координаты углов сохраняемой области (для загрузки результата расчета охвата телевидением на картографический сервис РТРС карта.ртрс.рф).



*Сохранение результатов расчета в формате *.png*

 **Сохранить результат расчета в виде KMZ файла** – сохранение результата расчета в виде файла KMZ, который можно открыть в программе Google Earth (Google Планета Земля). Если Легенда активна, она появится в верхнем левом углу Google Планета Земля.



Результат расчета, сохраненный как KMZ файл

 **Сохранить результат расчета в виде файла GeoTIFF** — сохранить результат расчета без базовой карты в виде файла с географической привязкой в формате GeoTIFF.

 **Сохранить результат расчета в ГИС формате** - сохранение результата расчета покрытия в текстовом файле CSV или файле обмена MapInfo (MIF + MID). Экспорт в эти векторные форматы необходим тем пользователям, которые используют покрытие для дальнейшего анализа в различных ГИС-приложениях.

При сохранении файла нужно будет указать шаг сетки, с которой будет сохранен результат.

Формат файла CSV

Каждая строка содержит три параметра: географическая широта; географическая долгота; максимальный из всех секторов уровень сигнала (уровень мощности на приеме для проектов "Мобильная связь" или напряженность поля для проектов теле- и радиовещания); Название БС; Азимут сектора. Разделитель значений параметров - точка с запятой. Форматы географических координат: градусы минуты секунды (35 36 23,8) или десятичные градусы (12,34567).

```

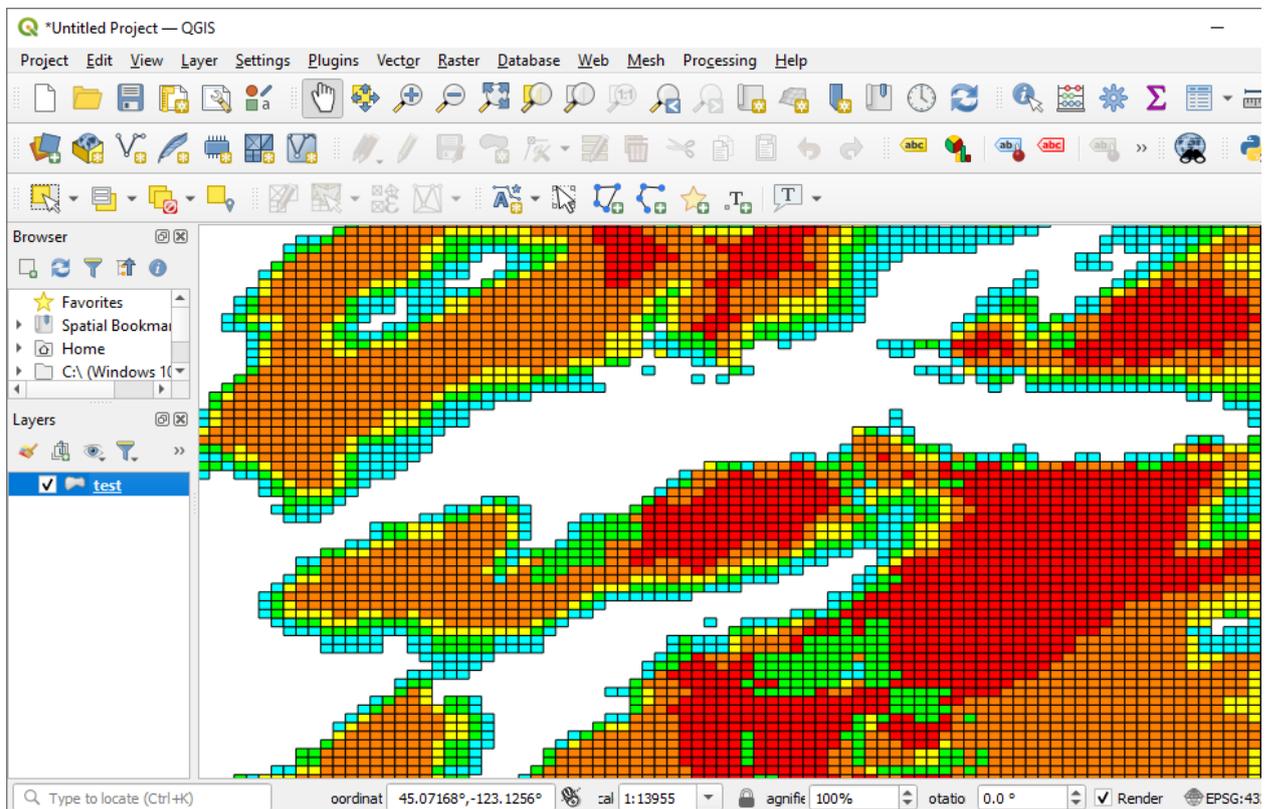
1 55.00105247;82.71161544;-95.0;BS 012;240°
2 55.05245400;82.71161544;-94.8;BS 012;240°
3 55.05515935;82.72105824;-94.5;BS 011;240°
4 55.06868607;82.72105824;-94.6;BS 011;240°
5 55.04704332;82.72577964;-94.6;BS 012;240°
6 55.06868607;82.72577964;-94.6;BS 011;240°
7 55.02810591;82.73050103;-93.9;BS 012;240°
8 55.04974866;82.73050103;-94.6;BS 002;240°
9 55.05786469;82.73050103;-93.3;BS 011;240°
10 55.06327538;82.73050103;-94.0;BS 011;240°
11 55.06598072;82.73050103;-93.8;BS 011;240°
12 54.99023110;82.73522243;-94.8;BS 012;240°
13 55.00916850;82.73522243;-94.4;BS 012;240°
14 55.04433797;82.73522243;-93.6;BS 011;240°
15 55.04704332;82.73522243;-94.8;BS 012;240°

```

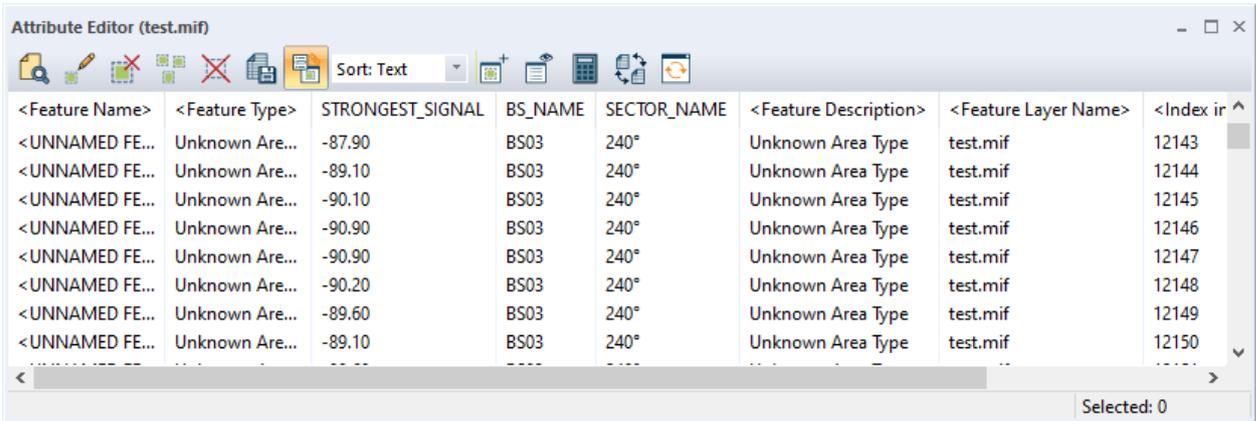
Пример результата расчета покрытия в виде CSV файла

Файл MapInfo (MIF + MID)

Это стандартный файл обмена MapInfo, который можно открыть в любом ГИС приложении.



Анализ результата MIF MapInfo в слое QGIS



The screenshot shows the 'Attribute Editor (test.mif)' window in QGIS. The window title is 'Attribute Editor (test.mif)'. The toolbar includes icons for search, edit, delete, add, refresh, and print. A dropdown menu is set to 'Sort: Text'. The table below displays the following data:

<Feature Name>	<Feature Type>	STRONGEST_SIGNAL	BS_NAME	SECTOR_NAME	<Feature Description>	<Feature Layer Name>	<Index ir
<UNNAMED FE...	Unknown Are...	-87.90	BS03	240°	Unknown Area Type	test.mif	12143
<UNNAMED FE...	Unknown Are...	-89.10	BS03	240°	Unknown Area Type	test.mif	12144
<UNNAMED FE...	Unknown Are...	-90.10	BS03	240°	Unknown Area Type	test.mif	12145
<UNNAMED FE...	Unknown Are...	-90.90	BS03	240°	Unknown Area Type	test.mif	12146
<UNNAMED FE...	Unknown Are...	-90.90	BS03	240°	Unknown Area Type	test.mif	12147
<UNNAMED FE...	Unknown Are...	-90.20	BS03	240°	Unknown Area Type	test.mif	12148
<UNNAMED FE...	Unknown Are...	-89.60	BS03	240°	Unknown Area Type	test.mif	12149
<UNNAMED FE...	Unknown Are...	-89.10	BS03	240°	Unknown Area Type	test.mif	12150

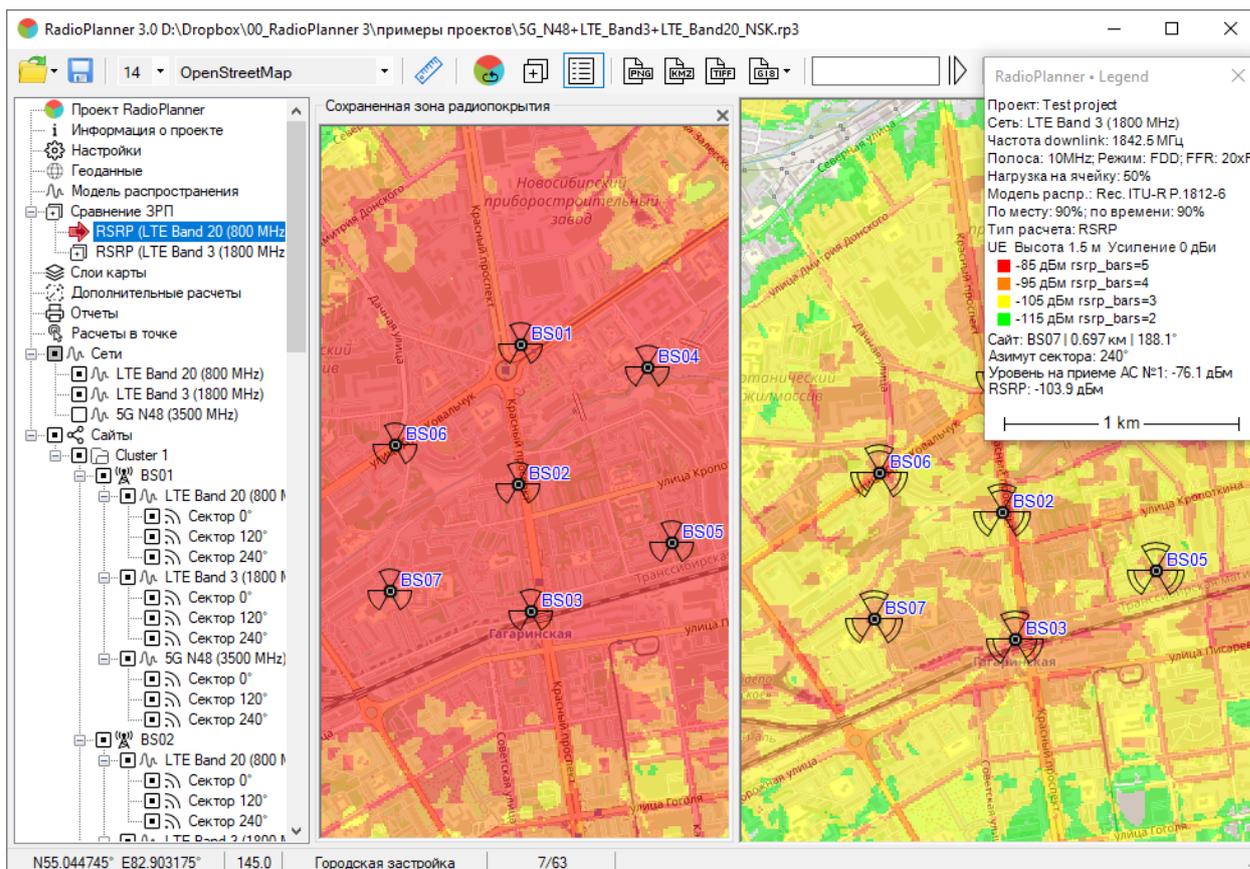
Selected: 0

Таблица атрибутов MIF файла

Сравнение результатов расчета покрытия

RadioPlanner 3.0 позволяет выполнить визуальное сравнение результатов текущего расчета радиопокрытия с предварительно добавленным для подобного сравнения результатами расчета. Таким образом можно оценить влияние на результат покрытия изменения различных параметров БС, модели распространения и т.д.

Чтобы добавить выполненный расчет к сравнению, нажмите кнопку «Добавить покрытие для сравнения» на верхней панели инструментов. Когда вы перейдете в меню «Сравнить покрытие» на главной панели инструментов, этот результат расчета будет расположен в левой части экрана, а результат текущего расчета покрытия будет отображаться в правой части. Если легенда включена, она будет отображать параметры расчета, над которыми в данный момент находится указатель мыши.



Сравнение результатов расчета радиопокрытия

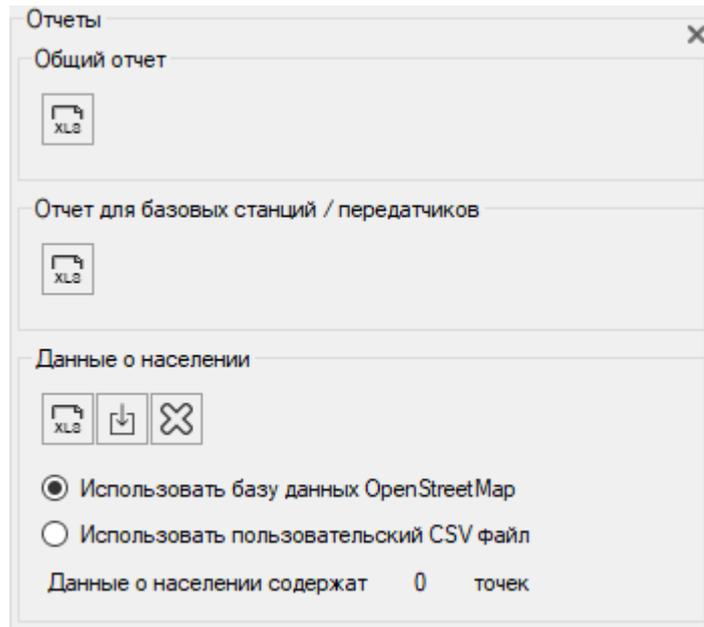
Вы можете добавить к сравнению несколько расчетов, и они появятся в интерфейсе TreeView в ветке "Сравнение ЗРП". При добавлении к сравнению RadioPlanner сохраняет все матрицы вычислений, поэтому для больших областей расчета процесс добавления занимает много времени и места на жестком диске. Управление картами в левой и правой панелях (смещение и масштабирование карты) независимо друг от друга. Это позволяет детально сравнить два результата расчета покрытия. Чтобы переименовать расчет в TreeView интерфейсе, дважды щелкните его и переименуйте. Чтобы удалить ненужный расчет, щелкните по нему и нажмите кнопку Удалить на клавиатуре. При закрытии RadioPlanner расчеты, добавленные к сравнению, не сохраняются.

Отчеты

В меню «Отчеты» пользователю доступны различные типы отчетов — отчет о конфигурации сети, о используемой модели распространения радиоволн, о типе расчета и отчет о конфигурации активных сайтов.

Также можно создать отчет об охвате населения (пока только для теле- и радиовещания - см. соответствующий раздел данного Руководства пользователя).

Все отчеты сразу открываются в Microsoft Excel.



Меню Отчеты

Общий отчет



Открыть общий отчет в Microsoft Excel, включающий в себя отчет о конфигурации сети, модели распространения радиоволн, типе расчета.

	A	B	C	D	E	F	G
8	Network						
9	Наименование	LTE Band 20 (800 MHz)					
10	Тип системы	LTE					
11	Downlink	842.25 МГц					
12	Uplink	802.25 МГц					
13	Пороговый уровень на приемника DL	-101 дБм					
14	Пороговый уровень на приемника UL	-103 дБм					
15	Радиус расчета	20 км					
16							
17	Абонентские станции						
18		AC №1	AC №2				
19	Тип	Portable	CPE				
20	Мощность передатчика	0.2 Вт	0.2 Вт				
21	Потери в АФТ	0 дБ	0 дБ				
22	Высота антенны	1.5м	7м				
23	Усиление антенны	0 дБи	5 дБи				
24							
25	Модель распространения						
26	Тип	Rec. ITU-R P.1812-6					
27	Location	90%					
28	Time	90%					
29	Confidence Margin	0 дБ					
30	σLN	5.5 дБ					
31	σR	7.5 дБ					
32	σT	2 дБ					
33	Fade Margin	12.2 дБ					
34	Учет ослабления на препятствиях	Да					
35							
36	Clutter Losses						
37		AC №1	AC №2				
38	Открытое пространство	0 дБ	0 дБ				
39	Водная поверхность	0 дБ	0 дБ				
40	Лес	22.3 дБ	18 дБ				
41	Пригородная застройка	18.5 дБ	10.1 дБ				
42	Городская застройка	22.3 дБ	18 дБ				
43	Плотная городская застройка	24.8 дБ	22 дБ				
44	Открытая территория в лесу	14.8 дБ	0 дБ				
45	Открытая территория в пригороде	11.2 дБ	0 дБ				
46	Открытая территория в городе	14.8 дБ	0 дБ				
47							
48	Тип расчета						
49	Тип	RSRP					
50	AC №1		Описание				
51		-85 дБм	rsrp_bars=5				
52		-95 дБм	rsrp_bars=4				
53		-105 дБм	rsrp_bars=3				
54		-115 дБм	rsrp_bars=2				
55	AC №2						
56		-105 дБм	rsrp_bars=2				
57							

Общий отчет в Microsoft Excel

Отчет для базовых станций/передатчиков



Открыть отчет по активным секторам выбранной сети в Microsoft Excel

Site name	Group	Notes	Latitude	Longitude	Site elevation, m	Sector name	Radio equipment	Downlink		Uplink		MIMO	Tx power, W	Tx antenna					
								Channel/Frequency, MHz	Channel/Frequency, MHz	Asimuth, deg.	Antenna model			Antenna height	Beam tilt, deg.	Antenna gain, dBi	Cable type	Cable length	
BS01	Cluster 1		N44.992241°	W123.025589°	135		MR44EA	731.5	701.5	MIMO-B 4x2	40	0	FFV4-85B-R3-V1	25	0	14.5	LDF4-50A	5	
							MR44EA	731.5	701.5	MIMO-B 4x2	40	120	FFV4-85B-R3-V1	25	0	14.5	LDF4-50A	5	
							MR44EA	731.5	701.5	MIMO-B 4x2	40	240	FFV4-85B-R3-V1	25	0	14.5	LDF4-50A	5	
BS02	Cluster 1		N44.988442°	W122.983360°	135		MR44EA	731.5	701.5	MIMO-B 4x2	40	0	FFV4-85B-R3-V1	25	0	14.5	LDF4-50A	5	
							MR44EA	731.5	701.5	MIMO-B 4x2	40	120	FFV4-85B-R3-V1	25	0	14.5	LDF4-50A	5	
							MR44EA	731.5	701.5	MIMO-B 4x2	40	240	FFV4-85B-R3-V1	25	0	14.5	LDF4-50A	5	
BS03	Cluster 1		N44.940501°	W123.017693°	135		MR44EA	731.5	701.5	MIMO-B 4x2	40	0	FFV4-85B-R3-V1	25	0	14.5	LDF4-50A	5	
							MR44EA	731.5	701.5	MIMO-B 4x2	40	120	FFV4-85B-R3-V1	25	0	14.5	LDF4-50A	5	
							MR44EA	731.5	701.5	MIMO-B 4x2	40	240	FFV4-85B-R3-V1	25	0	14.5	LDF4-50A	5	
BS04	Cluster 2		N44.883900°	W123.084469°	135		MR44EA	731.5	701.5	MIMO-B 4x2	40	0	FFV4-85B-R3-V1	25	0	14.5	LDF4-50A	5	
							MR44EA	731.5	701.5	MIMO-B 4x2	40	120	FFV4-85B-R3-V1	25	0	14.5	LDF4-50A	5	
							MR44EA	731.5	701.5	MIMO-B 4x2	40	240	FFV4-85B-R3-V1	25	0	14.5	LDF4-50A	5	
BS05	Cluster 2		N44.848810°	W123.067474°	135		MR44EA	731.5	701.5	MIMO-B 4x2	40	0	FFV4-85B-R3-V1	25	0	14.5	LDF4-50A	5	
							MR44EA	731.5	701.5	MIMO-B 4x2	40	120	FFV4-85B-R3-V1	25	0	14.5	LDF4-50A	5	
							MR44EA	731.5	701.5	MIMO-B 4x2	40	240	FFV4-85B-R3-V1	25	0	14.5	LDF4-50A	5	

Пример отчета по активным секторам выбранной сети в Microsoft Excel

Данные о населении - см. соответствующий раздел данного Руководства пользователя.



Открыть отчет об охвате населения в Microsoft Excel



Импортировать пользовательские данные о населении из CSV файла



Удалить пользовательские данные о населении

Калькулятор чувствительности приемника, ограниченной промышленными помехами

Калькулятор позволяет определить чувствительность приемника, ограниченную промышленным радиошумом (индустриальными радиопомехами) для различных окружающих условий.

Влиянием промышленных шумов нельзя пренебрегать в диапазонах частот, где работают системы профессиональной подвижной радиосвязи (136-174 МГц и 403-470 МГц), особенно в низкочастотном диапазоне VHF 136-174 МГц.

Калькулятор необходимого уровня на входе приемника с учетом промышлен...

Параметры приемника

Эталонная чувствительность $\frac{?}{?}$ -119 дБм

Эталонная чувствительность $\frac{?}{?}$ 0,25 мкВ

Тип приемника $\frac{?}{?}$ ETSI DMR 2 slot TDMA (AMBE +2) (12.5 kHz)

Требуемое передаваемое качество речи (DAQ) $\frac{?}{?}$ DAQ-3.4

Отношение сигнал/шум для эталонной чувствительности (Cs/N) $\frac{?}{?}$ 5,3 дБ BER = 5 %

Отношение сигнал/шум (Cf/N) для требуемого DAQ $\frac{?}{?}$ 15,6 дБ BER = 2 %

Эквивалентная шумовая полоса $\frac{?}{?}$ 7 кГц

Коэффициент шума $\frac{?}{?}$ 11,2 дБ

Динамическая чувствительность $\frac{?}{?}$ -108,7 дБм

Промышленные помехи

Рек. ITU-R P.372-13 Радишум (50 - 250 МГц)

OFCOM MMN measurement (AY4119) 2003 (50 - 1000 МГц)

TIA TSB-88.2-D Part 2: Propagation and Noise (162 MHz)

Частота $\frac{?}{?}$ 160 МГц

Категория $\frac{?}{?}$ Жилые районы

Промышленный/индустриальный шум (Fam) $\frac{?}{?}$ 11,4 дБ

Результаты

Чувствительность приемника, ограниченная промышленными помехами $\frac{?}{?}$ -105,6 дБм

Калькулятор чувствительности приемника, ограниченной промышленными помехами

Предварительно вычисляется так называемая динамическая чувствительность приемника (Faded Performance Threshold) с учетом требуемого передаваемого качества речи (DAQ) по методике, изложенной в рекомендации TIA TSB-88.1-D. Типовые параметры приемников - демодуляторов всех известных систем профессиональной мобильной связи встроены в калькулятор - данные взяты из Таблицы A1 "Projected VCPC Parameters for Different DAQs" TIA TSB-88.1-D.

Далее вычисляется чувствительность приемника, ограниченная промышленными помехами с учетом категории местности для одного из следующих исследований:

- ITU-R P.372-13 “Радишум” (50-250 МГц)
- OFCOM MMN measurement (AY4119) 2003 (50-250 МГц)
- TIA TSB-88.2-D Part 2: Propagation and Noise (VHF – 162 МГц)

Для расчета необходимо указать:

1. Эталонную чувствительность (Reference Sensitivity) приемника в дБм или мкв - она обычно указывается в технической спецификации как Reference Sensitivity или статическая (Static) чувствительность приемника при 12 дБ SINAD для аналоговых систем или при BER=5% для цифровых систем.
2. Тип системы профессиональной подвижной связи
3. Требуемое качество передаваемой речи (выбрать из трех распространенных, обычно DAQ=3.4)
4. Выбрать исследование, на котором будет основан расчет и категорию среды.
5. Указать несущую частоту.

После изменения любого поля исходных данных расчет выполняется автоматически, если в качестве результата расчета появляется пустое поле, то это значит, что введены некорректные данные по приемному оборудованию (физически не реализуемые) или графики промышленного шума выходят за пределы частот, на которых выполнялись исследования.

ТВ- и радиовещание

RadioPlanner 3.0 позволяет выполнить расчет зоны покрытия телевизионным и радио-вещанием и расчет охвата населения на основе базы данных проекта OpenStreetMap или пользовательских исходных данных в формате CSV. По результатам расчета охвата вещанием формируется список населенных пунктов, охваченных вещанием, с указанием численности населения в каждом населенном пункте и общей численности населения в зоне охвата.

RadioPlanner 3.0 позволяет работать с несколькими теле- или радиосетями в одном проекте. При создании нового проекта по умолчанию создается первая сеть.

Меню Сеть



Добавить новую сеть



Выполнить расчет зоны покрытия (См. раздел "Расчет покрытия для нескольких сетей")

Тип расчета

- Количество доступных сетей (DL)

См. раздел "Расчет покрытия для нескольких сетей"

Детальность расчета

Детальность расчета:

- Низкая

- Средняя

- Высокая

Детальность, с которой будет представлен результат расчета. При этом разрешение соответствует одному пикселю экрана для zoom=11 (низкая детальность), zoom=12 (средняя) и zoom=13 (высокая). Для географической широты 55 градусов это примерно 40, 20 и 10 метров соответственно.

Чем выше детальность, тем больше время расчета.

Сеть

Меню «Сеть» используется для установки всех параметров выбранной сети и параметров расчета. Для проектирования сетей телерадиовещания необходимо выбрать тип системы Terrestrial Broadcasting (Наземное вещание).

Сеть

Наименование сети: RTRS Multiplex I

Тип системы: Terrestrial Broadcasting

Параметры сети

Диапазон: 538 МГц

Радиус расчета: 70 км

Высота приемной антенны: 10 м

Тип расчета: Field strength (DL)

Напряженность поля в точке приема

4 Количество уровней

Цвет	Уровень	Описание
Red	> 58 дБмкВ/м	256 QAM 4/5 PP4 64800
Yellow	53 ÷ 58 дБмкВ/м	64 QAM 4/5 PP4 64800
Green	47 ÷ 53 дБмкВ/м	16 QAM 4/5 PP4 64800
Cyan	41 ÷ 47 дБмкВ/м	QPSK 4/5 PP4 64800

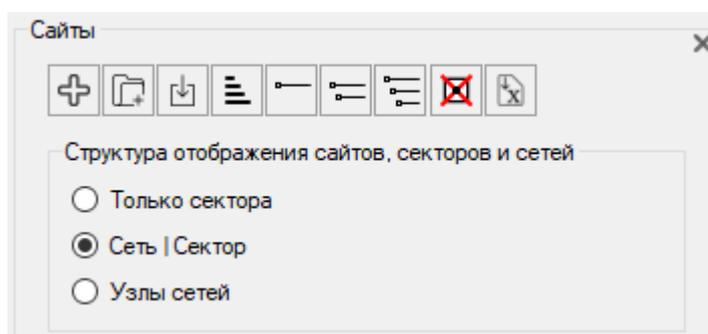
Меню Сеть

-  Создать новую сеть как копию этой
-  Сделать активными/не активными все передатчики текущей сети
-  Переместить текущую сеть вверх по списку
-  Переместить текущую сеть вниз по списку
-  Удалить сеть
-  Выполнить расчет
-  Выполнить расчет покрытия для каждого активного передатчика и сохранить результат в виде файла KMZ
-  Загрузить параметры сети из шаблона
-  Сохранить параметры сети в шаблон

Наименование сети	Наименование сети, текстовое поле
Тип системы	<p>Варианты типов системы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - LTE - 5G - Terrestrial Broadcasting (Передатчик наземного вещания) - Air-to-Ground Radio (Приемо-передатчик для авиационной радиосвязи) - Generic TRX (Типовой, или стандартный приемо-передатчик подвижной связи, тип которого не совпадает с типами систем, указанных выше) <p>Выбранный тип системы будет определять набор дополнительных параметров системы, а также доступные типы расчетов.</p>
Диапазон	Средняя частота диапазона сети, МГц Используется только для расчета потерь на местных препятствиях (клаттерах) в моделях распространения ITU-R P.1812 и ITU-R P.1546.

Радиус расчета	Максимальный радиус расчета от передатчика, км. Чем больше радиус, тем больше время вычислений. Не устанавливайте излишний расчетный радиус.
Высота приемной антенны	Высота приемной антенны, м

Сайты



Сайты

-  Создать новый сайт
-  Создать новую группу сайтов
-  Импортировать сайты из файла формата *.CSV
-  Сортировать сайты в алфавитном порядке
-  Свернуть все узлы сайтов
-  Свернуть все узлы сетей
-  Развернуть все узлы сайтов
-  Удалить все выбранные сайты
-  Импортировать параметры сайтов из документа Microsoft Excel

Чтобы создать новый сайт, нажмите "Сайты" в интерфейсе в виде дерева, затем нажмите кнопку "Создать новый сайт" на открывшейся панели.

Импорт сайтов из файла *.CSV

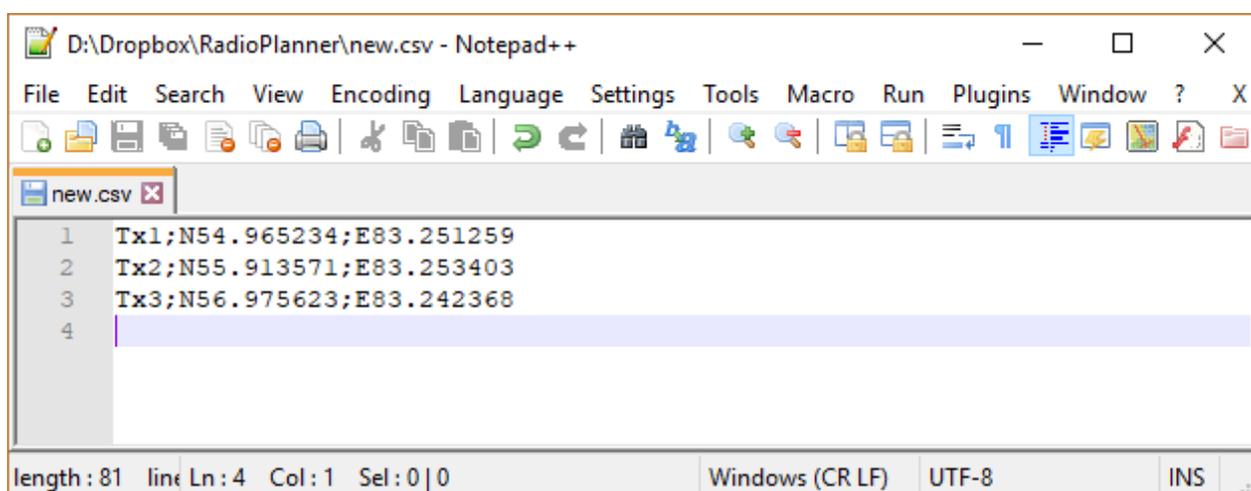
Программа позволяет импортировать сайты из файлов формата CSV (текстовый формат, где разделителем значений колонок является символ “точка с запятой”). Это универсальный формат, в котором можно сохранить таблицу с сайтами из любого редактора таблиц (Excel, LibreOffice Calc и прочих), а также баз данных.

Необходимые поля для каждого из сайтов: Наименование; Широта; Долгота

Разделителем полей является символ “точка с запятой”.

Форматы представления координат - ПОЛУШАРИЕ ГРАДУСЫ МИНУТЫ СЕКУНДЫ (N35 36 23.8) или ПОЛУШАРИЕ ДЕСЯТИЧНЫЕ ГРАДУСЫ (N12.34567).

Для импорта сайтов нажмите на кнопку "Импортировать сайты из файла формата *.CSV" и выберите соответствующий файл CSV, после чего программа выполнит импорт. Если на момент импорта в проекте уже были сайты, то импортируемые сайты добавятся в конец списка.



Пример файла CSV

Параметры сайта

При клике мышью в панели интерфейса Tree View на созданном сайте откроется панель параметров сайта, в которой можно редактировать наименование, координаты, указать дополнительную текстовую информацию, а также узнать высотную отметку сайта относительно уровня моря.

Параметры сайта










Наименование

Широта

Долгота

Высотная отметка рельефа м

Прочая информация

Имя группы

Параметры сайта



Создать новый сайт как копию этого



Переместить сайт вверх или вниз по списку



Удалить сайт



Загрузить секторы сайта из шаблона



Сохранить секторы сайта в шаблон



Позиционировать карту на сайт



Применить параметры этого сайта ко всем активным сайтам

Наименование

Наименование сайта, текстовое поле.

Широта

Географическая широта сайта в формате, заданном пользователем в Настройках

Долгота

Географическая долгота сайта в формате, заданном пользователем в Настройках

Высотная отметка земли, м	Отметка земли относительно уровня моря, м, определяемая по введенным выше географическим координатам
Заметки	Текстовое поле
Группа	Выберите группу сайтов. Сайты можно объединять в группы (кластеры), что позволяет быстро включать/исключать большие группы сайтов из расчетов.

Параметры передатчика

При создании сайта автоматически создается как минимум один передатчик этого сайта.

В панели интерфейса Tree View рядом с каждой сайтом и сектором есть значок активности. Для того чтобы для передатчика производились вычисления, данный передатчик должен быть отмечен как активный (точка в центре значка).

При клике мышью на секторе откроется панель с параметрами передатчика:

Параметры передатчика

Сеть: RTRS Multiplex I

Наименование: Pautovsky

Тип радиооборудования: R&S THU9 UHF Transmitter

Частота: 594 МГц

Мощность: 500 Вт

Минимальная напряж. поля: 50 дБмкВ/м

Цвет Best Server: ■

Мощность прд: 57 дБм

Передающая антенна

Высота: 100 м

Козф. усил.: 12 дБи

Азимут: 0 град.

Угол наклона: 0 град.

Тип антенны: Kathrein 75010067

Ослабление в антенном тракте

Тип кабеля: LDF12-50 2-1/4'

Длина кабеля: 80 м

Потери в кабеле: 1.2 дБ

Доп. потери: 0.27 дБ

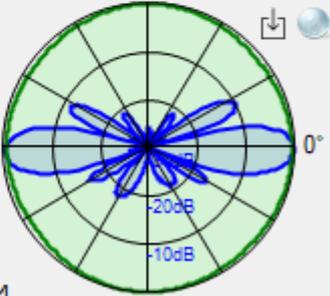
Общие потери: 1.47 дБ

Симулкаст параметры

Simulcast delay offset: 0 мксек

Диаграммы направленности в дБ:

- горизонтальная
- вертикальная



ЭИИМ: 67.5 дБм

Параметры передатчика



Создать новый передатчик как копию текущего передатчика



Переместить передатчик вверх/вниз



Удалить передатчик



Групповое изменение параметров активных передатчиков на основе параметров текущего передатчика



Позицировать карту на данный сайт



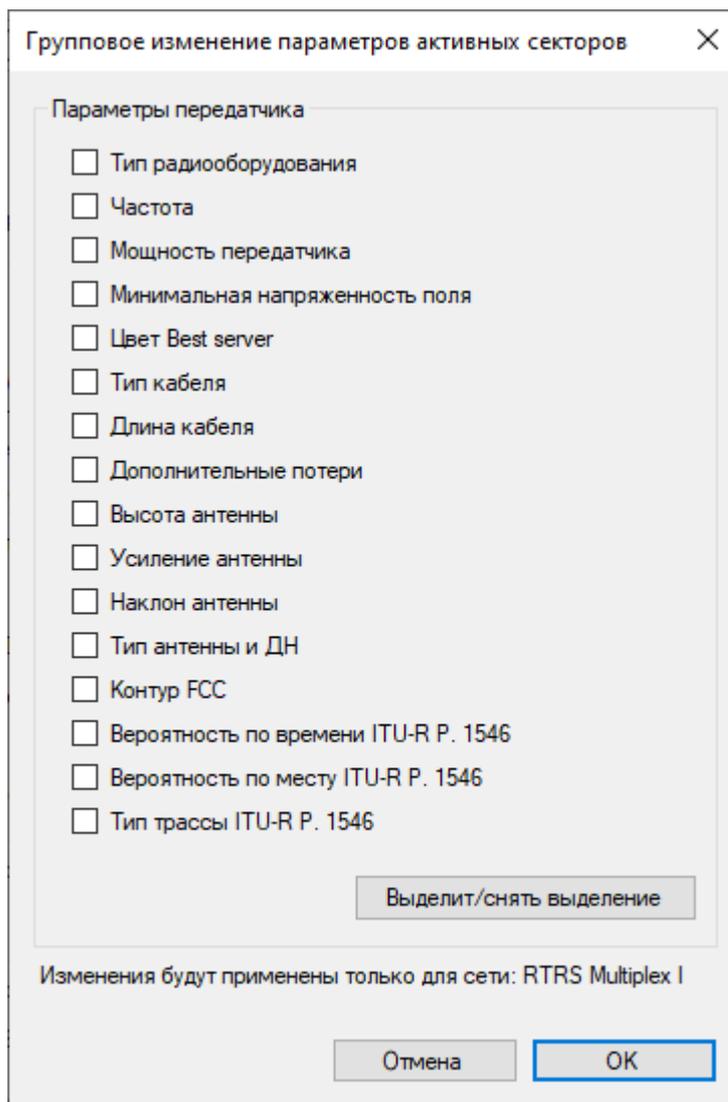
Анализ измерений сектора. Подробнее - см. в разделе «Импорт результатов измерений и настройка параметров модели расчета».



Контуры FCC и ITU-R. Построение контуров FCC и ITU-R – см. ниже.

Сеть	Сеть, к которой принадлежит передатчик, выбор из выпадающего списка сетей.
Наименование	Наименование передатчика, текстовое поле. Если оставить поле пустым, то в панели TreeView слева будет автоматически отображаться азимут сектора. Если вы укажете имя в этом поле, оно будет отображаться в панели TreeView вместо азимута.
Тип радиооборудования	Тип (модель) оборудования, текстовое поле
Частота, МГц	Частота несущей передатчика, МГц
Мощность	Мощность передатчика, Вт. Ниже приведено это значение дБм для контроля
Минимальная напряженность поля, дБмкВ/м	Минимальная напряженность поля, необходимая для уверенного приема, дБмкВ/м. Область с напряженностью поля меньше указанного значения будет исключена из зоны покрытия передатчика. Эта функция полезна для отображения общей зоны покрытия для сети передатчиков, работающих в разных диапазонах частот или с разными уровнями модуляции, так как у таких передатчиков разная минимальная напряженность поля, необходимая для надежного приема. Это значение также используется для расчетов контуров FCC и ITU-R 1546.
Цвет Best Server	Цвет, который будет использоваться для обозначения покрытия этого передатчика при расчете Best Server.
Тип кабеля	Выбор типа основного кабеля из предлагаемого набора. Если нужного кабеля не оказалось в списке, то пользователь может добавить его самостоятельно – см. Приложение 1.1
Длина кабеля, м	Длина основного кабеля, м
Потери в кабеле, дБ	Потери в кабеле, дБ. Расчетная величина
Дополнительные потери, дБ	Дополнительные потери, дБ – потери на объединение, потери в джамперах и коннекторах. Любые дополнительные потери в тракте.
Суммарные потери, дБ	Суммарные потери, дБ. Расчетная величина.
Высота антенны, м	Высота центра излучения антенны относительно уровня земли, м
Коэффициент усиления, дБи	Коэффициент усиления антенны относительно изотропного излучателя, дБ. Следует обратить внимание, что при загрузке диаграммы направленности антенны из файла MSI импортируется также коэффициент усиления антенны с учетом единиц измерения

	в файле - дБи или дБд (конечно, если в файле MSI эта информация имеется).
Азимут, градусы	Азимут антенны в градусах.
Наклон, градусы	Наклон антенны в градусах. Отрицательная величина – наклон вниз. Положительная величина – отклонение вверх.
Наименование антенны	<p>Наименование антенны, текстовое поле. Автоматически заполняется названием файла диаграммы направленности антенны при выборе диаграммы направленности.</p> <p>Загрузить файл ДН антенны в формате MSI</p> <p>Файл диаграммы направленности антенн – стандартный файл в формате MSI, который можно скачать с сайта производителя антенны. На нашем сайте также есть архив ДН антенн. Данные файла диаграммы направленности антенн интегрируются в файл проекта.</p> 
Simulcast delay offset (мкс)	Задержка передачи simulcast для сектора, мкс



Групповое изменение параметров активных секторов

Групповое изменение параметров активных передатчиков на основе параметров текущего передатчика – полезная функция, которая позволяет мгновенно поменять параметры любого количества передатчиков в соответствии с параметрами текущего передатчика, выбранными пользователем.

Для того, чтобы выполнить групповое изменение параметров, необходимо:

1. Отметить передатчики, параметры которых необходимо поменять;
2. Установить в текущем передатчике нужные значения параметров;
3. Нажать на кнопку , выбрать в появившемся перечне наименования те параметры, которые требуется поменять в выбранных передатчиках, и нажать на кнопку ОК.

Модели распространения радиоволн для проектов ТВ и радиовещания

При работе с проектами ТВ и радиовещания обычно используется одна из следующих моделей распространения радиоволн:

- модель МСЭ-R P.1812-4;
- модель МСЭ-R P.1546-6;
- модель Лонгли-Райса или ITM (Longley-Rice, Irregular Terrain Model);

Более подробную информацию об этих моделях см. в разделе Модели распространения радиоволн.

Тип и параметры расчета

Для систем наземного вещания (Terrestrial Broadcasting) можно выбрать следующие типы расчетов:

- Напряженность поля в точке приема (Field strength)
- Зоны максимального уровня поля (Best server)

Напряженность поля в точке приема - Field Strength (DL)

При этом типе расчета на карте различными цветами отображаются области с соответствующим диапазоном уровней напряженности поля на приеме.

Тип расчета
Field strength (DL) ▾

Напряженность поля в точке приема
4 ▾ Количество уровней

Цвет	Уровень	Описание
■	> 58 дБмкВ/м	256 QAM 4/5 PP4 64800
■	53 ÷ 58 дБмкВ/м	64 QAM 4/5 PP4 64800
■	47 ÷ 53 дБмкВ/м	16 QAM 4/5 PP4 64800
■	41 ÷ 47 дБмкВ/м	QPSK 4/5 PP4 64800

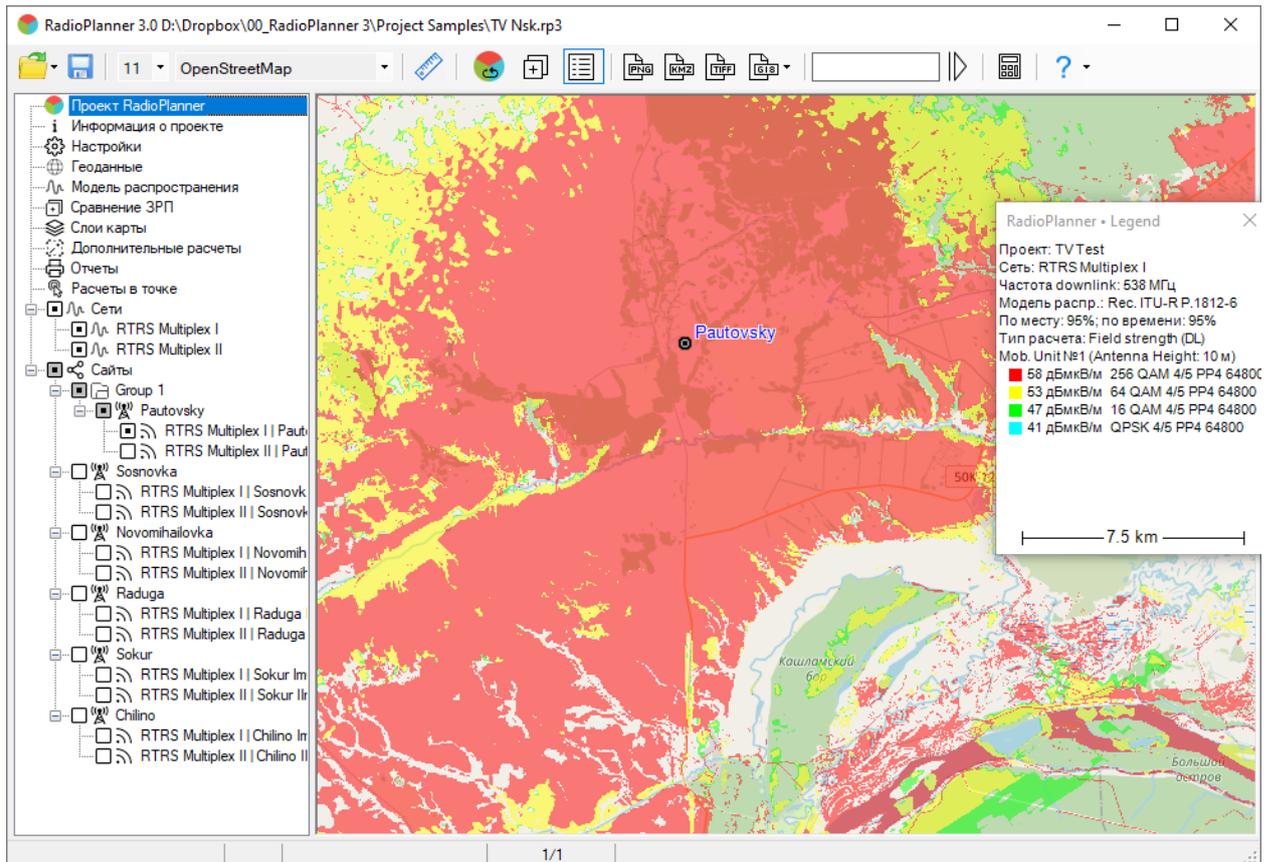
Параметры расчета "Напряженность поля в точке приема" - Field Strength (DL)

Количество уровней	Количество уровней (от 1 до 8)
Цвет	Цвет уровня
Уровень, дБмкВ/м	Уровень напряженности в месте установки приемной антенны, дБмкВ/м
Описание	Текстовое поле как описание для каждого из уровней сигнала

Для аналогового ТВ вещания согласно ГОСТ 7845-92 нормируются значения напряженности поля (дБ относительно 1 мкВ/м) излучения радиосигнала изображения на высоте 10 м от поверхности земли, определяющие зону обслуживания телевизионным вещанием (при соответствующих значениях усиления приемных телевизионных антенн):

- 50 дБмкВ/м при усилении антенны 4 дБ — в первом частотном диапазоне (48.5—66,0) МГц;
- 52 дБмкВ/м при усилении антенны 4,5 дБ — во втором частотном диапазоне (76—100) МГц;
- 55 дБмкВ/м при усилении антенны 8 дБ — в третьем частотном диапазоне (174—230) МГц;
- 65 дБмкВ/м при усилении антенны 10 дБ — в четвертом частотном диапазоне (470—582) МГц;
- 68 дБмкВ/м при усилении антенны 10 дБ — в пятом частотном диапазоне (582—790) МГц.

Для цифрового наземного телевизионного вещания принятого в России стандарта DVB-T2 требуемые значения напряженности для разных частотных диапазонов, видов модуляции и кодирования приведены в “Методике определения зоны обслуживания одиночной передающей станции наземного цифрового ТВ-вещания стандарта DVB-T2”, разработанной ФГУП “Научно-исследовательский институт радио” (Приложение №1 к решению ГКРЧ от 16 октября 2015г. №15-35-04). <https://digital.gov.ru/uploaded/files/prilozhenie-1-k-resheniyu-gkrch--15-35-04-metodika-zona-obslyzhvaniya-stantsii-dvb-t2.pdf>



Пример расчета напряженности поля в точке приема для ТВ передатчика

Зоны максимального уровня напряженности поля Best Server (DL)

В данном типе расчета на карте отображаются области, в которых напряженность поля на приеме от соответствующего передатчика больше, чем от других передатчиков. При этом цвета, которыми обозначаются зоны от различных передатчиков могут быть назначены автоматически из стандартного набора или назначены в соответствии с цветом, указанным в параметрах передатчика.

Тип расчета

Best Server (DL) ▼

Назначение цветов

Использовать автоматическое назначение цветов

Использовать цвет сектора

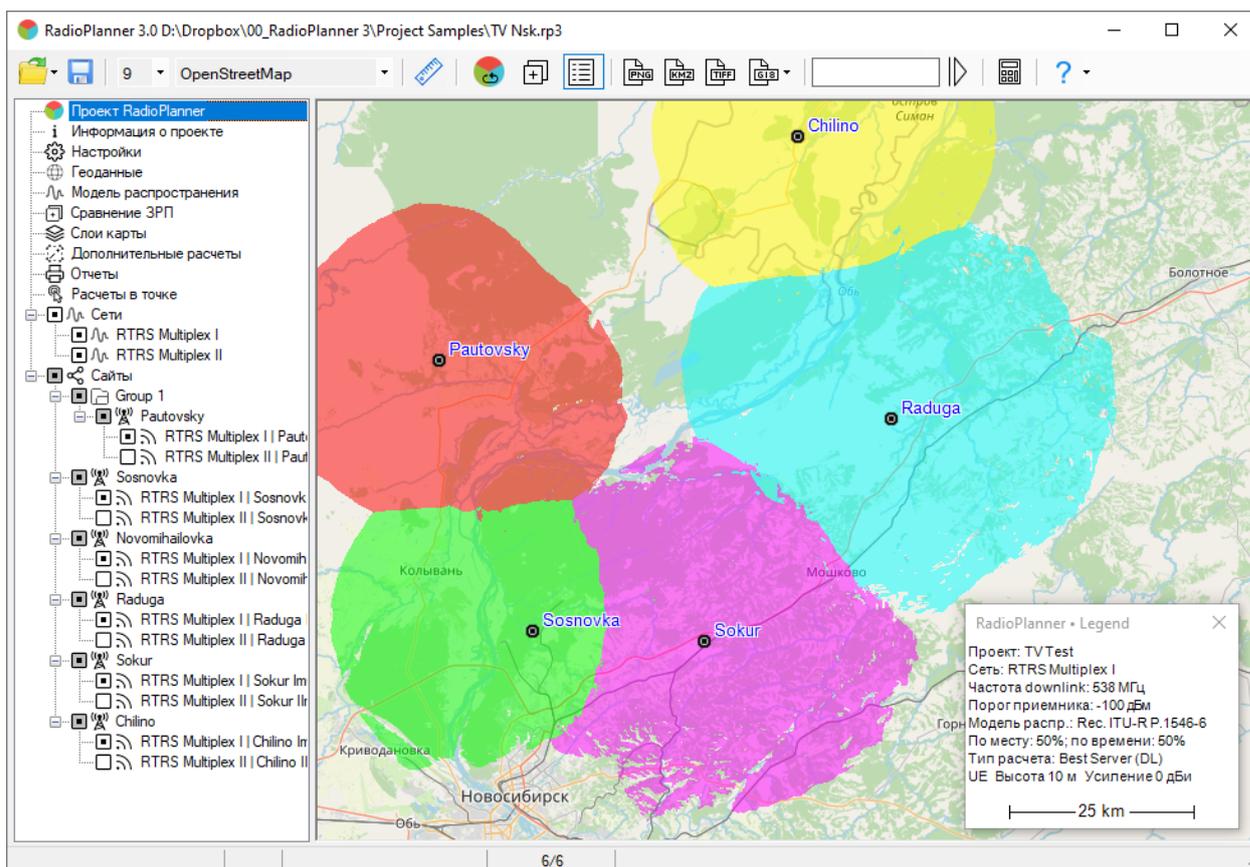
Параметры Best Server

Использовать автоматическое
назначение цветов

Использовать автоматическое назначение цветов

Использовать цвет сектора

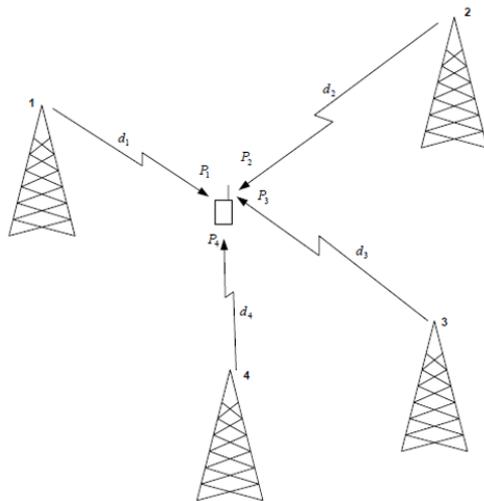
Назначение цвета передатчику выполняется в
соответствии с цветом, заданным в меню
“Параметры передатчика”



Пример расчета Best Server для TV DVB-T2

Разброс задержки сигнала для синхронных сетей вещания (Simulcast Delay Spread)

Этот расчет используется для одночастотных систем (SFN), которые широко используются в сетях наземного вещания. Несмотря на синхронность передачи, помехи в приемнике будут возникать при определенных условиях, связанных с временем задержки между сигналами, приходящих в точку приема и их относительной мощностью. Разброс задержки рассчитывается следующим образом:



$$T_m = 2 \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N P_i d_i^2}{\sum_{i=1}^N P_i} - \frac{\left(\sum_{i=1}^N P_i d_i\right)^2}{\left(\sum_{i=1}^N P_i\right)^2}}$$

T_m Multipath Spread (twice the RMS delay spread)

P_i Power arriving at a terminal antenna from transmitter i

d_i Time of flight from transmitter i to antenna terminal

Разброс задержки рассчитывается с учетом шести самых мощных сигналов в точке приема.

Тип расчета
Simulcast Delay Spread

Разброс задержки для синхронных сетей

Коэффициент захвата приемника дБ

Количество уровней

Цвет	Уровень	Описание
■	> 266 мкс	
■	224 ÷ 266 мкс	
■	133 ÷ 224 мкс	
■	112 ÷ 133 мкс	
■	56 ÷ 112 мкс	
■	28 ÷ 56 мкс	
■	14 ÷ 28 мкс	
■	7 ÷ 14 мкс	

Параметры расчета "Разброс задержки сигнала" (Simulcast Delay Spread)

Коэффициент захвата приемника Разброс задержки рассчитывается и отображается только тогда, когда мощность самого сильного принятого сигнала и мощность второго по силе принятого сигнала находятся в пределах коэффициента захвата друг друга. Типичное значение 10–20 дБ.

Количество уровней

Количество отображаемых уровней

Цвет	Цвет уровня
Значение	Разброс задержки сигнала, мкс
Описание	Текстовое поле

Чтобы уменьшить межсимвольную интерференцию, которая может появиться в синхронной сети, обычно вводят дополнительную задержку (Simultaneous Delay Offset) в параметрах передатчика. Назначая задержку определенным передатчикам, можно осуществлять некоторый контроль над тем, где появляется область помех.

Расчет контуров по кривым распространения FCC и ITU-R

Контурь FCC и ITU-R

Минимальная напряженность поля 52.4 дБмкВ/м

Объединять контура для всех активных секторов

Параметры контуров FCC

Кривая F(50,50)

Добавить слой карты

Параметры контуров ITU-R P.1546-6

Процент мест 50 %

Процент времени 50 %

Тип трассы Суша

Добавить слой карты

Закреть

Контурь FCC и ITU-R

Параметры контуров FCC

Кривая FCC Выбор типа кривой из ряда F (50,50); F (50,10); F(50,90). Подробнее – см. раздел Расчет контуров по кривым распространения FCC

Добавить слой карты	Добавление контура с выбранными параметрами на карту в виде отдельного слоя
---------------------	---

Параметры контуров ITU-R P.1546-6

Процент времени	Процент времени, для которого будет выполняться расчет контура (50%,10% или 1%)
-----------------	---

Процент мест	Процент мест, для которого будет выполняться расчет контура (50%-99%)
--------------	---

Тип трассы	Сухопутная, над холодным морем или над теплым морем
------------	---

Добавить слой	Добавление контура с выбранными параметрами на карту в виде отдельного слоя
---------------	---

Расчет контуров по кривым распространения FCC

RadioPlanner 3.0 позволяет выполнить расчет сервисных и интерференционных контуров по кривым распространения FCC (Federal Communications Commission — Федеральная комиссия по связи США). Указанные контуры используются в Северной Америке (США, Канада, Мексика) на законодательном уровне, а также в некоторых странах как рекомендация при планировании размещения вещательных ТВ и РВ передатчиков.

Расчет контура выполняется в меню параметров соответствующего передатчика, для которого требуется построить контур FCC. Для расчета необходимо указать требуемое минимальное значение напряженности электромагнитного поля, а также указать тип кривой из ряда:

- F(50,50) – кривая для построения сервисного контура FM радиовещания и аналогового телевидения;
- F(50,10) – кривая для построения интерференционного контура;
- F(50,90) – кривая для построения сервисного контура цифрового телевидения.

После нажатия кнопки **Добавить слой** FCC контур появится на базовой карте в качестве векторного слоя. В названии этого слоя отображается информация о наименовании передатчика, типе кривой и уровне напряженности поля. По умолчанию сервисные контуры отображаются черным цветом, интерференционные – красным. Вы можете менять параметры отображения этого слоя по своему усмотрению, работа с ним не отличается от работы с другими векторными слоями на карте.

Подробнее об особенностях планирования вещательных сетей при помощи кривых FCC – см. <https://recnet.com/faq-contours> или <https://www.fcc.gov/media/radio/fm-and-tv-propagation-curves-graphs>

Расчет контуров по кривым распространения МСЭ-R P.1546-6

В RadioPlanner 3.0 также можно выполнить расчет сервисных и интерференционных контуров по кривым распространения МСЭ-R P.1546-6 (08/2019) "Метод прогнозирования для трасс связи "пункта с зоной" для наземных служб в диапазоне частот от 30 МГц до 4000 МГц" (Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 4 000 MHz). Указанные контуры широко используются при планировании размещения вещательных ТВ и РВ передатчиков.

Расчет контура выполняется в меню параметров соответствующего передатчика, для которого требуется построить контур по МСЭ-R P.1546-6. Для расчета необходимо указать требуемое минимальное значение напряженности электромагнитного поля, тип трассы, а также процент мест и времени, для которых будет произведен расчет.

Обычно используют следующие контуры (процент мест, процент времени):

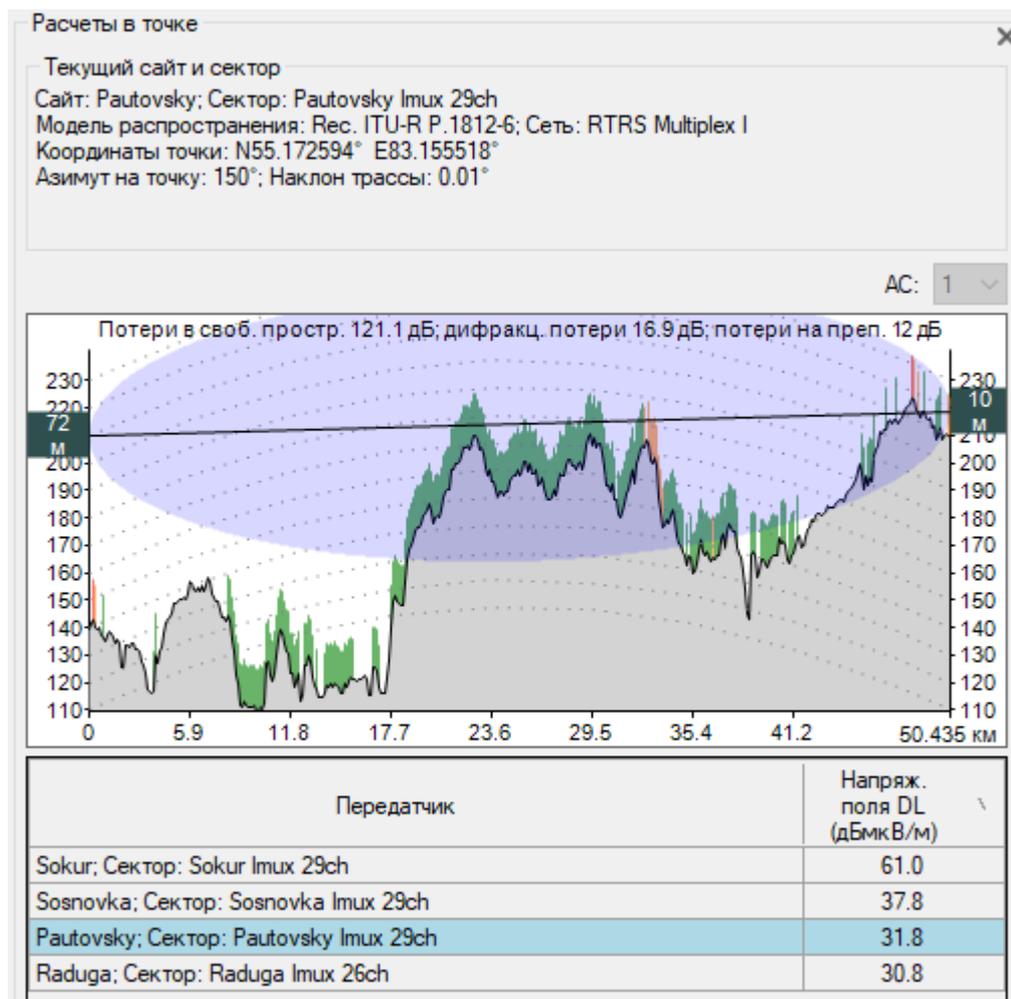
- (50,50) – сервисный контур для FM радиовещания и телевидения;
- (50,10) и (50,1) – интерференционные контуры;

После нажатия кнопки **Добавить слой карты** контур появится на базовой карте в качестве векторного слоя. В названии этого слоя отображается информация о наименовании передатчика, типе кривой и уровне напряженности поля. По умолчанию все контуры отображаются черным цветом, но можно менять стиль отображения этого слоя по своему усмотрению, работа с ним не отличается от работы с другими векторными слоями на карте.

Расчеты в точке для передатчиков ТВ- и радиовещания

После входа в меню открывается панель, в которой отображается продольный профиль от выбранного передатчика до текущей точки, при этом на карте появляется соответствующий интервал. Текущую точку на карте можно изменить, просто кликнув мышью в нужном месте. Профиль представляет собой вертикальный разрез местности между передатчиком и приемной антенной с нанесенной информацией о высотных отметках земли и препятствиях. Цвета, которыми обозначаются различные препятствия на профиле соответствуют цветам модели препятствий, высота определяется высотой для каждого типа препятствия, установленного в меню "Геоданные".

На продольном профиле показываются высота центра излучения антенны передатчика и высота фазового центра приемной антенны, а также зона Френеля для радиолуча, величина потерь в свободном пространстве, дифракционные потери из-за рельефа местности, а также потери на окружающих приемную антенну препятствиях. Передатчик выбирается в левой части панели в общем дереве – кликните мышью на нужном Вам передатчике (не путать с установкой значка активности), после чего информация по этому передатчику появится сверху над продольным профилем. Снизу под продольным профилем появляется результат расчета уровня напряженности электрического поля в указанной точке.



Расчеты в точке для ТВ передатчика

Расчет количества населения, охваченных теле- и радио вещанием

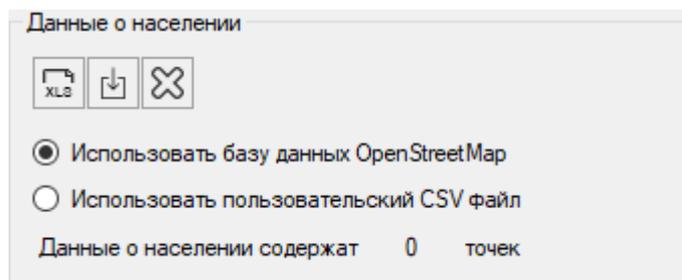
RadioPlanner позволяет выполнить расчет количества населения в зоне охвата, а также формирует перечень населенных пунктов, охваченных теле- и радио вещанием.

Чтобы определить охват населения, сначала необходимо рассчитать зону покрытия напряженности поля для передатчика (или нескольких передатчиков). Охват населения в дальнейшем будет определен для самого низкого уровня напряженности поля, используемого в расчетах.

Расчет количества населения и перечень населенных пунктов, охваченных вещанием, может быть выполнен на основе данных проекта OpenStreetMap или на основе локального набора данных (файл формата CSV).

В обоих случаях расчет населения, охваченного вещанием происходит по следующему алгоритму. В центре каждого населенного пункта располагается точка, попадание которой в зону охвата с заданной напряженностью поля является основанием для включения всего населения этого населенного пункта в зону охвата. Если для расчета используется база данных OpenStreetMap (при этом происходит обращение к копии базы, находящейся на нашем сервере), то в качестве этих точек выступают точечные объекты – населенные пункты, имеющие тег `place=city; town; village; hamlet` и соответствующий тег `population`.

Чтобы рассчитать охват населения, перейдите в меню «Отчет» и выберите метод расчета — с использованием базы данных OpenStreetMap или пользовательского файла CSV. Если вы выбрали базу данных OpenStreetMap, то просто кликните на инструмент «Открыть отчет об охвате населения в Microsoft Excel» и появится таблица с населением и списком населенных пунктов, охваченных вещанием. Эта таблица также покажет общую площадь покрытия в квадратных километрах, а также средний радиус покрытия (только при расчете покрытия от одного передатчика).



Отчеты

Данные о населении



Открыть отчет об охвате населения в Microsoft Excel



Импорт пользовательских данных о населении из CSV файла

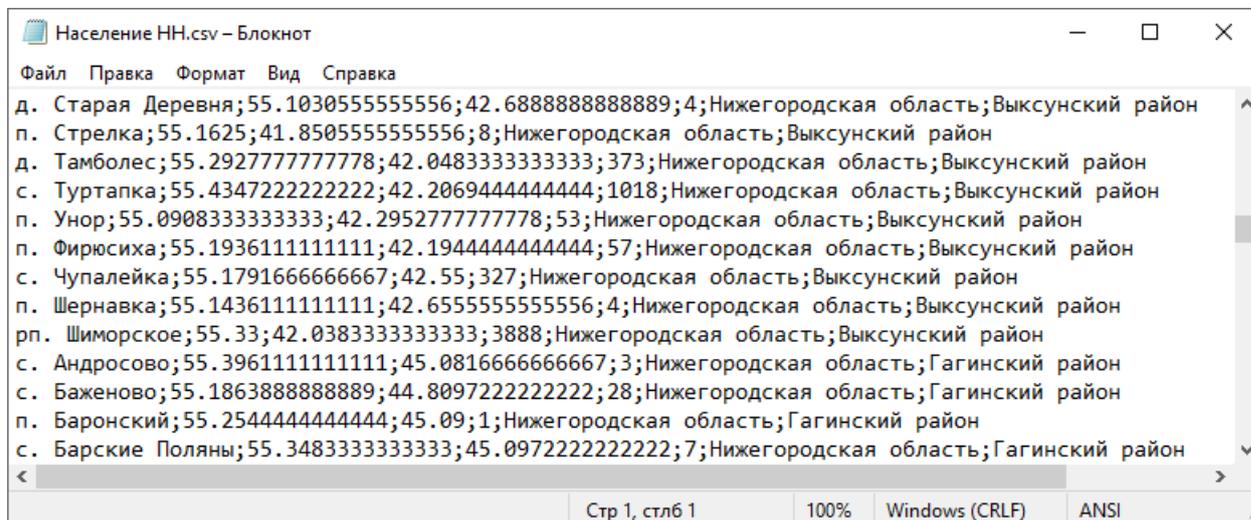


Удалить пользовательские данные о населении

	A	B	C	D	E	F	G
	Населенный пункт	Область	Район	Население		Площадь ЗРП, км ²	Средний радиус ЗРП, км
2	Вьюны	Новосибирская область	Колыванский район	1025		989	17.7
3	Боярка	Новосибирская область	Колыванский район	596			
4	Успенка	Новосибирская область	Мошковский район	421			
5	Южино	Новосибирская область	Колыванский район	276			
6	Тропино	Новосибирская область	Колыванский район	148			
7	Таловка	Новосибирская область	Колыванский район	126			
8	Чаус	Новосибирская область	Колыванский район	121			
9	Бибиха	Новосибирская область	Новосибирский район	65			
10	Паутовский	Новосибирская область	Колыванский район	61			
11	Юрт-Ора	Новосибирская область	Колыванский район	51			
12	Пристань-Почта	Новосибирская область	Колыванский район	51			
13	Орловский	Новосибирская область	Колыванский район	12			
14	Седова Заимка	Новосибирская область	Новосибирский район	4			
15	Паутово	Новосибирская область	Колыванский район	1			
16	Всего			2958			

Пример отчета Охват населения

Если для расчета используется локальный набор данных, то пользователь должен предварительно подготовить текстовый файл CSV с соответствующими данными:



Пример текстового файла с данными о численности населения

Необходимые данные для каждого населенного пункта:

Наименование населенного пункта; Широта; Долгота; Население; Субъект РФ; Район

Разделителем данных является символ “точка с запятой”.

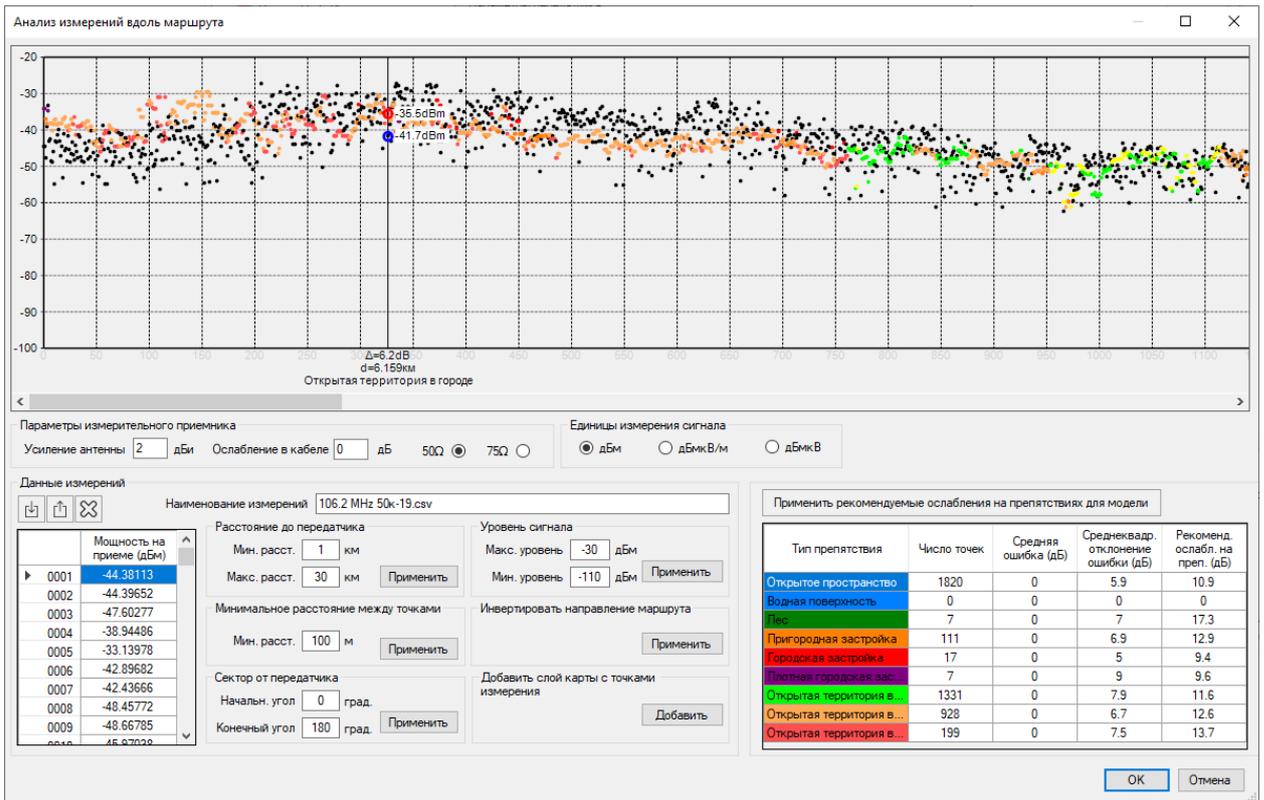
Форматы представления координат - ПОЛУШАРИЕ ГРАДУСЫ МИНУТЫ СЕКУНДЫ (N35 36 23.8) или ПОЛУШАРИЕ ДЕСЯТИЧНЫЕ ГРАДУСЫ (N12.34567).

Для импорта данных о населении из CSV-файла нажмите на кнопку «Импорт пользовательских данных о населении из CSV файла» и выберите файл, после чего программа покажет общее количество населенных пунктов с данными о населении. Нажмите на инструмент «Открыть отчет об охвате населения в Microsoft Excel», и появится таблица со списком населенных пунктов, охваченных трансляцией и численностью населения.

Импорт результатов измерений и настройка параметров модели расчета для проектов ТВ- и радиовещания

RadioPlanner позволяет определить значение потерь на препятствиях (клаттерах) для модели распространения радиоволн путем сравнения результатов полевых измерений уровней принимаемого сигнала с расчетными значениями.

Загрузка, предварительная обработка и анализ файла измерений для передатчика выполняется в панели Параметры передатчика.



Анализ измерений для передатчиков вещания

 Импорт данных измерений из файла формата CSV

 Экспорт данных измерений в файл формата CSV

 Удалить все данные измерений

Усиление антенны дБи Усиление приемной антенны, дБи

50Ω 75Ω Волновое сопротивление кабеля приемной антенны, Ом

Ослабление в кабеле дБ Потери в кабеле приемной антенны, дБ

Единицы измерения сигнала
 дБм дБмкВ/м дБмкВ Единицы измерения сигнала

Инструменты предварительной обработки измерений:

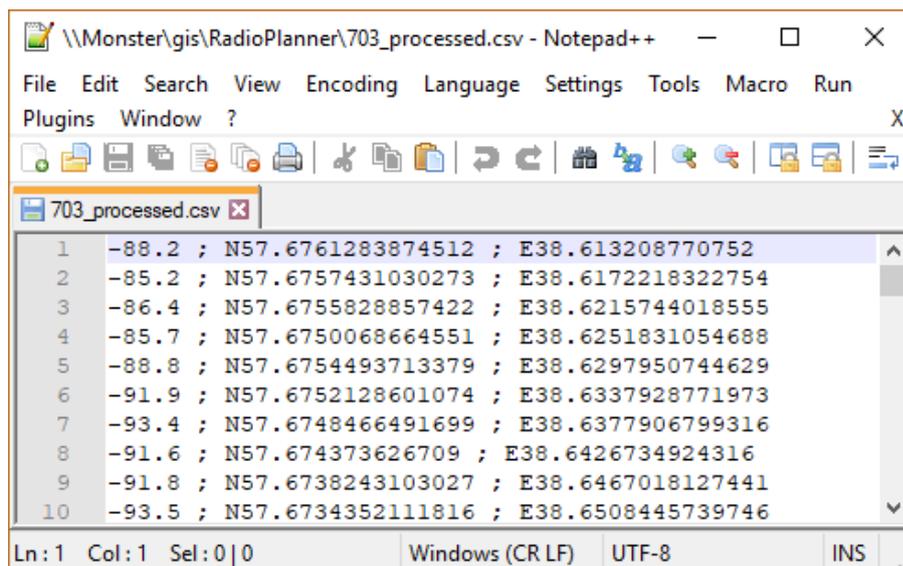
Уровень сигнала Максимальный/Минимальный	Удалить из данных измерений точки с уровнем вне указанных границ
Расстояние до передатчика Минимальное/Максимальное	Удалить из данных измерений с расстоянием до сайта вне указанных границ
Сектор от передатчика Минимальный/Максимальный угол	Удалить из данных измерений точки, не попадающие в указанный угловой сектор
Минимальное расстояние между точками	Устанавливается размер сторон квадратов, в пределах которых будет выполнено усреднение значений уровня сигнала, локация точки при этом в пределах каждого из квадратов будет выбрана из локаций существующих точек измерений в пределах данного квадрата случайным образом.
Инвертировать направление маршрута	Изменить порядок точек в маршруте (последняя точка становится первой, предпоследняя – второй и так далее).
Добавить слой карты с результатом измерений	Добавление на карту пользовательского слоя с результатами измерений с усреднением в пределах указанного минимального расстояния. Данные в таблице при этом не меняются. Полученный слой появится среди пользовательских слоев, наименование слоя будет соответствовать названию сайта и направлению сектора.

Файл измерений в формате CSV

Каждая из строк этого файла содержит три параметра: уровень измеренного сигнала в дБм; географическая широта; географическая долгота

Разделителем значений параметров является символ “точка с запятой”.

Форматы представления географических координат - ПОЛУШАРИЕ ГРАДУСЫ МИНУТЫ СЕКУНДЫ (N35 36 23.8) или ПОЛУШАРИЕ ДЕСЯТИЧНЫЕ ГРАДУСЫ (N12.34567).



Файл измерений в формате CSV

Порядок работы:

1. По результатам полевых измерений подготовьте файл с результатами измерений для передатчика.
2. Укажите усиление антенны, потери в кабеле и импеданс кабеля измерительного приемника. Высота приемной антенны задается в параметрах сети.
3. Загрузите файлы измерений. Появятся результаты измеренных и рассчитанных уровней приема вдоль трека измерений. Измеренные уровни сигнала обозначены черным цветом, расчетные уровни – цветом, соответствующим типу препятствий в данной точке (желтый – открытое пространство). По оси абсцисс показаны номера точек маршрута. При наведении курсора на график отображаются рассчитанные и измеренные уровни, разница уровней, расстояние до объекта в километрах и тип препятствий. При необходимости выполните предварительную обработку. При клике на графике появляется контекстное меню, в котором можно удалить точку с результатом измерения.

В таблице под графиком будет указано количество точек, средняя ошибка, стандартное отклонение ошибки, а также рекомендуемые значения потерь для разных типов препятствий, при которых средняя ошибка будет равна нулю. При нажатии на кнопку «Применить рекомендуемые ослабления на препятствиях для модели» значения для точек графика будут пересчитаны с учетом настроенных значений, а также будут изменены значения потерь в меню «Модель распространения». Чтобы оценить, как новые значения потерь от препятствий повлияют на результат расчета покрытия, необходимо пересчитать покрытие.

4. На основе анализа полученных результатов для разных типов препятствий и для разных передатчиков принимается решение относительно корректировки значений ранее используемых потерь на препятствиях (клаттерах) в модели распространения радиоволн.

Расчет радиопокрытия для систем авиационная радиосвязи и БПЛА

Программа RadioPlanner 3.0 позволяет рассчитывать зоны радиопокрытия для систем авиационной радиосвязи, БПЛА и радионавигации работающих в диапазонах частот ОВЧ, УВЧ и СВЧ.

Тип системы должен быть установлен как Air-to-Ground Radio. Набор основных параметров для базовой и мобильной станции аналогичен сети мобильной связи.

Сеть

В меню «Сеть» устанавливаются все параметры сети, включая параметры мобильной станции, а также выполняются все виды расчета для выбранной сети.

Сеть ✕

+ □ ↶ ↷ ✕ ☰ 🌈 КМЗ ↓ ↑

Наименование сети

Тип системы

Параметры сети

Ground-to-air МГц Air-to-ground МГц
 Aircraft Rx threshold дБм Ground Rx threshold дБм
 Радиус расчета км

	AC №1
Тип	Icom IC-A220
Мощность передатчика (Вт)	8
Ослабление в АФТ (дБ)	0
Высота антенны (м)	1500
Козф. усиления антенны (дБи)	0

Тип расчета

Высота антенны AC относительно

уровня моря уровня земли

Высоты антенны AC

Количество высот

Цвет	Высота	Описание
■	<input type="text" value="300"/> м	<input type="text"/>
■	<input type="text" value="500"/> м	<input type="text"/>
■	<input type="text" value="1500"/> м	Robinson R44 крейсерская высота
■	<input type="text" value="3000"/> м	<input type="text"/>
■	<input type="text" value="4250"/> м	Robinson R44 максимальная высота

Меню сеть для Air-to-Ground Radio

-  Создать новую сеть как копию этой
-  Сделать активными/не активными все сектора текущей сети
-  Переместить вверх по списку данную сеть
-  Переместить вниз по списку данную сеть
-  Удалить сеть
-  Системные параметры
-  Выполнить расчет
-  Выполнить расчет покрытия для каждого активного сектора и сохранить результат в виде файла KMZ
-  Загрузить параметры сети из шаблона
-  Сохранить параметры сети в шаблон

Наименование сети

Наименование сети

Тип системы

Варианты типов системы:

- LTE
- 5G
- Terrestrial Broadcasting (Передатчик наземного вещания)
- Air-to-Ground Radio (Приемо-передатчик для авиационной радиосвязи)
- Generic TRX (Типовой, или стандартный приемо-передатчик подвижной связи, тип которого не совпадает с типами систем, указанных выше)

Выбранный тип системы будет определять набор дополнительных параметров системы, а также доступные типы расчетов.

Ground-to-Air

Частота несущей в направлении воздушного судна, МГц

Air-to-Ground	Частота несущей в направлении земли, МГц
Aircraft Rx threshold	Чувствительность приемника воздушного судна/летательного аппарата, дБм Это пороговое значение будет ограничивать отображение расчета покрытия в зависимости от того, выше или ниже этого порога будет сигнал на приемнике воздушного судна.
Ground Rx threshold	Чувствительность приемника наземной базовой станции, дБм Это пороговое значение будет ограничивать отображение расчета покрытия в зависимости от того, выше или ниже этого порога будет сигнал на наземной базовой станции.
Радиус расчета	Максимальный радиус расчета от сектора БС, км. Чем больше радиус, тем больше время вычислений. Не устанавливайте излишний расчетный радиус.
Абонентская станция	
Тип	Наименование (модель) абонентской станции. Текстовое поле
Мощность передатчика	Мощность передатчика, Вт
Потери в кабеле и разъемах	Потери в кабеле и разъемах, дБ
Высота антенны	Высота антенны относительно уровня земли, м
Коэф. усиления антенны	Коэффициент усиления антенны, дБи

Модель распространения радиоволн для систем авиационной радиосвязи

Для расчетов зоны покрытия систем авиационной радиосвязи используется комбинированная модель, учитывающая рекомендацию ITU-R P.528-3 (02/2012) “Кривые распространения радиоволн для воздушной подвижной и радионавигационной служб, работающих в диапазоне ОВЧ, УВЧ и СВЧ”, которая основана на модели распространения радиоволн IF-77 Гирхарта-Джонсона, специально разработанной для авиационной радиосвязи и рекомендацию ITU-R P.526-14 (01/2018) “Распространение радиоволн за счет дифракции”.

В применяемой комбинированной модели учитываются следующие факторы, влияющие на распространение радиоволн на трассе земля-воздух:

- потери сигнала в свободном пространстве;

- дифракционные потери на трассе с учетом кривизны Земли и профиля местности, извлекаемого из ЦМР;
- временная нестабильность принимаемого радиосигнала из-за многолучевых замираний на трассе.
- В модели не учитываются замирания в дожде, поэтому частотный диапазон ее применимости ограничен 7000 МГц (100 МГц-7000 МГц).

Параметры модели распространения радиоволн для систем авиационной радиосвязи

Процент времени, %	Процент по времени, для которого будет производиться расчет (для авиации рекомендуется 95%);
Дополнительный запас на замирания, дБ	Дополнительный запас на замирания, который будет учитываться при расчетах, дБ

Тип и параметры расчета

Для систем авиационной радиосвязи программа позволяет выбрать один из следующих типов расчетов:

- Мощность на приеме в направлении воздух-земля (Received power Air-to-Ground link);
- Мощность на приеме в направлении земля-воздух (Received power Ground-to-Air link);
- Зоны максимального уровня мощности на приеме в направлении воздух – (Best Server Air-to-Ground link)

Детальность, с которой будет представлен результат расчета для систем авиационной радиосвязи соответствует одному пикселю экрана для zoom=7 (низкая детальность), zoom=8 (средняя) и zoom=9 (высокая). Для географической широты 55 градусов это примерно 720, 360 и 180 метров соответственно.

Чем выше детальность, тем больше время расчета.

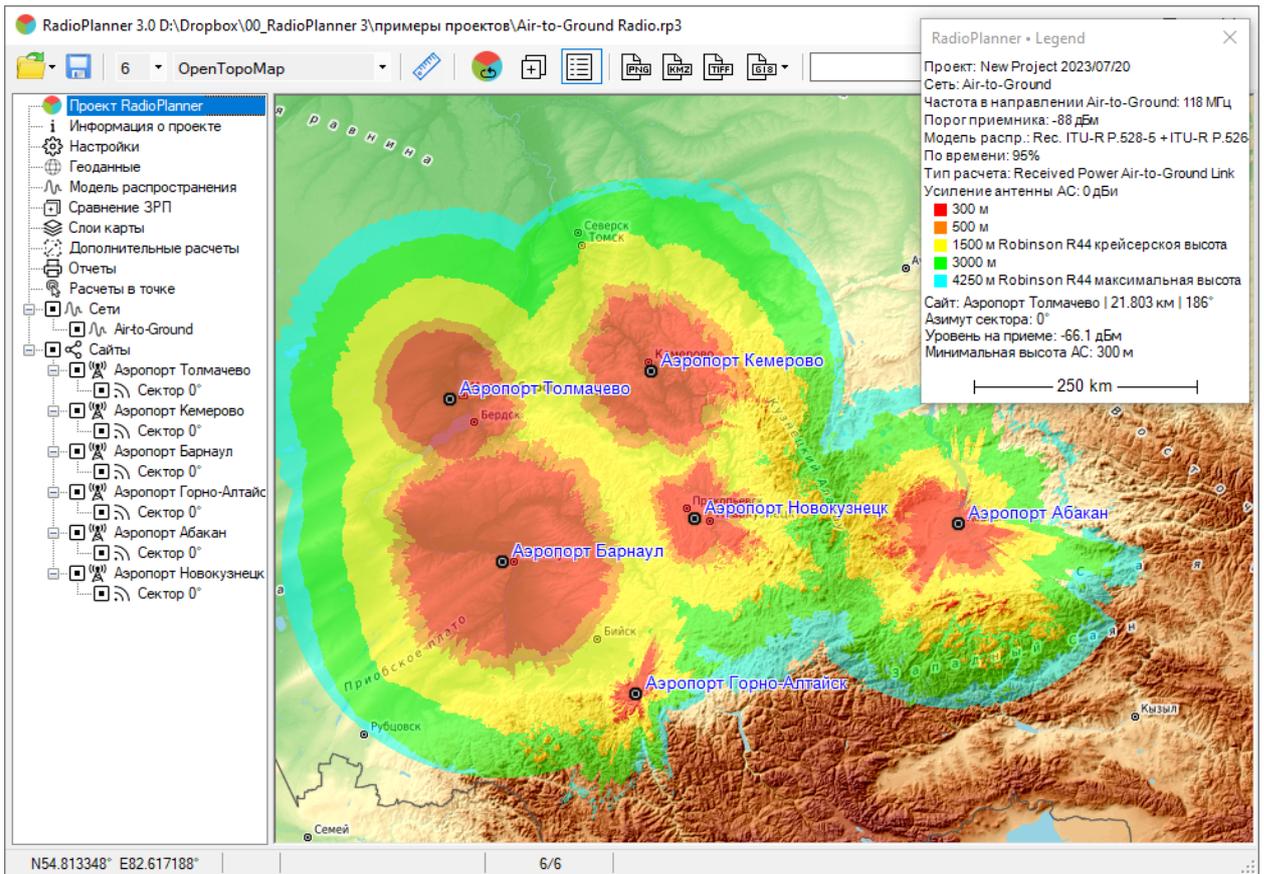
Мощность на приеме в направлении воздух-земля или земля-воздух - Received Power Air-to-Ground/Ground-to-Air Link

В этих типах расчета на карте отображаются различными цветами области покрытия для разных высот нахождения воздушного судна/летательного аппарата. Можно установить от одного до восьми различных высотных уровней.

Цвет	Высота	Описание
Red	300 м	
Orange	500 м	
Yellow	1500 м	Robinson R44 крейсерская высота
Green	3000 м	
Cyan	4250 м	Robinson R44 максимальная высота

Параметры расчета Received Power Air-to-Ground link

Высота антенны АС относительно	Выбор относительного уровня для антенны абонентской станции (летательного аппарата)
	- Относительно уровня моря
	- Относительно уровня земли
Количество высот	Количество высотных уровней для абонентской станции
Цвет	Цвет высотного уровня зоны покрытия
Уровни, м	Значение высоты уровня абонентской станции, для которой отображается зона покрытия, м
Описание	Текстовое поле



Пример расчета Received Power Air-to-Ground link

Best Server Air-to-Ground Link

В данном типе расчета на карте отображаются области, в которых мощность на приеме для соответствующего сектора БС больше, чем от секторов других БС. При этом цвета, которыми обозначаются зоны для различных секторов могут быть назначены автоматически из стандартного набора, либо назначены в соответствии с цветом, указанным в параметрах сектора.

Тип расчета
Best Server Air-to-Ground Link

Высота антенны АС относительно
 уровня моря уровня земли

Назначение цветов
 Использовать автоматическое назначение цветов
 Использовать цвет сектора

Параметры расчета Best Server

Высота антенны АС относительно

Выбор относительного уровня для антенны абонентской станции (летательного аппарата)

- Относительно уровня моря

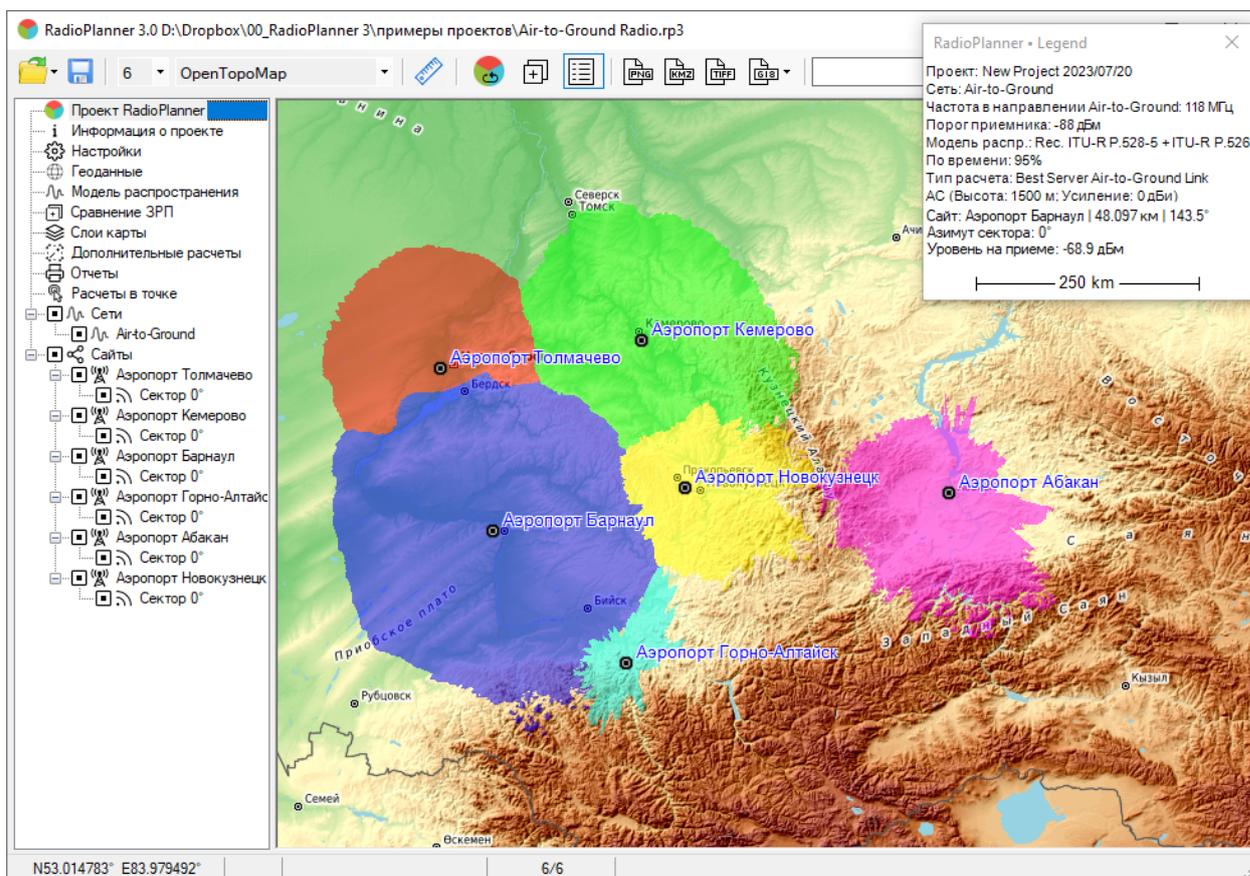
- Относительно уровня земли

Использовать автоматическое
назначение цветов

Назначение цветов секторам БС выполняется
автоматически из стандартного набора

Использовать цвет сектора

Назначение цветов секторам БС выполнится в
соответствии с цветом, указанным в параметрах
сектора



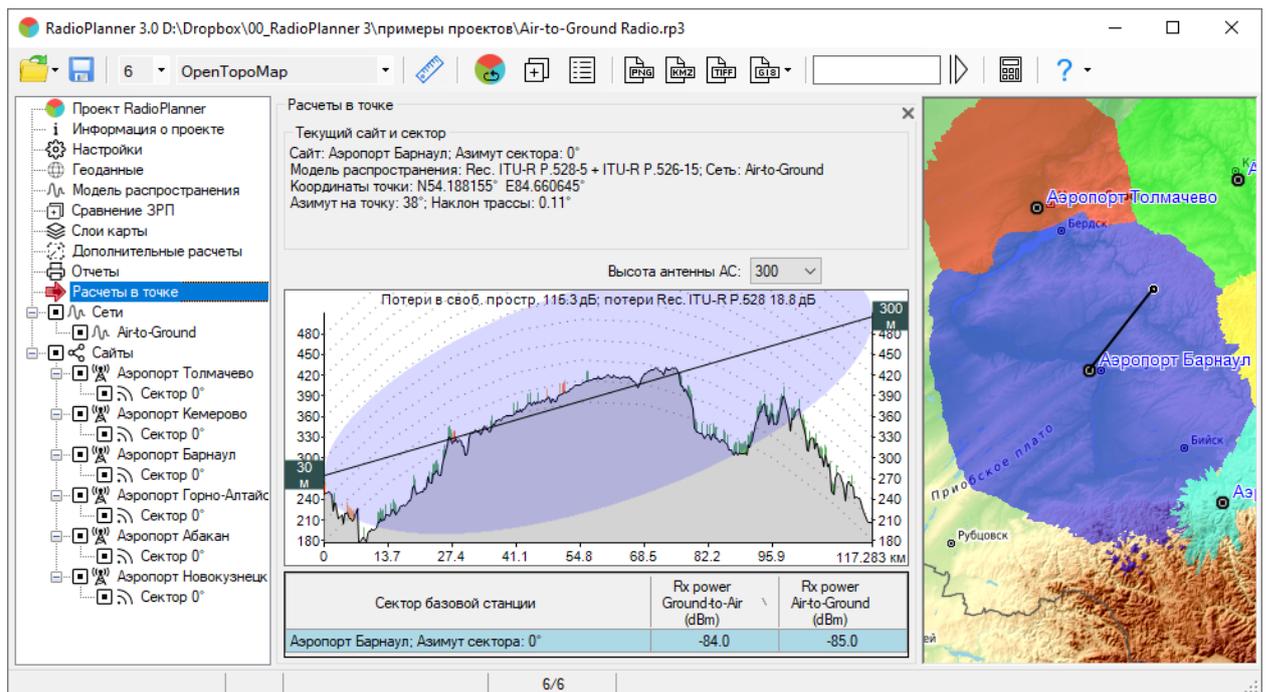
Пример расчета для Best Server

Расчеты в точке для систем авиационной радиосвязи

После входа в меню открывается панель, в которой отображается продольный профиль от выбранной базовой станции до текущей точки. Текущую точку на карте можно изменить, просто кликнув мышью в нужном месте. Профиль представляет собой вертикальный разрез местности между базовой станцией и мобильной станцией (летательным аппаратом) с нанесенной информацией о высотных отметках земли.

На продольном профиле показываются высоты центров излучения антенн базовой и абонентской станции, а также зона Френеля для радиолуча, величина потерь в свободном пространстве и дифракционные потери из-за рельефа местности. Базовая станция, для которой будет построен профиль выбирается в левой части панели в общем дереве Базовые станции – кликните мышью на сектор нужной БС (не путать с установкой значка активности), после чего информация по этой БС появится сверху над продольным профилем.

Высота абонентской станции выбирается в выпадающем списке справа над продольным профилем из набора высот, указанного для расчета зон покрытия. Максимальная длина профиля ограничена параметром "Радиус расчета" в меню "Сеть".

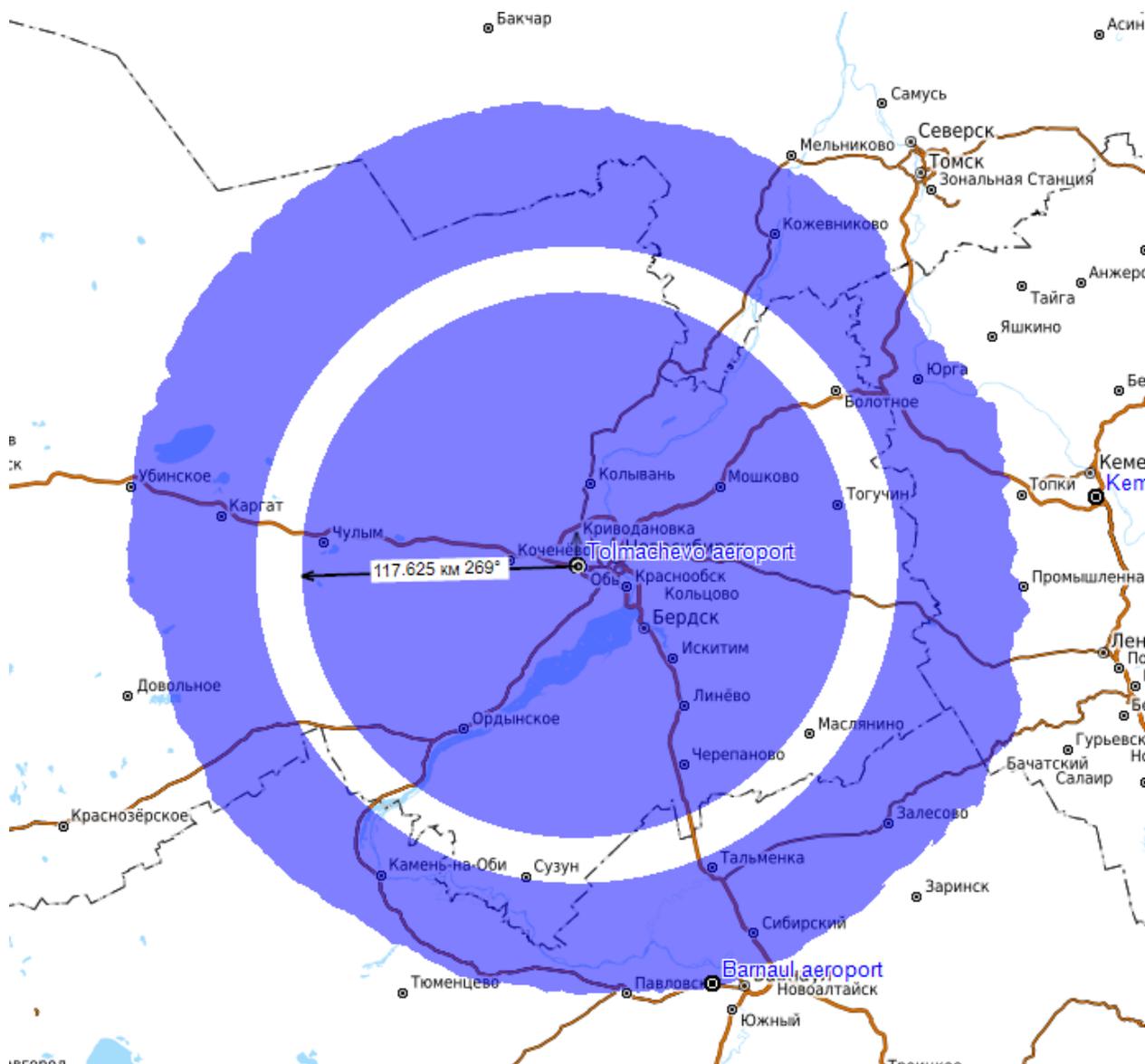


Расчеты в точке

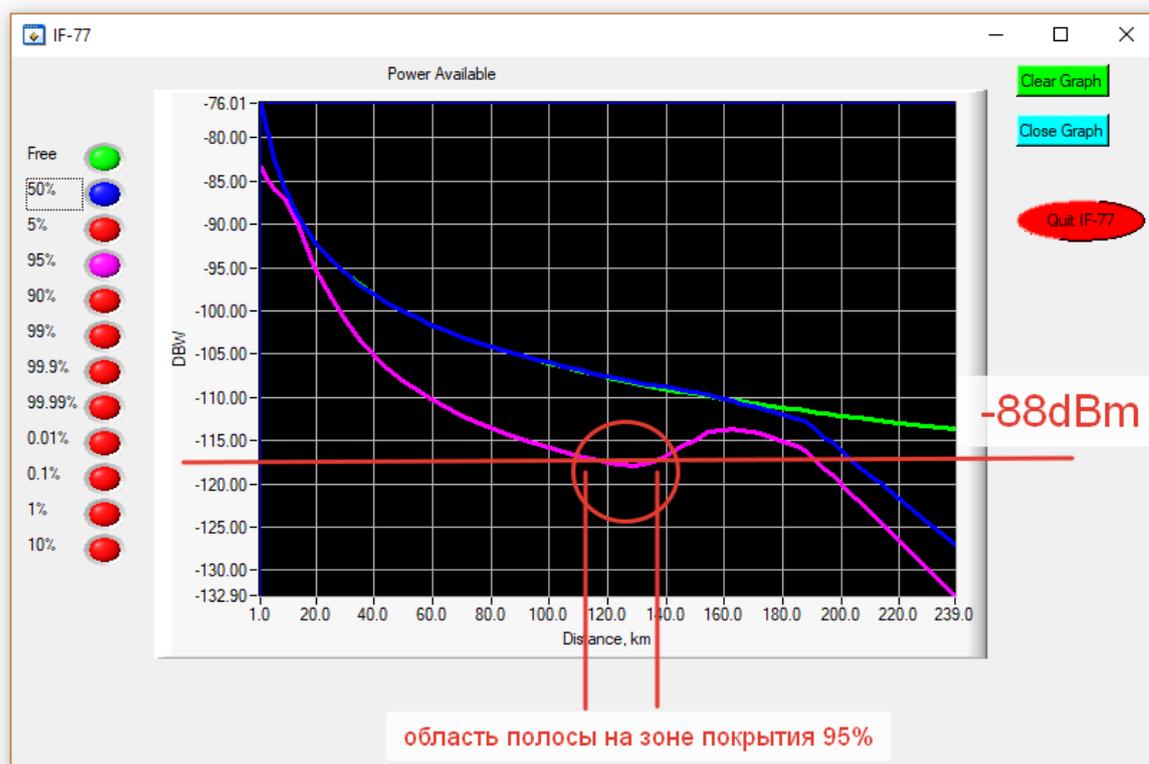
Особенности расчета зоны покрытия для авиационной радиосвязи

Для определенной комбинации набора исходных данных (высот базовой и абонентской станций, частоты, мощности и уровня на приеме, вероятности по времени) на зоне радиопокрытия может

появится полоса, показывающая отсутствие связи с заданной вероятностью (на примере внизу такая полоса присутствует на расстоянии 117-137 км в радиальном направлении от БС).

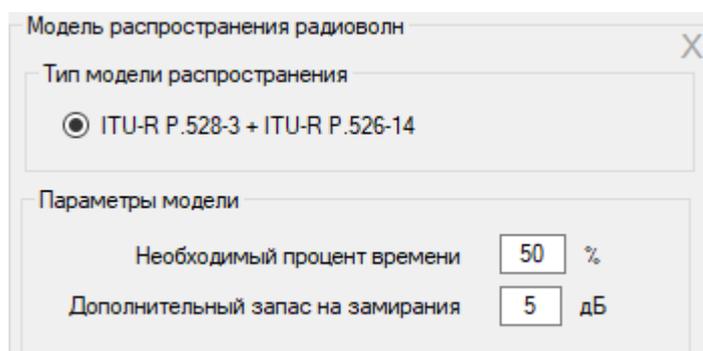


Это говорит о том, что в этой зоне абонентская станция (летательный аппарат) будет находиться в зоне сильного влияния многолучевости из-за отражения от земной поверхности, и вероятность связи несколько понизится. Модель ITU-R P.528-3 (02/2012), которая основана на модели распространения радиоволн IF-77 Гирхарта - Джонсона (M.E. Johnson and G.D. Gierhart, The IF-77 Electromagnetic Wave Propagation Model, NTIA Sponsor Report FAA-ES-83/3, September 1983.), специально разработанной для авиационной радиосвязи, учитывает этот эффект. График зависимости принимаемой мощности от расстояния для рассматриваемого примера приведен ниже. На нем видно, что при вероятности 95% для уровня -88 dBm (-118 dBW) кривая имеет изгиб, который и определяет провал в принимаемой мощности и соответствующую полосу на зоне покрытия.

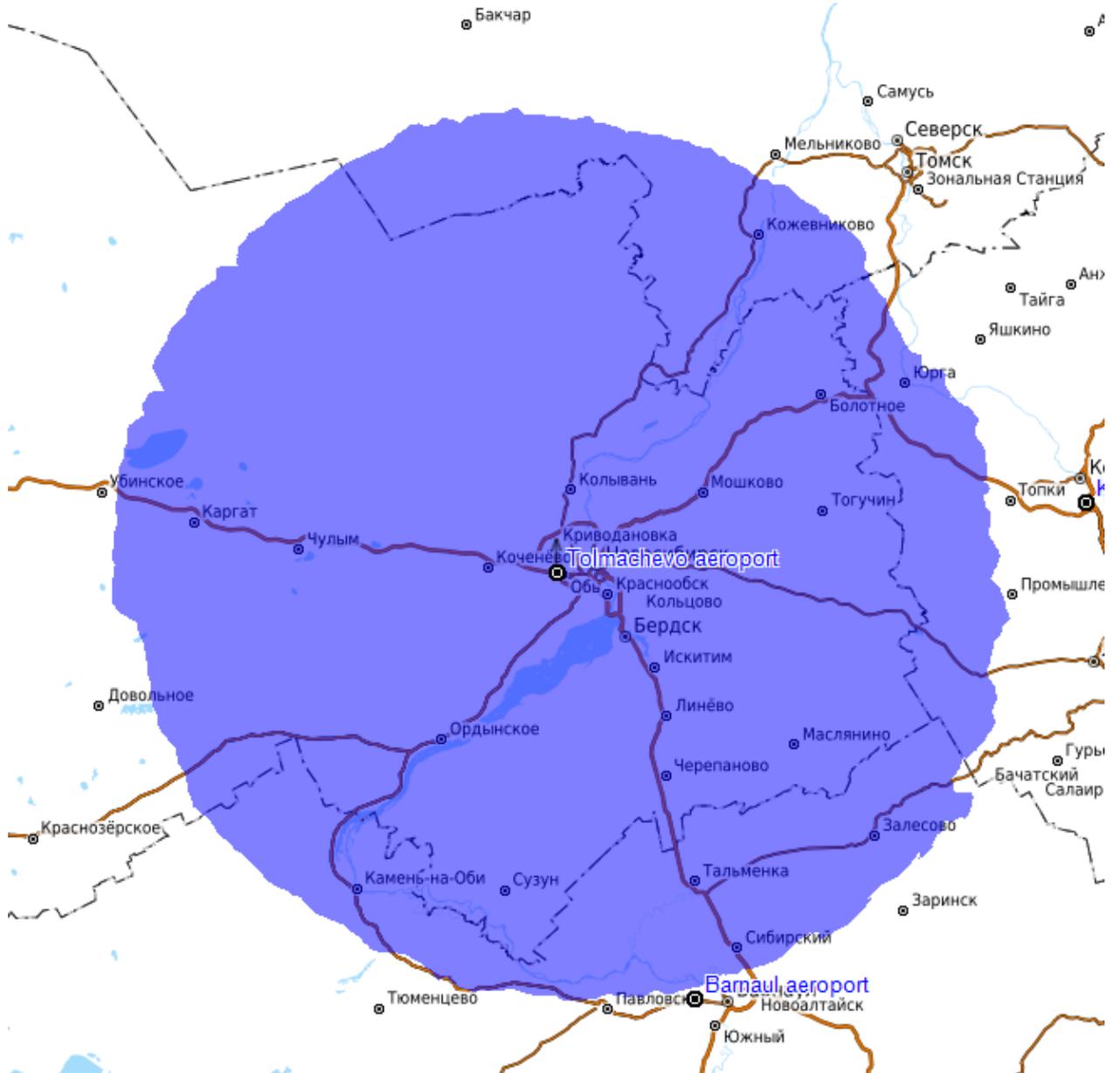


Обычно появление подобной полосы на зоне покрытия означает не значительное, в пределах 5-7 процентов снижение вероятности установление связи в данной области. На практике подобное снижение вероятности связи в небольшой области в пределах зоны покрытия можно считать допустимым.

Для того чтобы учесть это допущение на зоне покрытия, следует выполнить расчет для средней мощности принимаемого сигнала (вероятность по времени 50%) с учетом дополнительного запаса на замирания в пределах 5-7 дБ.



После чего результат расчета для рассматриваемого выше примера будет выглядеть так:



Приложение 1. Форматы некоторых файлов

1.1 Файл с информацией о затухании в кабелях feeders.txt

Текстовый файл feeders.txt с информацией о частотно-зависимом затухании в кабелях размещен в папке с установленной программой. Пользователь может дополнить этот файл информацией о нужных кабелях.

Файл feeders.txt имеет простой формат:

```
-  
FSJ1-50A 1/4"  
30    3.22  
100   5.94  
450   12.9  
1000  19.7  
2000  28.6  
6000  53.2  
10000 71.5  
-  
LCF12-50J D=1/2"  
0.5   0.15  
100   2.16  
200   3.1  
300   3.8  
450   4.71  
900   6.8  
1500  8.97  
1800  9.91  
2300  11.35  
3000  13.2  
4000  15.5  
8800  24.6
```

где:

FSJ1-50A 1/4" – наименование кабеля, которое будет появляться в выпадающем списке кабелей

30 – частота, МГц

3.22 – затухание в дБ/100 метров на этой частоте

Количество пар частота – затухание для кабеля может быть любым. В качестве разделителя между частотой и затуханием должна быть табуляция.

Приложение 2. Примеры проектов для различных сетей связи и вещания

В комплекте с программой поставляется несколько примеров проектов для различных систем связи и вещания. Данные проекты полностью готовы к расчету; просто откройте проект и нажмите кнопку «Рассчитать покрытие».