

DRRL 8.0

Планирование радиорелейных линий и сетей радиодоступа

Руководство пользователя

Подробное видео-руководство доступно на сайте www.ctt-group.ru в разделе DRRL 8.0

The screenshot displays the DRRL 8.0 software interface with several key components:

- Left Panel (Project Tree):** Lists project elements including sectors (e.g., Sector 45, Sector 135) and radio equipment (e.g., BS02_Marcinowice, BS01_Zielona Gora).
- Center Panel (Configuration):** Shows settings for a Point-to-Point link between two sites:
 - Site A:** BS02_Marcinowice, coordinates N52.061634, E15.077598.
 - Site B:** BS01_Zielona Gora, coordinates N51.925161, E15.506612.
 - Equipment:** Seragon FbaAir IP-20N ETSI, IP-20N RFU-D-HP 11 GHz.
 - Frequency:** 11000 MHz.
 - Modulation and Coding Table:**

Модуляция и кодирование	Скорость, Мбит/с	Мощность, Вт	Чувствит., дБм
BPSK	31	29	-82
QPSK	67	36	-88
8 PSK	102	36	-83
16 QAM	140	35	-81.5
32 QAM	185	35	-78
64 QAM	228	34	-75
128 QAM	277	33	-72
256 QAM	298	32	-69
512 QAM	327	32	-66
1024 QAM (Физич.)	371	31	-63
- Top Right Panel (Profile View):** A graph showing the elevation profile between the two sites. The x-axis represents distance (0 to 33.099 km) and the y-axis represents height (60 to 220 m). A green line indicates the radio path, and a red line shows the ground profile. A callout indicates a 13.2m 105%F1 margin.
- Bottom Panel (Map View):** A topographic map showing the geographical layout of the radio network, with various sites marked by icons and labels.
- Status Bar:** Displays coordinates (N51.896834° E15.306702°) and system information like 'Best Server' and 'Online'.

Оглавление

От разработчиков	4
О программе	4
Возможности DRRL 8.0	4
Системные требования и инсталляция	7
Обновление программы	8
Интерфейс пользователя	8
Быстрый старт	11
Расчет качественных показателей для интервалов PtMP	11
Расчет качественных показателей интервалов PtP	11
Оценочный расчет зон радиопокрытия для базовых станций PtMP	12
Проекты	12
Сайты	12
Создание сайтов	13
Ввод наименования и координат сайта в таблицу	14
При помощи контекстного меню при клике на базовой карте	14
Импорт сайтов из файла CSV или KML	14
Копирование из таблиц через буфер обмена	15
Работа с сайтами	15
Редактор спецификаций оборудования	16
Модели распространения радиоволн	21
Планирование радиорелейных интервалов точка-точка (PtP)	23
Создание интервала PtP	23
Переключение между интервалами	26
Продольный профиль интервала	26
Автоматическое создание продольного профиля	27
Редактирование продольного профиля	28
Построение продольного профиля вручную	29
Ввод параметров радиооборудования для интервала PtP	30
Отчет по результату расчета качественных показателей на интервале PtP	31
Нормируемые показатели PtP	33
Суммарная годовая доступность	33
Нормы на показатели качества и готовности в соответствии с “Методикой НИИР”	33
Определение минимальных высот подвеса антенн	34
Определение высот в соответствии с рекомендацией МСЭ-R P.530-17	35

Определение высот по методике НИИР	37
Анализ зеркальных отражений.....	38
Уменьшение влияния зеркального отражения для интервалов без пространственно-разнесенного приема.....	40
Уменьшение влияния зеркального отражения для интервалов с пространственно-разнесенным приемом	41
Анализ дифракционных потерь	41
Анализ дифракционных потерь по методике НИИР	42
Анализ дифракционных потерь по Рек. МСЭ-R P.526-15	44
Анализ дифракционных потерь по методу Дегу (Deygout) по Рек. МСЭ-R P.526-11	46
Анализ дифракционных потерь по методу Эпштейна-Петерсона (Epstein-Peterson)	47
Планирование сетей радиодоступа (Point-to-Multipoint).....	47
Базовые станции PtMP	48
Расчет радиопокрытия для базовых станций PtMP	54
Мощность на входе приемника АС.....	56
Best Server	57
C/(I+N) на входе приемника абонентской станции	59
Расчет покрытия уличных Wi-Fi сетей.....	62
Сохранение результата расчета радиопокрытия	66
Сравнение двух результатов расчета радиопокрытия.....	69
Абонентские станции PtMP	70
Расчет качественных показателей для сетей радиодоступа (Point-to-Multipoint)	73
Слои карты	76
Пользовательские слои (KML, CSV)	77
Редактирование стилей слоев.....	78
Сайты	79
PtP линки	80
Базовые станции.....	81
Абонентские станции	82
Пользовательский слой	83
Настройки.....	84
Настройки программы	84
Настройка карт подложки (базовых карт).....	85

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.

О программе

Программа DRRL предназначена планирования и расчета качественных показателей радиорелейных линий связи (РРЛ или Point-to-Point), а также сетей радиодоступа (Point-to-Multipoint). Она создана инженерами с многолетним опытом проектирования радиолиний связи различного масштаба от небольших однопролетных линий доступа до мощных протяженных магистральных РРЛ.

Программа прошла тестирование на большом количестве спроектированных и в настоящее время успешно функционирующих линий, в различных климатических зонах и на трассах разной степени пересеченности – от равнинных и болотистых до высокогорных.

При разработке программы особое внимание уделялось простоте интерфейса пользователя, максимальной автоматизации вычислений, а также возможности получать отчеты о результатах вычислений в соответствии с российскими нормами и правилами оформления.

Программа хорошо себя зарекомендовала в качестве инструмента планирования сетей связи во многих проектных организациях, системных интеграторов, операторов связи, учебных заведениях.

Возможности DRRL 8.0

- Расчет качественных показателей радиорелейных линий по Методике расчета трасс цифровых РРЛ прямой видимости. НИИР, Москва, 1998г.;
- Расчет качественных показателей РРЛ по ГОСТ Р 53363-2009 "Цифровые радиорелейные линии. Показатели качества. Методы расчёта";
- Расчет качественных показателей радиолиний в соответствии с рекомендацией МСЭ-R P.530-17 (2017);
- Оптимизация основных параметров радиорелейных станций – выбор высот и диаметров антенн, подбор конфигурации приемо-передающего тракта;
- Расчет качественных показателей радиорелейных линий и сетей радиодоступа для оборудования, работающего диапазоне частот от 140МГц до 86 ГГц;
- Расчет зон радиопокрытия и зон интерференции для систем радиодоступа, сохранение результата расчета в виде веб-страницы;
- Автоматическое построение продольного профиля рельефа местности пролета РРЛ с использованием цифровой модели высот Shuttle Radar Topography Mission с разрешением 1" (SRTM-1), имеющихся на всю территорию России до 60 градусов северной широты (севернее 60 градусов используется SRTM-3). Детальность рельефа, представленного ЦМВ SRTM, в целом соответствует детальности на топографических картах масштабов 1:50 000 — 1:25 000;
- Автоматическое нанесение на продольный профиль границы и высоты застройки с использованием данных из проекта OpenStreetMap;

- Автоматическое нанесение на продольный профиль границ и высот лесного покрова с использованием данных из проектов Global Forest Change <http://www.earthenginepartners.appspot.com/> и NASA's Jet Propulsion Laboratory, the University of Maryland, Woods Hole Research Center <https://www.nasa.gov/topics/earth/features/forest20120217.html>;
- Автоматическое нанесение на продольный профиль границ водной поверхности из данных проекта Global Forest Change;
- Использование в качестве картографической подложки автоматически подгружаемых карт из проектов TOPO CTT, OpenStreetMap, Google, Bing и любых других тайловых серверов; Внимание: все права на картографические материалы принадлежат их владельцам;
- Подготовка отчетов о результатах вычислений и продольных профилей интервалов РРЛ в виде чертежей в соответствии с ГОСТ 21.101-97 для включения в проектную документацию.
- Ввод координат сайтов в различных форматах и в различных системах координат (WGS-84, СК-42, СК-95, ГСК-2011).

Загрузка всех геоданных в программу выполняется автоматически по мере необходимости.

Новое в DRRL 8.0

1. Изменен пользовательский интерфейс, программа теперь имеет основное меню в виде элементов tree-view.
2. Изменен принцип ввода исходных данных из спецификации радиоборудования для выполнения расчетов. Теперь пользователю нет необходимости в поиске подробных спецификаций на основное радиооборудование - достаточно выбрать оборудование из обширного набора, после чего все необходимые параметры появятся в исходных данных к расчету. Мы постоянно дополняем нашу базу данными по оборудованию, представленному на рынке. В том случае, если нужного оборудования в нашей базе не оказалось, в программе предусмотрен удобный инструмент – Редактор спецификаций оборудования, при помощи которого пользователь самостоятельно может подготовить файл спецификаций или отредактировать существующий.
3. Появилась возможность менять стиль отображения на базовой карте интервалов РРЛ, сайтов, базовых и абонентских станций.
4. Появилась возможность удалять и переименовывать сайты без автоматического удаления связанных с ними БС, АС и интервалов РРЛ.
5. Появилась возможность загрузки пользовательских слоев из файлов KML и CSV и изменения стиля отображения этих слоев на карте.
6. Добавлены форматы представления результата расчета зон покрытия для базовых станций PtMP:
 1. Растровое изображения в формате *.png;
 2. В виде KMZ (KML) файла для просмотра результата расчета в Google Earth
7. Добавлена возможность детального сравнения двух результатов расчетов покрытия, выполненных для разных условий
8. Добавлен расчет замираний на интервале по методике Виганта-Барнетта (Vigants-Barnett), а также расчет поглощения в дожде по методике Крейна (Crane), которые широко используется в Северной Америке.

9. В анализе дифракционного ослабления на интервале добавлены полный метод Буллингтона (Bullington) по рекомендации МСЭ-R P.526-15, а также методы Дего (Deygout) и Эпштейна-Петерсона (Epstein-Peterson).

10. Добавлена возможность учета потерь в растительности в соответствии с рекомендацией МСЭ-R P.833-9 Ослабление сигналов растительностью

11. Увеличена детальность и скорость расчета зон радиопокрытия 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.

12. Для 64-разрядных версий Windows, сняты все ограничения, связывающие детальность расчета, максимальный радиус расчета секторов базовых станций и количество секторов. При больших объемах расчетов используется весь доступный объем оперативной памяти на компьютере, а при переполнении оперативной памяти - жесткий диск компьютера.

Программа DRRL сертифицирована в системе сертификации "Прибор-Эксперт" на соответствие документам:

- Методика расчета трасс цифровых РРЛ прямой видимости в диапазоне частот 2-20 ГГц. НИИР, Москва, 1998г.
- ГОСТ Р 53363-2009 Цифровые радиорелейные линии. Показатели качества. Методы расчёта;
- Рекомендация МСЭ-R P.530 Данные о распространении радиоволн и методы прогнозирования, требующиеся для проектирования наземных систем прямой видимости (Propagation data and prediction methods required for the design of terrestrial line-of-sight systems);
- Рекомендация МСЭ-R P.526 Распространение радиоволн за счет дифракции (Propagation by diffraction);
- Рекомендация МСЭ-R P.527 Электрические характеристики поверхности Земли (Electrical characteristics of the surface of the Earth);
- Рекомендация МСЭ-R P.833-9 Ослабление сигналов растительностью;
- Рекомендация МСЭ-R P.836 Водяные пары: плотность у поверхности Земли и общее объемное содержание (Water vapour: surface density and total columnar content);
- Рекомендация МСЭ-R P.837 Характеристики осадков, используемые при моделировании распространения радиоволн (Characteristics of precipitation for propagation modelling);
- Рекомендация МСЭ-R P.838 Модель погонного ослабления в дожде, используемая в методах прогнозирования (Specific attenuation model for rain for use in prediction methods);
- Рекомендация МСЭ-R P.676 Затухание в атмосферных газах (Attenuation by atmospheric gases);

- Рекомендация МСЭ-R P.1510 Annual mean surface temperature (Annual mean surface temperature);
- Рекомендация МСЭ-R P.453 Индекс рефракции радиоволн: его формула и данные о рефракции (The radio refractive index: its formula and refractivity data);
- Рекомендация МСЭ-R F.699 Эталонные диаграммы направленности антенн фиксированных беспроводных систем для использования при изучении вопросов координации и оценке помех в диапазоне частот от 100 МГц до примерно 70 ГГц (Reference radiation patterns for fixed wireless system antennas for use in coordination studies and interference assessment in the frequency range from 100 MHz to about 70 GHz).

Системные требования и инсталляция

Для работы с программой на компьютере должна быть установлена одна из операционных систем (ОС) Windows 8/8.1/10 32- или 64- разрядная.

При расчетах зон покрытия для базовых станций Point-to-Multipoint выполняется большой объем вычислений, из-за чего скорость и производительность работы серьезно зависят от скорости процессора и объема оперативной памяти компьютера.

Минимальная конфигурация компьютера – 32-разрядная Windows, Core i3 CPU, 4GB RAM, 200GB HDD, видеокарта и монитор с поддержкой 1366x768, хотя программа может быть установлена и будет работать на менее производительном компьютере.

Рекомендуемая конфигурация компьютера – 64-разрядная Windows, Core i5 CPU, 8GB RAM, 256GB SSD, видеокарта и монитор с поддержкой 1920x1080.

При выполнении расчетов покрытия для нескольких базовых станций на скорость вычисления практически кратно влияет количество ядер/потоков процессора, так как расчет для разных базовых станций 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.

Содержание папки с файлом установки:

- файл установки Setup_DRRL_8_номер релиза.exe;
- руководство пользователя;
- файлы примеров;

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_DRRL_8_номер релиза.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

Если у вас сетевая лицензия, то в первую очередь 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_DRRL_8_номер релиза.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.

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.

Рекомендуем оставить автоматическую проверку наличия доступных обновлений (установлено по умолчанию - активный чек-бокс “Проверить наличие обновления при старте”). Программа каждый раз при запуске будет проверять наличие доступного обновления, при этом информация для пользователя о каждом новом обновлении будет появляться один раз (если сообщение об этом обновлении один раз уже появлялось, то в автоматическом режиме больше оно не появится).

Интерфейс пользователя

После старта появится главная панель программы с основным меню в левой части и базовой картой в правой части экрана. Можно менять размер окон панелей по мере необходимости при помощи разделителя. В верхней части экрана находится панель инструментов. При наведении мыши на инструмент появляется поясняющая надпись.

-  - Выполнить расчет зоны покрытия для базовых станций сети PtMP
-  - Добавить радиопокрытие к сравнению
-  - Инструмент “линейка”, позволяющий измерить расстояние и азимут между двумя произвольными точками. Чтобы выполнить измерение кликните на линейку, затем кликните на любые две точки базовой карты и программа покажет расстояние между ними и азимут с первой на вторую. Для выхода кликните правой кнопкой мыши в любом месте на карте.
-  - Сохранить результаты расчета PtMP покрытия в виде веб-страницы
-  - Сохранить результаты расчета PtMP покрытия в виде растрового файла в формате PNG
-  - Сохранить результаты расчета PtMP покрытия в виде файла KMZ для Google Earth (Google Планета Земля)
-  - Редактор спецификаций оборудования
-  - Поиск базовых станций, абонентских станций, а также линков по названию
-  - Помощь

Подробнее о функциях каждого из инструментов рассказывается 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.

На базовой карте могут отображаться различные слои – радиорелейные интервалы PtP, базовые и абонентские станции PtMP, зоны покрытия, различные дополнительные векторные слои, определенные пользователем. Можно выбрать для отображения одну из предустановленных базовых карт или настроить собственную базовую карту, как описано в разделе **Настройки**.





На базовой карте также имеется контекстное меню, которое появляется при клике правой кнопкой мыши. Набор функций контекстного меню зависит от того, в каком из разделов основного меню находится пользователь в данный момент.

Навигация по карте осуществляется при помощи мыши. Используйте колесо мыши для изменения масштаба (Zoom) карты. Текущий Zoom отображается рядом с наименованием базовой карты. Нужный Zoom можно выбрать также из раскрывающегося списка.



В момент, когда текущий Zoom будет равен 12 или больше, программа начнет загрузку и кэширование наборов данных SRTM и лесного покрова. В строке состояния наряду с текущими географическими координатами указателя мыши начнет отображаться информация о текущей высоте над уровнем моря и высоте лесного покрова (если в этом месте есть лес). Обычно загрузка необходимых для расчета наборов данных происходит в считанные секунды.


Быстрый старт

Расчет качественных показателей для интервалов PtMP



1. Создайте, как минимум, два сайта (см. раздел **Создание сайтов**).
2. В пункте основного меню **Point-to-Multipoint** при помощи кнопки  (добавить новое семейство продуктов) подключите к проекту семейство продуктов с нужным вам оборудованием PtMP (см. раздел **Базовые станции PtMP**). Если такого оборудования в поставляемой с программой базе спецификаций не оказалось, то предварительно создайте спецификацию оборудования (см. Раздел **Редактор спецификаций оборудования**).
3. На основе одного из созданных сайтов, в пункте основного меню **Point-to-Multipoint** создайте новую базовую станцию (см. раздел **Базовые станции PtMP**). При создании БС, её первый сектор создается автоматически.
4. В созданном секторе из раскрывающихся списков выберите семейство и продукт (модель оборудования), ширину полосы, а также укажите параметры антенно-фидерного тракта, высоту антенны и подключите файлы диаграмм направленности антенн (см. раздел **Базовые станции PtMP**).
5. Находясь в панели сектора БС, нажмите на кнопку  (добавить новую АС) и выберите сайт, на основе которого будет создана эта АС.
6. Находясь в панели созданной абонентской станции, нажмите кнопку  (создать профиль) для автоматического построения профиля (см. раздел **Автоматическое создание продольного профиля**). Из раскрывающегося списка выберите продукт (модель оборудования), а также укажите параметры антенно-фидерного тракта и высоту антенны АС.
7. Находясь в панели созданной абонентской станции, нажмите на кнопку  (отчет), чтобы вывести на экран результаты расчета качественных показателей.

Расчет качественных показателей интервалов PtP

1. Создайте, как минимум, два сайта (см. раздел **Создание сайтов**).
2. В пункте основного меню **Point-to-Point** при помощи кнопки  (добавить новое семейство продуктов) подключите к проекту семейство продуктов с нужным вам оборудованием PtP (см. раздел **Создание интервала PtP**). Если такого оборудования в поставляемой с программой базе спецификаций не оказалось, то предварительно создайте спецификацию оборудования (см. Раздел **Редактор спецификаций оборудования**).
3. На основе созданных сайтов, в пункте основного меню **Point-to-Point** создайте новый радиорелейный интервал (см. раздел **Создание интервала PtP**).
4. Находясь в панели созданного интервала PtP, нажмите кнопку  (создать профиль) для автоматического построения профиля (см. раздел **Автоматическое создание продольного профиля**).
5. Из раскрывающихся списков выберите семейство и продукт (модель оборудования), а также ширину полосы.
6. Отметьте в появившейся таблице типы модуляций и кодирования, для которых будет выполнен расчет. Далее укажите нужную конфигурацию стволов, резервирования и разнесенного приема, антенно-фидерных трактов и высот антенн (высоты антенн можно менять также непосредственно на профиле интервала).

7. На панели инструментов интервала нажмите на кнопку  (отчет), чтобы вывести на экран результаты расчета качественных показателей.

Оценочный расчет зон радиопокрытия для базовых станций PtMP

1. Создайте, как минимум, один сайт (см. раздел **Создание сайтов**).
2. В пункте основного меню **Point-to-Multipoint** при помощи кнопки  (добавить новое семейство продуктов) подключите к проекту семейство продуктов с нужным вам оборудованием PtMP (см. раздел **Базовые станции PtMP**). Если такого оборудования в поставляемой с программой базе спецификаций не оказалось, то предварительно создайте спецификацию оборудования (см. Раздел **Редактор спецификаций оборудования**).
3. На основе созданного сайта, в пункте основного меню **Point-to-Multipoint** создайте новую базовую станцию (см. раздел **Базовые станции PtMP**). При создании БС, её первый сектор создается автоматически.
4. Создайте все сектора БС, в каждом секторе из раскрывающихся списков выберите семейство и продукт (модель оборудования), ширину полосы, а также укажите параметры антенно-фидерных трактов, высоты антенн и подключите файлы диаграмм направленности антенн для секторов БС (см. раздел **Базовые станции PtMP**).
5. Заполните форму **Параметры расчета радиопокрытия** соответствующими параметрами (см. раздел **Расчет радиопокрытия для базовых станций PtMP**).
6. Для выполнения расчета нажмите кнопку  (расчет радиопокрытия) на верхней панели инструментов. После выполнения расчета зоны радиопокрытия отобразятся на базовой карте.

С дистрибутивом поставляется несколько тестовых проектов, с которых можно начать работу в программе.

Проекты

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 - *.mpr12. Этот файл содержит всю информацию по проекту – продольные профили интервалов, параметры системы, а также результаты расчетов.

Предусмотрен импорт проектов из предыдущей версии программы.

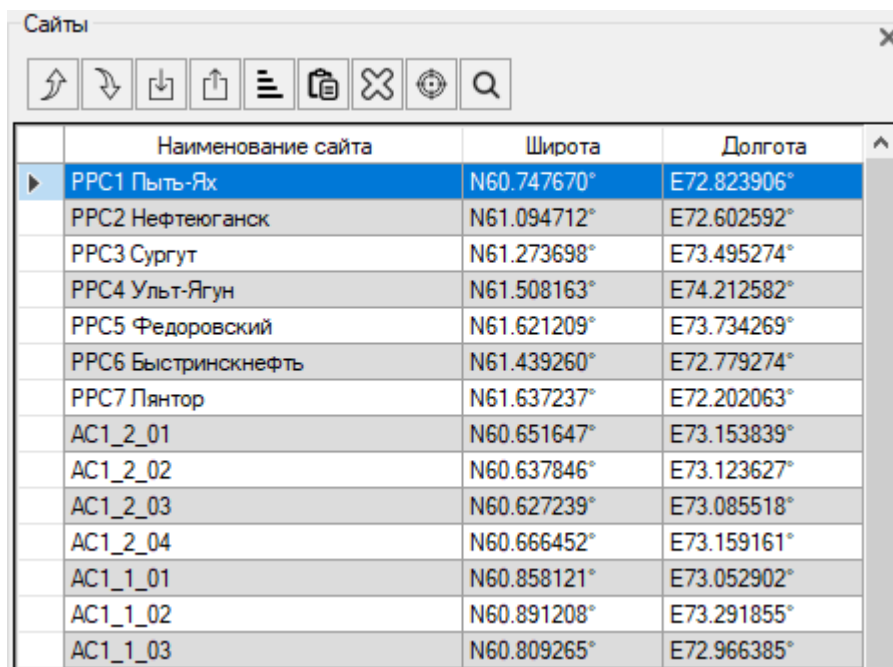
Сайты

Сайт – это географическая локация радиорелейной станции, базовой станции или абонентской станции сети радиодоступа. Сайт имеет только три характеристики – наименование,

географическая широта и географическая долгота. Перед тем, как создать радиорелейную линию, а также базовую или абонентскую станцию сети радиодоступа, сначала нужно создать соответствующие сайты. Сделать это можно разными способами.

Создание сайтов










Для работы с сайтами перейдите в пункт меню **Сайты** на левой панели.



	Наименование сайта	Широта	Долгота
▶	RPC1 Пыть-Ях	N60.747670°	E72.823906°
	RPC2 Нефтеюганск	N61.094712°	E72.602592°
	RPC3 Сургут	N61.273698°	E73.495274°
	RPC4 Ульт-Ягун	N61.508163°	E74.212582°
	RPC5 Федоровский	N61.621209°	E73.734269°
	RPC6 Быстринскнефть	N61.439260°	E72.779274°
	RPC7 Лянтор	N61.637237°	E72.202063°
	AC1_2_01	N60.651647°	E73.153839°
	AC1_2_02	N60.637846°	E73.123627°
	AC1_2_03	N60.627239°	E73.085518°
	AC1_2_04	N60.666452°	E73.159161°
	AC1_1_01	N60.858121°	E73.052902°
	AC1_1_02	N60.891208°	E73.291855°
	AC1_1_03	N60.809265°	E72.966385°

Рисунок 2. Сайты

Панель инструментов:

-  - переместить сайт вверх по таблице
-  - переместить сайт вниз по таблице
-  - импортировать сайты из файла CSV или KML
-  - экспортировать сайты в документ Excel
-  - отсортировать сайты в алфавитном порядке
-  - добавить сайты из буфера обмена
-  - удалить все сайты
-  - показать выбранный сайт в центре экрана
-  - найти и выбрать сайт в таблице

Способы создания сайтов:

1. Ввод наименования и координат сайта в таблицу;

2. При помощи контекстного меню при клике на базовой карте;
3. Импорт сайтов из файла CSV или KML;
4. Копирование из таблиц через буфер обмена.

Ввод наименования и координат сайта в таблицу

Введите наименование сайта и его географические координаты в соответствующие поля. Географические координаты можно указать в формате ПОЛУШАРИЕ ГРАДУСЫ МИНУТЫ СЕКУНДЫ (N35 36 23.8), между которыми необходимо сделать пробел, после ввода координаты автоматически форматируются. Географические координаты можно также указать в формате ПОЛУШАРИЕ ДЕСЯТИЧНЫЕ ГРАДУСЫ (N12.34567). После ввода координат они отформатируются в формат, заданный пользователем в меню **Настройка** и сайт появится на базовой карте. Если полушарие не указывать, то по умолчанию будет установлено северное полушарие.


При помощи контекстного меню при клике на базовой карте

Сайт можно создать также с помощью правой кнопки мыши. Находясь в пункте основного меню **Сайты**, укажите на нужное место на карте правой кнопкой мыши и при помощи открывающегося контекстного меню создайте новый сайт.

Импорт сайтов из файла CSV или KML

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

Для импорта сайтов нажмите на кнопку  и выберите файл *.CSV.

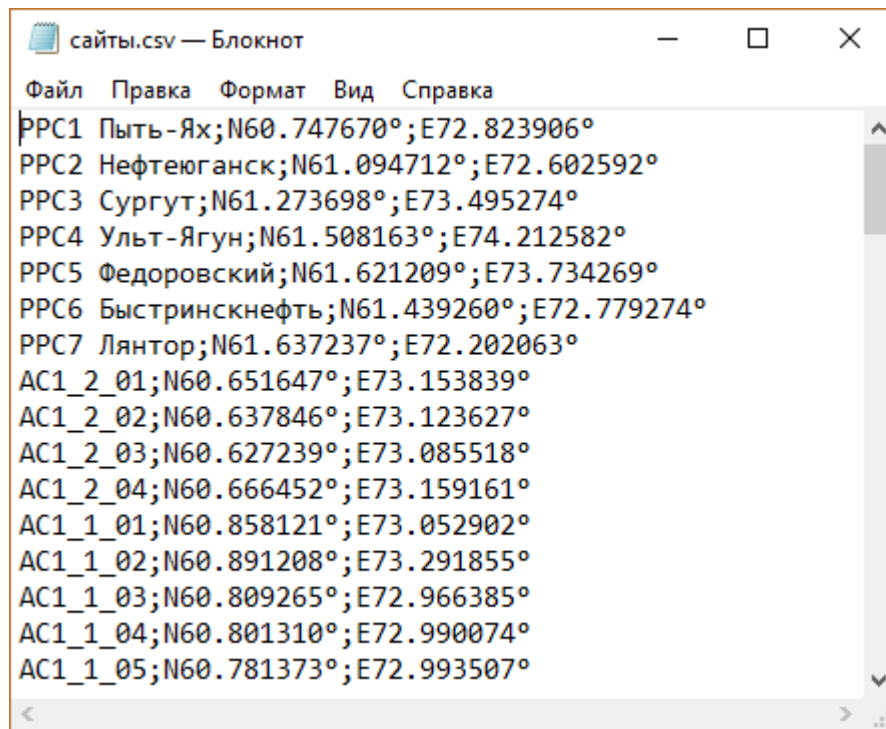



Рисунок 3. Пример файла CSV с импортируемыми сайтами

Программа также позволяет импортировать сайты из файлов KML, которые можно подготовить при помощи приложения Google Earth (Google Планета Земля). Для импорта сайтов нажмите на кнопку



и выберите файл *.KML, при этом все точечные объекты из файла KML будут импортированы в качестве сайтов.

Копирование из таблиц через буфер обмена.

Скопируйте ячейки с наименованием сайтов и их координатами в таблице Excel или Word в буфер обмена, а затем нажмите на  в панели инструментов, после этого соответствующие сайты появятся в таблице.

Работа с сайтами

Чтобы удалить один или несколько сайтов, выделите соответствующие строки в таблице и нажмите на клавишу Delete. Удаление сайта не приведет к удалению уже созданных на основе этого сайта интервала PtP, а также базовой или абонентской станции PtMP.

При двойном клике на строке с сайтом в таблице, этот сайт будет показан на базовой карте в центре экрана.

Передвинуть сайт можно при помощи правой кнопки мыши – укажите сайт левой кнопкой в таблице, затем на базовой карте правой кнопкой укажите место и выберите в контекстном меню **Передвинуть сайт**.

Быстро найти сайт в таблице можно при помощи инструмента




Редактор спецификаций оборудования

В восьмой версии программы исходные данные по основному оборудованию Point-to-Point и Point-to-Multipoint представлены в виде файлов специального формата с расширением *.eqt. Программа поставляется с набором таких файлов на широкий спектр современного оборудования Point-to-Point и Point-to-Multipoint, поэтому, в большинстве случаев, пользователю нет необходимости в поиске подробных спецификаций на основное радиооборудование. Достаточно выбрать оборудование из поставляемого набора, после чего его параметры появятся в исходных данных к расчету. В одном таком файле могут содержаться спецификации на целое семейство продуктов (моделей) одного производителя. Общими параметрами для такого семейства являются параметры модуляции и кодирования, а также набор полос пропускания приемника.

Примером подобного семейства для оборудования Point-to-Multipoint является, например, популярное семейство airMax компании Ubiquiti Networks, в которое входит ряд продуктов (моделей) базовых и абонентских станций, совместимых между собой. Для оборудования Point-to-Point примером семейства является FibeAir IP-20N компании Ceragon, в которое входит набор различных модулей внешнего размещения (RFU) на разные диапазоны частот.

Мы постоянно дополняем файлы с параметрами оборудования, актуальный набор можно скачать с нашего сайта <https://www.ctt-group.ru/drrl> Указанные спецификации взяты из открытых источников и поставляются "как есть", мы тщательно следим за их точностью, но при этом не гарантируем их достоверность.

В том случае, если файла с нужным оборудованием в поставляемом наборе не оказалось, в программе предусмотрен инструмент – **Редактор спецификаций оборудования**, при помощи которого пользователь самостоятельно может подготовить файл спецификации.

Для запуска редактора спецификаций оборудования кликните на иконку  на верхней панели инструментов.

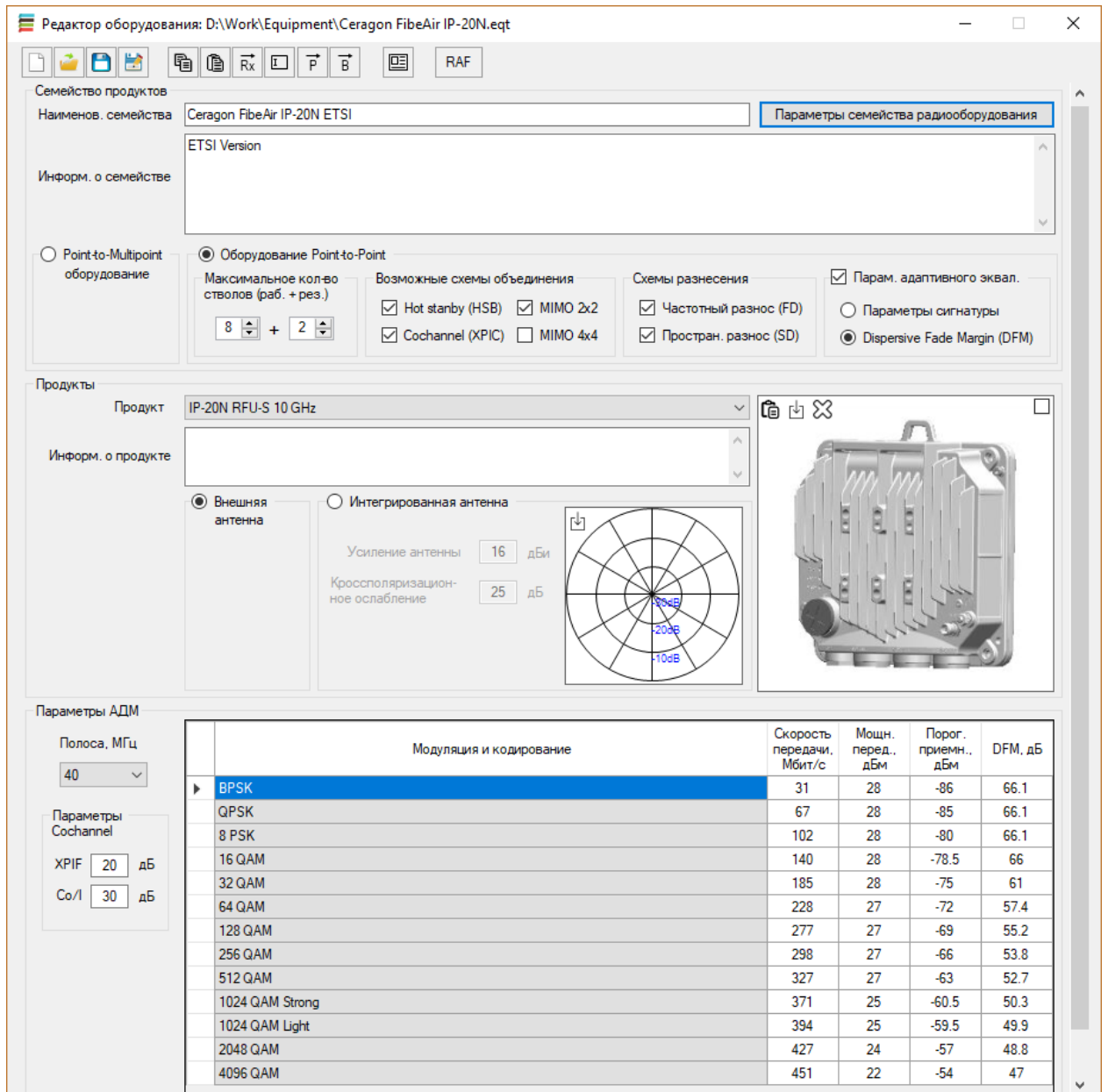






Рисунок 4. Редактор спецификаций оборудования

Стандартные инструменты для работы с файлами

-  - Создать новый файл
-  - Открыть файл
-  - Сохранить файл
-  - Сохранить файл как...

Семейство	Семейство продуктов
Информация о семействе	Общая информация о семействе оборудования. Текстовое поле.
Параметры семейства оборудования	
Продукты	Перечень продуктов (моделей оборудования), входящих в семейство
Полоса пропускания, МГц	Перечень, в котором указываются все возможные ширины спектра сигнала, поддерживаемые семейством оборудования, МГц
Модуляция и кодирование	Список всех типов модуляций и кодирования, поддерживаемых семейством оборудования.
Point-to-Multipoint Radio	Установить для семейства оборудования PtMP
Point-to-Point Radio	Установить для семейства оборудования PtP
Макс. количество рабочих и резервных стволов	Максимальное количество рабочих и резервных стволов, доступных в семействе оборудования (только для PtP)
Возможные способы объединения стволов	Возможные способы организации стволов: Hot Standby (HSB) – Горячий резерв/ Co-channel (XPIC)/ MIMO 2x2/MIMO 4x4. Только для PtP.
Доступные способы разнесения	Способы разнесенного приема, доступные для семейства оборудования (только для PtP)
Параметры адаптивного эквалайзера	Выбор типа параметров адаптивного эквалайзера: параметры сигнатуры или дисперсионный запас на замирания (Dispersive Fade Margin – DFM). Только для PtP.
Продукт	Выбранный продукт (модель оборудования)
Информация о продукте	Общая информация о продукте (модели оборудования). Текстовое поле.
Внешняя антенна	Установить, если с данным продуктом используется внешняя антенна.
Интегрированная антенна	Установить, если с данным продуктом используется только интегрированная антенна.
Коэффициент усиления антенны, дБи	Коэффициент усиления интегрированной антенны
Диаграмма направленности антенны	Диаграмма направленности интегрированной антенны. Для загрузки файла ДН в формате MSI нажмите  в левом верхнем углу диаграммы направленности.
Изображение продукта	Фото или графическое изображение продукта. Загрузку изображения можно выполнить как из файла, так и через буфер обмена, соответствующие инструменты находятся над изображением. Если одна и также картинка используется для всех продуктов, то также укажите это при помощи чек-бокса в верхнем правом углу, это значительно сократит объем файла со спецификацией.
Ширина полосы, МГц	Выбранная ширина полосы, МГц
Тип модуляции и кодирования	Перечень всех возможных типов модуляций и кодирования, поддерживаемых оборудованием.
Скорость передачи, Мбит/с	Максимальная канальная скорость для соответствующего типа модуляции и кодирования. Мбит/с. Справочная информация.

Мощность передатчика, дБм	Мощность передатчика для соответствующего типа модуляции и кодирования, дБм
Пороговая чувствительность приемника, дБм	Пороговая чувствительность приемника для соответствующего типа модуляции и кодирования, дБм
Ширина сигнатуры, МГц	Ширина сигнатуры, МГц (только для PtP)
Глубина сигнатуры для минимальной фазы, дБ	Глубина сигнатуры для минимальной фазы, дБ (только для PtP)
Глубина сигнатуры для не минимальной фазы, дБ	Глубина сигнатуры для не минимальной фазы, дБ (только для PtP)
Дисперсионный запас на замирения Dispersive Fade Margin - DFM	Дисперсионный запас на замирения (только для PtP)

Порядок создания файла спецификаций:

1. Заполните поле **Семейство** и поле **Информация о семействе** (при необходимости – это просто текстовое поле).

2. Зайдите в панель **Параметры семейства** и заполните поля **Продукты** (укажите все продукты в семействе, **Полосы частот** (укажите все возможные полосы частот, на которых может работать оборудование) и **Модуляция и кодирование** (укажите все возможные виды модуляции и кодирования, на котором может работать оборудование). После заполнения нажмите на ОК, панель закроется, и введенная информация появится в раскрывающихся списках **Продукты**, **Полосы частот**, а также в таблице **Модуляция и кодирования** основной панели редактора спецификаций.

3. Укажите тип семейства оборудования – Point-to-Multipoint или Point-to-Point. Для семейства Point-to-Point заполните информацию о максимально возможном количестве рабочих и резервных стволов, возможных способов резервирования и объединения стволов, опций разносенного приема и типе параметров адаптивного эквалайзера приемника. Вся эта информация будет учитываться в дальнейшем при конфигурировании интервалов PtP на основе данного семейства продуктов.

4. Теперь можно вводить информацию о каждом из продуктов:

4.1 Выберите из раскрывающегося списка нужный продукт.

4.2 Заполните поле **Информация о продукте** (при необходимости – это просто текстовое поле).

4.3 Если с данной моделью оборудования используется внешняя антенна, то укажите это. Если в оборудование встроена антенна, как это часто бывает, например, у базовых и абонентских станций PtMP, то укажите **Интегрированная антенна**, введите ее коэффициент усиления и загрузите файл диаграммы направленности в формате MSI.

4.4 Загрузите фото или графическое изображение продукта (это можно сделать как из файла, так и через буфер обмена, соответствующие инструменты находятся над изображением), если одна и также картинка используется для всех продуктов, то также укажите это при помощи чек-бокса в верхнем правом углу, это значительно сократит объем файла со спецификацией.

4.5 В раскрывающемся списке **Полоса частот** выберите нужную полосу для продукта. Заполните столбцы Канальная скорость, Мощность передатчика, Чувствительность приемника для каждого типа модуляции. Для оборудования Point-to-Point может потребоваться дополнительно

заполнение параметров адаптивного эквалайзера для каждого типа модуляции, а в случае, если семейство оборудования поддерживает режим Cochannel, то параметры XPIF и Co/I (эти параметры указываются для каждого продукта).

4.6 Повторите действия, указанные в пункте 4.5 для всех полос частот, поддерживаемых продуктом.

5. После заполнения информации по каждому из продуктов сохраните файл спецификации (расширение *.eqt).

Для удобства и ускорения работы при заполнении информации по продуктам в редакторе предусмотрен ряд инструментов (находятся сверху в меню):



- Скопировать все параметры таблицы модуляций продукта в буфер обмена (используется для создания новых продуктов на основе существующих)



- Вставить параметры таблицы модуляций из буфера обмена (используется для создания новых продуктов на основе существующих)



- Автоматическое заполнение значений пороговой чувствительности приемника для всех полос на основе значений первой полосы. Этот инструмент можно использовать для примерной оценки пороговой чувствительности, когда отсутствуют точные данные для всех полос. Работа инструмента основана на том, что пороговая чувствительность приемника уменьшается пропорционально увеличению полосы пропускания. Например, при увеличении полосы пропускания в два раза, пороговая чувствительность уменьшается на 3 дБ.



- Переименовать продукты (заменить комбинацию любых букв/цифр/символов в наименовании продуктов).



- Применить выбранные параметры в таблице для всех продуктов с данной полосой пропускания.



- Применить выбранные параметры в таблице для всех полос пропускания для данного продукта



- Вывести отчет о продукте для выбранной полосы пропускания в виде стандартной спецификации, которую можно сохранить в формате PDF, Word, или Excel.



- Загрузить параметры оборудования из RAF файла Pathloss (только для файлов спецификаций PL50_ASCII_RADIO_SPEC_03/04 с адаптивной модуляцией)

Модели распространения радиоволн

В этом меню пользователь может выбрать модель распространения радиоволн, которая будет использоваться в расчетах, а также некоторые параметры этой модели.

Модели распространения ✕

Многолучевые замирания

Рек. МСЭ-R P.530-17 Вигант-Барнетт

Минимально допустимый запас на замирания, дБ

Максимальный выигрыш за счет ЧРП для несел. замираний

Максимальный выигрыш за счет ЧРП для сел. замираний

Максимальный выигрыш за счет ПРП для несел. замираний

Максимальный выигрыш за счет ПРП для сел. замираний

Максимальный выигрыш за счет ЧРП+ПРП для несел. замираний

Максимальный выигрыш за счет ЧРП+ПРП для селект. замираний

Селективная составляющая неустойчивости

Учитывать Не учитывать

Точечный градиент рефракции, не превыш. в течение 1% средн. года (dN1)

Рек. МСЭ-R P.453-9 Рек. МСЭ-R P.453-10

Затухание в дожде

Рек. МСЭ-R P.530-17 Crane Нет

Затухание в газах

Рек. МСЭ-R P.676-11 Нет

Дифракция

Рек. МСЭ-R P.526-15 (метод Буллингтона или метод изолир. цилиндров)
 Метод Deygout (с корректировкой по Рек. МСЭ-R P.526-11)
 Метод Epstein-Peterson

Расчет ослабления в растительности в соответствии с Рек. МСЭ-R P.833-9

A1 Alfa i

НИИР/ГОСТ Р 53363-2009

НИИР Минимально допустимый запас на замирания, дБ
 ГОСТ Р 53363-2009

Рисунок 5. Модели распространения радиоволн

МСЭ-R P.530-17	
Минимально допустимый запас на замирания, дБ	Величина минимального допустимого запаса на замирания. Если при расчете запас на замирания окажется меньше этой величины, то расчет выполняться не будет (в отчете на месте расчетных значений замираний появятся прочерки)
Максимальное значение выигрыша за счет частотного разноса для неселективных замираний	Ограничение для выигрыша за счет частотного разноса для неселективных замираний, по умолчанию равно 10.
Максимальное значение выигрыша за счет частотного разноса для селективных замираний	Ограничение для выигрыша за счет частотного разноса для селективных замираний, по умолчанию равно 25.
Максимальное значение выигрыша за счет пространственного разноса для неселективных замираний	Ограничение для выигрыша за счет пространственного разноса для неселективных замираний, по умолчанию равно 200.
Максимальное значение выигрыша за счет пространственного разноса для селективных замираний	Ограничение для выигрыша за счет пространственного разноса для селективных замираний, по умолчанию равно 100.
Максимальное значение выигрыша за счет комбинированного разноса для неселективных замираний	Ограничение для выигрыша за счет комбинированного разноса для неселективных замираний, по умолчанию равно 2000.
Максимальное значение выигрыша за счет комбинированного разноса для селективных замираний	Ограничение для выигрыша за счет комбинированного разноса для селективных замираний, по умолчанию равно 2500.
Вигант-Барнетт	
Минимально допустимый запас на замирания, дБ	Величина минимального допустимого запаса на замирания. Если при расчете запас на замирания окажется меньше этой величины, то расчет выполняться не будет (в отчете на месте расчетных значений замираний появятся прочерки)
Затухание в дожде	
Rec. МСЭ-R P.530-17	Расчет затухания в дожде по Rec. МСЭ-R P.530-17
Crane Выбрать регион по Crane 1996	Расчет затухания в дожде по методу Крейна с учетом дождевых регионов 1996г. Для просмотра регионов дождей нажмите i.
Нет	Не выполнять расчет затухания в дожде
Затухание в газах	
Rec. МСЭ-R P.627-11	Расчет затухания в газах по Rec. МСЭ-R P.627-11
Нет	Не выполнять расчет затухания в газах
Дифракция	
МСЭ-R P.526-15 (полный метод Буллингтона или метод изолированных цилиндров)	Расчет дифракционного ослабления по методу МСЭ-R P.526-15 метод Буллингтона или метод изолированных цилиндров
Метод Deygout (с корректировкой по Рек. МСЭ-R P.526-11)	Расчет дифракционного ослабления по методу метод Дегу с корректировкой по Рек. МСЭ-R P.526-11
Метод Epstein-Peterson	Расчет дифракционного ослабления по методу Эпштейна-Петерсона
Расчет ослабления в растительности в соответствии с Рек. МСЭ-R P.833-9	

Параметры A1 и Alfa Рек. МСЭ-R P.833-9	Параметры A1 и Alfa расчета ослабления в растительности в соответствии с Рек. МСЭ-R P.833-9
НИИР	Расчет качественных показателей радиорелейных линий по Методике расчета трасс цифровых РРЛ прямой видимости. НИИР, Москва, 1998г.
ГОСТ Р 53363-2009	Расчет качественных показателей РРЛ по ГОСТ Р 53363-2009 "Цифровые радиорелейные линии. Показатели качества. Методы расчёта"
Минимально допустимый запас на замирания, дБ	Величина минимального допустимого запаса на замирания. Если при расчете запас на замирания окажется меньше этой величины, то расчет выполняться не будет (в отчете на месте расчетных значений замираний появятся прочерки)

Планирование радиорелейных интервалов точка-точка (PtP)

Создание интервала PtP

Радиорелейные интервалы создаются на основе предварительно созданных сайтов (см. раздел **Сайты**). Для того, чтобы начать работу с интервалами точка-точка откройте пункт **Point-to-Point** основного меню.

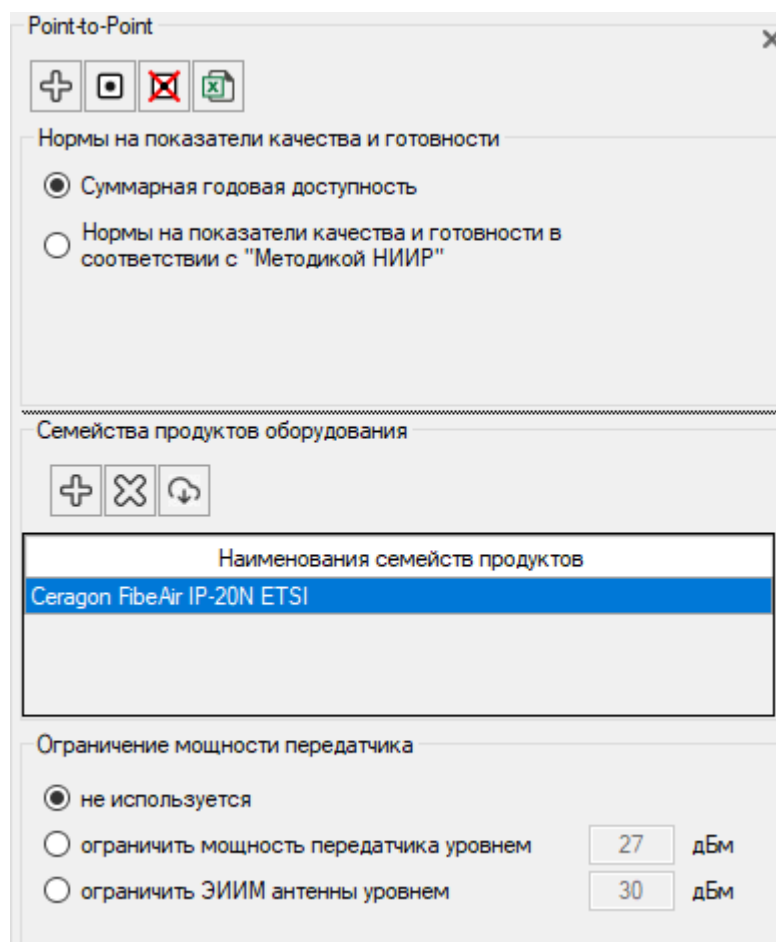








Рисунок 6. Параметры для линков PtP

В первую очередь к проекту необходимо подключить файл с техническими характеристиками семейства оборудования, которое предполагается задействовать в проекте. Для этого в меню **Point-to-Point – Семейство продуктов** нажмите на кнопку  и выберите соответствующее семейство или несколько семейств. Указанные файлы с данными из технических спецификаций оборудования должны быть предварительно созданы в специализированном **Редакторе спецификаций оборудования** (см. раздел **Редактор спецификаций оборудования**). Программа поставляется с набором файлов спецификаций на большую часть современного оборудования PtP и PtMP.

Панель инструментов для сети PtP:

-  - создать новый интервал PtP
-  - выбрать/снять выбор для всех интервалов PtP
-  - удалить все выбранные интервалы PtP
-  - создать общий отчет по всем интервалам PtP в формате MS Excel

Ограничение мощности передатчиков для всех PtP линков в проекте	
не используется	Ограничение мощности не применяется
ограничить мощность передатчика уровнем, дБм	Установить указанную максимальную мощность передатчиков для всех PtP линков в проекте, дБм При расчетах качественных показателей линка будет выбираться самое жесткое ограничение из двух – из того, которое введено в этом меню и того ограничения мощности, которое введено в параметрах конкретного линка.
ограничить ЭИИМ антенны уровнем, дБм	Установить указанную максимальную ЭИИМ для всех PtP линков в проекте, дБм При расчетах качественных показателей линка будет выбираться самое жесткое ограничение из двух – из того, которое введено в этом меню и того ограничения ЭИИМ, которое введено в параметрах конкретного линка.

Чтобы создать радиорелейный интервал, нажмите на кнопку  в верхней части открытой панели меню **Point-to-Point**, после чего программа предложит вам последовательно выбрать концы интервала – Site A и Site B из сайтов, созданных ранее (см. раздел Сайты), затем поместит этот интервал в дерево **Point-to-Point** и откроет его параметры.

Чтобы в дальнейшем программа смогла автоматически подсчитать длину линии, состоящей из нескольких интервалов (это нужно для распределения нормы на качественные показатели по интервалам – см. раздел **Нормируемые показатели PtP**), нужно выбрать направление интервалов таким образом, чтобы из них легко можно было выстроить линию. Например, если имеются сайты A, B, C, D, E, то интервалы нужно назвать A-B, B-C, C-D, D-E (а не E-D, например). Тогда потом при указании начала и конца линии, например, A-E или B-D, программа определит ее топологию и

корректно учтет длину всех интервалов в линии. То же самое относится и к ответвлениям от основной магистрали.

Интервал Point-to-Point

Сайт А
PPC1 Пыть-Як
 Широта: N60.747670°
 Долгота: E72.823906°

Сайт В
PPC2 Нефтеюганск
 Широта: N61.094712°
 Долгота: E72.602592°


Радиооборудование

Семейство Ceragon FibeAir IP-20N ETSI

Продукт IP-20N RFU-S 7 GHz

Полоса 28 МГц Частота 7100 МГц

Family info: ETSI Version
Product info:
















	Модуляция и кодирование	Скорость, Мбит/с	Мощность Tx, дБм	Чувствит. Rx, дБм
<input checked="" type="checkbox"/>	BPSK	21	27	-88
<input checked="" type="checkbox"/>	QPSK	46	27	-87
<input checked="" type="checkbox"/>	8 PSK	70	27	-82.5
<input checked="" type="checkbox"/>	16 QAM	97	27	-80.5
<input checked="" type="checkbox"/>	32 QAM	129	27	-77
<input checked="" type="checkbox"/>	64 QAM	160	26	-74
<input checked="" type="checkbox"/>	128 QAM	193	26	-70.5
<input checked="" type="checkbox"/>	256 QAM	220	26	-67.5

Кол-во стволов 1 + 1 Разнесение None
 Схема работы None Поляризация Vertical

	Сайт А	Сайт В
Тип антенны	HP6-65	HP6-65
Усиление антенны, дБи	43	43
Ширина ДН антенны в вертикальной ...	1.7	1.7
Высота антенны, м	50	50
Длина фидера, м	0	0
Удельные потери в фидере, дБ/м	0	0
Потери на объединение, дБ	1	1
Дополнительные потери, дБ	0	0
Суммарные потери в АФТ, дБ	1	1
Ограничение макс. мощн. перед., дБм	Нет	Нет
Ограничение макс. ЭИИМ, дБм	Нет	Нет

Рисунок 7. Параметры интервала PtP

Панель инструментов для интервала PtP:

-  - создать новый интервал PtP с такими же параметрами оборудования
-  - переместить интервал вверх по списку
-  - переместить интервал вниз по списку
-  - удалить этот интервал
-  - выбрать/снять выбор со всех видов модуляции в параметрах оборудования
-  - изменить сайт A
-  - изменить сайт B
-  - показать интервал в центре экрана
-  - построить продольный профиль интервала
-  - выполнить расчет качественных показателей интервала и вывести на экран отчет
-  - вывести отчет о продукте для выбранной полосы пропускания в виде стандартной спецификации, которую можно сохранить в формате PDF, Word, или Excel.
-  - копировать параметры линка в буфер обмена
-  - вставить параметры линка из буфера обмена

Переключение между интервалами

Если кликнуть на интервал в списке Point-to-Point в основном меню, то откроется окно с параметрами интервала, а также он появится в центре экрана на базовой карте.

Интервал можно также выбрать двойным кликом по нему на базовой карте.

Продольный профиль интервала

Профиль представляет собой вертикальный разрез местности между концами интервала с нанесенной информацией о высотных отметках земли, о высотах застройки и деревьев, а также о границах водных массивов.

Программа создает продольный профиль при помощи следующего набора GIS:

- Цифровой модели высот Shuttle Radar Topography Mission с разрешением 1" (SRTM-1), имеющих на всю территорию России до 60 градусов северной широты (севернее 60


градусов используется SRTM-3). Детальность рельефа, представленного ЦМБ SRTM, в целом соответствует детальности на топографических картах масштабов 1:50 000 — 1:25 000;

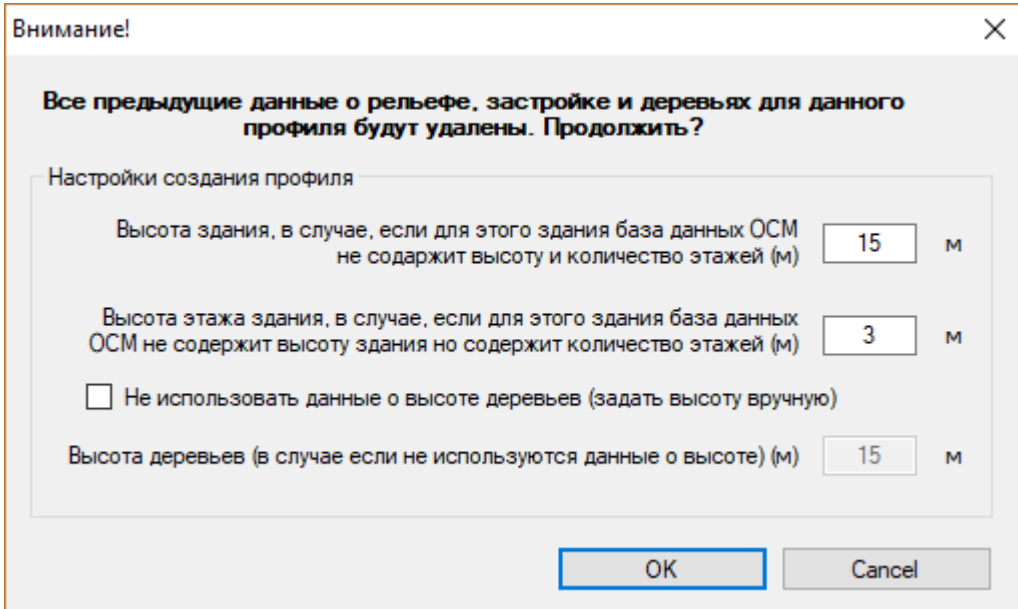
- Данных по застройке из проекта OpenStreetMap;
- Границ и высот лесного покрова, а также границ водной поверхности с использованием данных из проектов Global Forest Change <http://www.earthenginepartners.appspot.com/> и NASA's Jet Propulsion Laboratory, the University of Maryland, Woods Hole Research Center <https://www.nasa.gov/topics/earth/features/forest20120217.html>;

Загрузка всех геоданных в программу выполняется автоматически по мере необходимости.

В программе существует также возможность ручного создания и коррекции профиля.

Автоматическое создание продольного профиля

В созданном интервале нажмите кнопку . Появится окно с предупреждением, что данные на продольном профиле будут заменены. Кроме того, в появившемся окне необходимо указать среднюю высоту этажа (обычно 3м) для застройки. Дело в том, что в базе данных проекта OSM чаще всего есть информация о этажности того или иного здания, чем его точная высота в метрах, поэтому при построении продольного профиля высота здания определяется исходя из его этажности и высоты этажа. В этом же окне следует указать высоту для зданий, информации об этажности которых отсутствует в базе данных проекта OSM. Эти здания на продольном профиле будут обозначены красным цветом и при условии их влияния в качестве критического препятствия на качественные показатели интервала, высоту этих зданий следует уточнить по сторонним источникам (например, по спутниковым снимкам или по справочнику 2gis.ru). Пользователь может также игнорировать информацию о высоте участков леса из набора данных Global Forest Change и принудительно задать высоту леса, которая будет учитываться при построении продольного профиля.



Внимание!

Все предыдущие данные о рельефе, застройке и деревьях для данного профиля будут удалены. Продолжить?

Настройки создания профиля

Высота здания, в случае, если для этого здания база данных OSM не содержит высоту и количество этажей (м) м

Высота этажа здания, в случае, если для этого здания база данных OSM не содержит высоту здания но содержит количество этажей (м) м

Не использовать данные о высоте деревьев (задать высоту вручную)

Высота деревьев (в случае если не используются данные о высоте) (м) м

Рисунок 8. Ввод параметров при автоматическом построении продольного профиля

После нажатия на ОК через пару секунд в соответствующих столбцах таблицы появится информация о высотных отметках рельефа, а также характеристика препятствий вдоль профиля. Изображение продольного профиля появится в правой верхней части панели программы.

Следует также выбрать характер интервала в правом нижнем углу изображения профиля – “сухопутный” или “приморский”. Этот параметр учитывается при расчете интерференционных замираний в методиках НИИР и ГОСТ. Приморскими районами считают полосу вдоль береговой линии. Ориентировочная ширина этой полосы над ровной местностью - до 50 км. К приморским районам могут быть отнесены территории, расположенные вблизи водохранилищ, крупных рек, болот и других водных массивов.

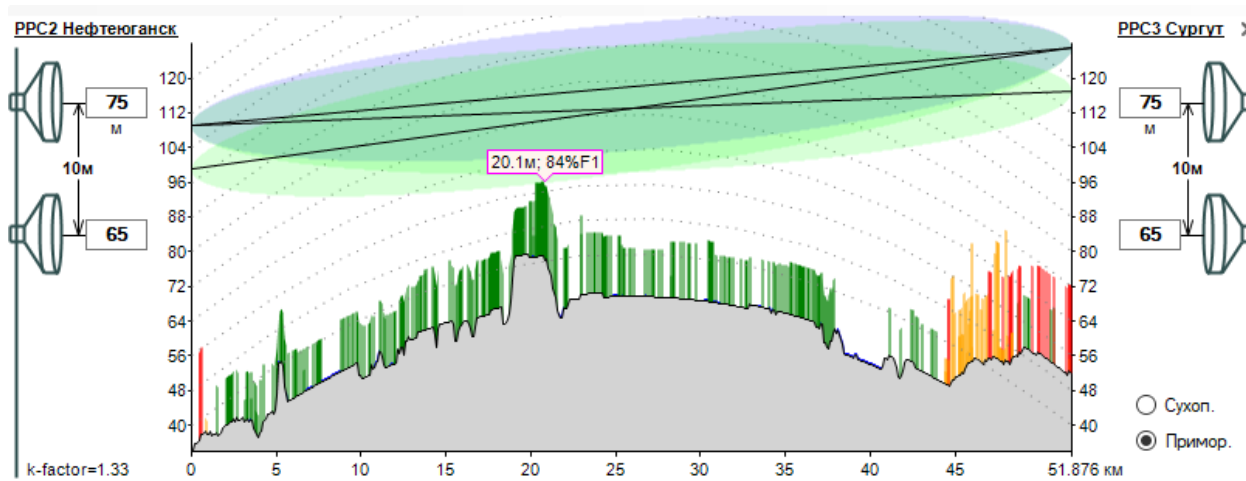


Рисунок 9. Продольный профиль интервала

Условные обозначения препятствий:

Зеленый цвет: деревья;

Оранжевый цвет: здания, информация о высоте или этажности которых есть в базе данных OpenStreetMap;

Красный цвет: здания, высота или этажность которых отсутствует в базе данных OpenStreetMap.

Редактирование продольного профиля

Высотные отметки рельефа местности на профиле можно редактировать вручную, внося необходимые изменения в соответствующие ячейки таблицы высотных отметок. Для того, чтобы откорректировать отметку земли сразу для множества ячеек, необходимо выделить эти ячейки и ввести нужную высотную отметку. Новая высотная отметка сохранится сразу во всех выделенных ячейках, и после этого выполнится автоматическое удаление лишней информации о высотных отметках в этих ячейках – останется только информация о высотах на концах этого диапазона. Для удаления целой строки в таблице следует выделить нужную строку или несколько строк (через Shift) и нажать клавишу Delete. При этом для выделения строки нужно нажать кнопкой мыши на треугольник вначале соответствующей строки.

Если выделить левой кнопкой мыши на изображении профиля какой-либо участок, то этот участок выделится желтым цветом также в таблице высотных отметок, препятствий, и на базовой карте. Также, если выделить строки в таблице высотных отметок или препятствий, то соответствующий участок выделится на изображении профиля и на базовой карте.

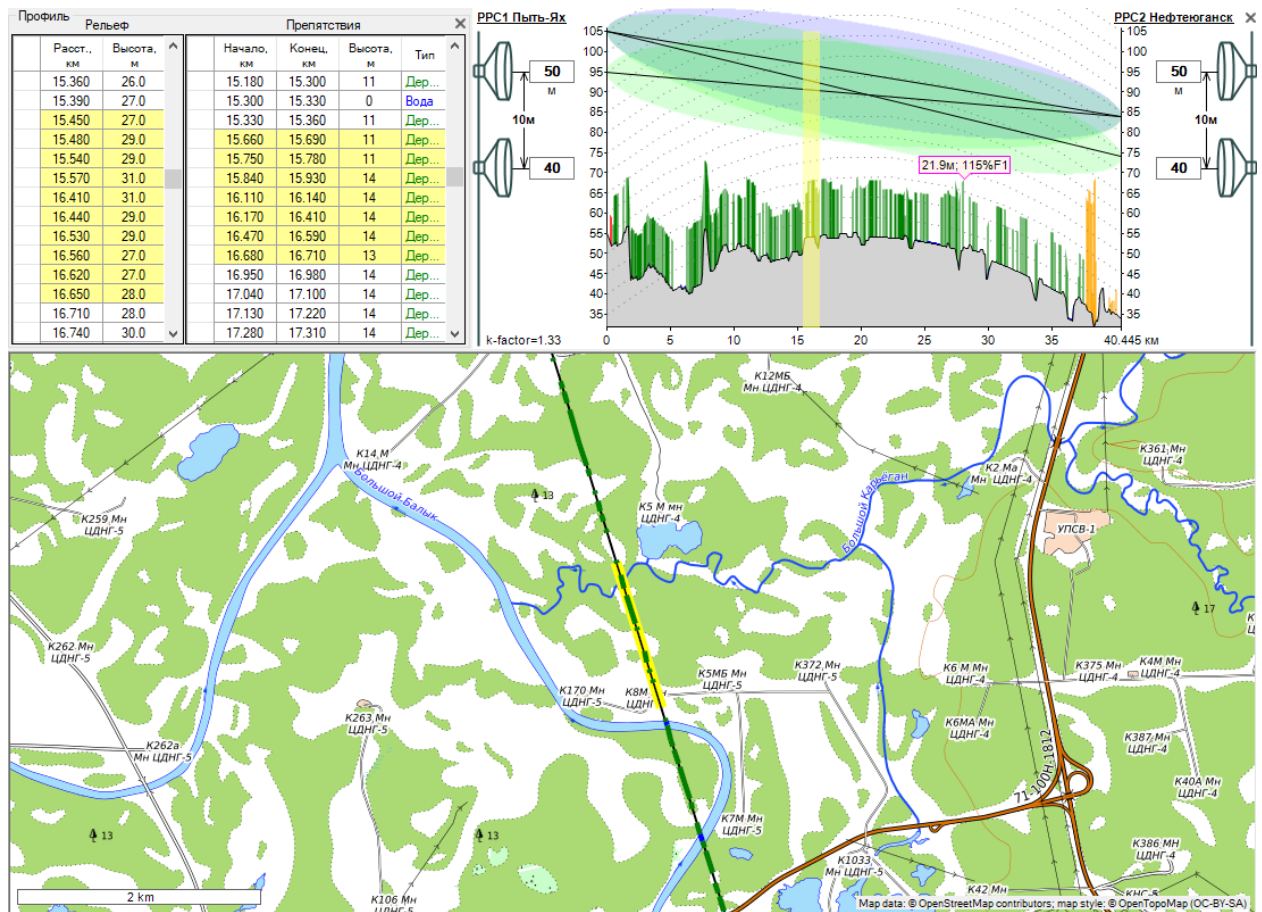


Рисунок 10. Выделение участка продольного профиля интервала

Границы и высотные характеристики препятствий можно также редактировать вручную, внося необходимые изменения в соответствующие ячейки таблиц. Для удаления целой строки в таблице следует выделить нужную строку или несколько строк (через Shift) и нажать клавишу Delete. При этом для выделения строки нужно нажать кнопкой мыши на треугольник в начале строки.

Построение продольного профиля вручную

Программа также позволяет создать профиль интервала, указав все высотные отметки вдоль профиля вручную.

Вручную границы леса, застройки и водной поверхности наносятся по информации, имеющейся на базовых картах, которые позволяет просматривать приложение. В настоящее время в сети можно найти множество online сервисов, предоставляющих возможность просмотра картографического материала, все они отличаются предоставляемым материалом по таким параметрам, как масштаб карт, охват территорий, отображаемые объекты. Для каждого конкретного случая, в зависимости от местности, где расположен интервал, может оказаться полезным какой-то один или несколько соответствующих ресурсов. Кроме этого, важно правильно выбрать подходящий масштаб отображения карты.

Границы участков леса, застройки и водной поверхности указываются после анализа информации на картографической подложке вдоль линии продольного профиля при помощи нажатия на правую кнопку мыши, после чего появляется контекстное меню, при помощи которого обозначаются соответствующие сегменты. После обозначения конца каждого сегмента появляется числовое поле, в которое необходимо ввести высоту леса или застройки. Лес на линии профиля обозначается зеленым цветом, застройка – оранжевым, а участок водной поверхности – синим. Таблицы с параметрами препятствий и с участками водной поверхности при этом формируются автоматически. Любой сегмент может быть удален, - для этого необходимо на него навести курсор, нажать правую кнопку мыши и выбрать соответствующей строку в появившемся контекстном меню.

Начало участка застройки	Указать начало участка застройки на продольном профиле
Начало участка леса	Указать начало участка лесного массива на продольном профиле
Начало водного участка	Указать начало водного участка на продольном профиле
Конец участка	Указать конец любого текущего участка
Удалить ближайший участок	Удалить ближайший участок
Переместить сайт А	Переместить сайт А в текущее положение указателя мыши
Переместить сайт В	Переместить сайт А в текущее положение указателя мыши

При построении профиля вручную обязательно соблюдать следующие правила:

1. Первая точка рельефа должна иметь расстояние 0;
2. Рельеф должен иметь не менее двух отсчетов;
3. Препятствие не должно выходить за последний отсчет рельефа.

Подробнее об особенностях построения продольных профилей интервалов радиорелейных линий смотрите на видео в нашем канале на YouTube.

Ввод параметров радиооборудования для интервала PtP

В раскрывающихся списках последовательно выберите семейство продуктов из подключенных ранее к проекту, затем выберите модель оборудования (продукт) и ширину канала. Ниже появится общая информация о выбранном оборудовании, его фотография, каналные скорости и основные энергетические параметры для каждого типа модуляции, поддерживаемого оборудованием.

Ниже приведено описание полного набора исходных данных, который может потребоваться для ввода. Необходимость ввода тех или иных исходных данных определяется программой автоматически, исходя из конфигурации оборудования.

Основные параметры:


Частота, МГц	Средняя частота диапазона, МГц.
Количество стволов	Количество рабочих и резервных стволов на интервале
Разнесение	Конфигурация разнесенного приема (None – нет разнесенного приема, Space Diversity (SD) – пространственно-разнесенный прием (ПРП), Frequency Diversity (FD) – частотно –разнесенный прием (ЧРП), Comb -4 RX – Комбинированный разнос с 4-мя приемниками
Схема работы	Схема, по которой работает интервал - Hot Standby (HSB) – горячий резерв/XPIC (Cochannel)/HSB+XPIC/MIMO 2x2
Поляризация	Вид поляризации (Vertical - вертикальная, Horizontal – Горизонтальная)

Частотный разнос, МГц	Частотный разнос между стволами при ЧРП, МГц. Требуется только для частотного и комбинированного разнесения.
-----------------------	--

Параметры АФТ для основной и дополнительной антенны (при применении пространственно-разнесенном приеме):

Тип антенны	Тип антенны. Текстовое поле, только для информации в отчете.
Усиление антенны, дБи	Коэффициент усиления антенны, дБи
Ширина ДН антенны в вертикальной плоскости, градусы	Ширина диаграммы направленности антенны в вертикальной плоскости по уровню 3 дБ, градусы. Используется для анализа отражений. Значение по умолчанию 3 градуса.
Высота антенны, м	Высота антенны над уровнем моря, м. Высоту антенны также можно изменить непосредственно на изображении продольного профиля в поле ввода рядом с иконкой антенны.
Длина фидера, м	Длина фидера, м. Значение по умолчанию 0 м.
Удельное ослабление в фидере, дБ/м	Удельное ослабление в фидере на заданной частоте, Значение по умолчанию 0 дБ/м.
Потери на объединение, дБ	Потери на объединение стволов, дБ. Значение по умолчанию 0 дБ.
Дополнительные потери, дБ	Дополнительные потери в антенном тракте, дБ. Значение по умолчанию 0 дБ.
Суммарные потери, дБ	Суммарные потери, дБ. Расчетная величина.
Ограничение максимальной мощности передатчика, дБм	Установка максимальной мощности передатчиков для данного линка, дБм. При расчетах качественных показателей линка будет выбираться самое жесткое ограничение из двух – из того, которое введено здесь и того ограничения мощности, которое введено в общем меню Point-to-Point. Чтобы убрать ограничение, выделите его и нажмите Delete, после чего появится надпись "Нет".
Ограничение максимальной ЭИИМ, дБм	Установка максимальной ЭИИМ для данного линка, дБм. При расчетах качественных показателей линка будет выбираться самое жесткое ограничение из двух – из того, которое введено здесь и того ограничения ЭИИМ, которое введено в общем меню Point-to-Point. Чтобы убрать ограничение, выделите его и нажмите Delete, после чего появится надпись "Нет".

Отчет по результату расчета качественных показателей на интервале PtP

Для выполнения расчета нажмите на кнопку , после этого на экране появится окно с результатами расчета качественных показателей на интервале. Расчет будет выполнен только для тех типов модуляции, которые отмечены в таблице как активные -

Пользователь может выбрать вид отчета – **Краткий отчет** или **Полный отчет**. В кратком отчете отображаются только результаты расчета, в полном отчете отображаются исходные данные, ряд промежуточных величин, подробные результаты расчета, а также профиль интервала и схема трассы.

General information											
Site B	Site A Latitude	Site A Longitude	Site B Latitude	Site B Longitude	Site A Ground Elevation	Site B Ground Elevation	Distance	Radio Equipment Family	Product	Bandwidth, MHz	Frequenc Band, MHz
РРС2 Нефтеюганск	N60.747670°	E72.823906°	N61.094712°	E72.602592°	55	34	40.445	Ceragon FibeAir IP-20N ETSI	IP-20N RFU-S 7 GHz	28	7100
РРС3 Сургут	N61.094712°	E72.602592°	N61.273698°	E73.495274°	34	52	51.876	Ceragon FibeAir IP-20N ETSI	IP-20N RFU-C 6 GHz	14	6500
РРС4 Ульт-Ягун	N61.273698°	E73.495274°	N61.508163°	E74.212582°	52	41	46.294	Ceragon FibeAir IP-20N ETSI	IP-20N RFU-D 6 GHz	28	6500
РРС5 Федоровский	N61.273698°	E73.495274°	N61.621209°	E73.734269°	52	63	40.721	Ceragon FibeAir IP-20N ETSI	IP-20N RFU-C 6 GHz	14	6500
РРС6 Быстринскнефть	N61.273698°	E73.495274°	N61.439260°	E72.779274°	52	51	42.42	Ceragon FibeAir IP-20N ETSI	IP-20N RFU-C 6 GHz	14	6500
РРС7 Лянтор	N61.439260°	E72.779274°	N61.637237°	E72.202063°	51	48	37.728	Ceragon FibeAir IP-20N ETSI	IP-20N RFU-C 6 GHz	7	6500

Рисунок 12. Общий отчет по всем интервалам PtP в формате MS Excel

Нормируемые показатели PtP

Во меню **Point-to-Point – Нормы на показатели качества и готовности** пользователю необходимо выбрать показатели, которые будут рассчитываться и сравниваться с соответствующими нормами для радиорелейного интервала.

Суммарная годовая доступность

Для интервалов РРЛ и радиодоступа, которые часто используются в качестве линий технологической связи принято рассчитывать значение “годовой доступности” интервала (annual availability). При проектировании линий радиодоступа обычно стремятся к тому, чтобы указанный параметр был больше чем 99,95% суммарно для двух направлений (см., например, [FCC §101.141 Microwave modulation](#)).

Нормы на показатели качества и готовности в соответствии с “Методикой НИИР”

В “Методике расчета трасс цифровых РРЛ прямой видимости. НИИР, Москва, 1998г.”, которая в 1998г. была обсуждена и одобрена на секции научно-технического совета Госкомсвязи России и рекомендована для использования всеми проектными организациями Российской Федерации, для радиорелейных линий, относящихся к различным участкам взаимосвязанной сети связи РФ (ВСС РФ), и имеющих различную протяженность, нормируются два показателя:

SESR (Severely Errored Second Ratio - коэффициент секунд со значительным количеством ошибок) - отношение количества секунд со значительным количеством ошибок к общему количеству секунд в период готовности тракта за время интервала измерений.

K_{нр} (коэффициент неготовности) - отношение времени, в течение которого тракт находится в состоянии неготовности, к общему времени наблюдения.

В программе DRRL 8.0 расчет нормируемых значений, то есть тех значений **SESR** и **K_{нр}**, которые не должны превышать на рассматриваемом интервале, в соответствии с Методикой НИИР, выполняется автоматически в зависимости из типа участка ВСС РФ, а также длины всей линии (если линия состоит из нескольких интервалов). Для определения нормируемых показателей в соответствии с “Методикой НИИР” следует указать тип участка ВСС, к которому принадлежит проектируемый интервал РРЛ. В случае, если радиорелейная линия состоит из нескольких

интервалов, для распределения нормы в соответствии с отношением длины интервала к общей длине линии, укажите первый и последний сайт линии. Программа вычислит суммарную протяженность линии, учитывая ее топологию, а при расчете качественных показателей нормируемые показатели будут распределяться по интервалам пропорционально длине. Вычисленные на основе введенных данных нормируемые значения будут отображены в результатах расчета.

Point-to-Point

Нормы на показатели качества и готовности

Суммарная годовая доступность
 Нормы на показатели качества и готовности в соответствии с "Методикой НИИР"

Параметры для расчета норм на показатели качества и готовности

Участок ВСС: Местная сеть

Начало линии: РРС1 Пыть-Ях

Конец линии: РРС7 Лянтор

Линк	Длина
РРС1 Пыть-Ях - РРС2 Нефтеюганск	40.445 км
РРС2 Нефтеюганск - РРС3 Сургут	51.876 км
РРС3 Сургут - РРС6 Быстринскнефть	42.42 км
РРС6 Быстринскнефть - РРС7 Лянтор	37.728 км
Длина всей линии	172.469 км

Семейства продуктов оборудования

Наименования семейств продуктов

Ceragon FibeAir IP-20N ETSI


Ограничение мощности передатчика

не используется
 ограничить мощность передатчика уровнем дБм
 ограничить ЭИИМ антенны уровнем дБм

Рисунок 13. Нормируемые показатели

Определение минимальных высот подвеса антенн

Программа позволяет определить минимально необходимые высоты основных и дополнительных антенн (при пространственно-разнесенном приеме) при помощи различных методик.

Чтобы открыть панель определения минимальных высот антенн выберите нужный интервал в основном меню, затем кликните значок  на верхней панели инструментов.

Общая процедура определения минимально необходимых высот антенн на интервале – проверка соблюдения необходимого просвета части первой зоны Френеля для различных ожидаемых значений коэффициента отношения эквивалентного радиуса Земли к реальному (k-factor) на интервале. При этом в различных методиках разные требования к величине просвета и к определению k-factor.

Определение высот в соответствии с рекомендацией МСЭ-R P.530-17

По методике, изложенной в рекомендации МСЭ-R P.530-17, величина необходимого просвета определяется автоматически в зависимости от типа климата и характера препятствий на интервале. В качестве k-factor используется два значения – медианное и минимально ожидаемое. Минимальная высота антенны вычисляются для условия соблюдения необходимых просветов для двух значений k-factor.

Пользователю необходимо выбрать указать тип климата, тип препятствия и критерий, по которому будет выполняться расчет – стандартный или менее консервативный, после чего программа автоматически определит два набора параметров k-factor и просветов.

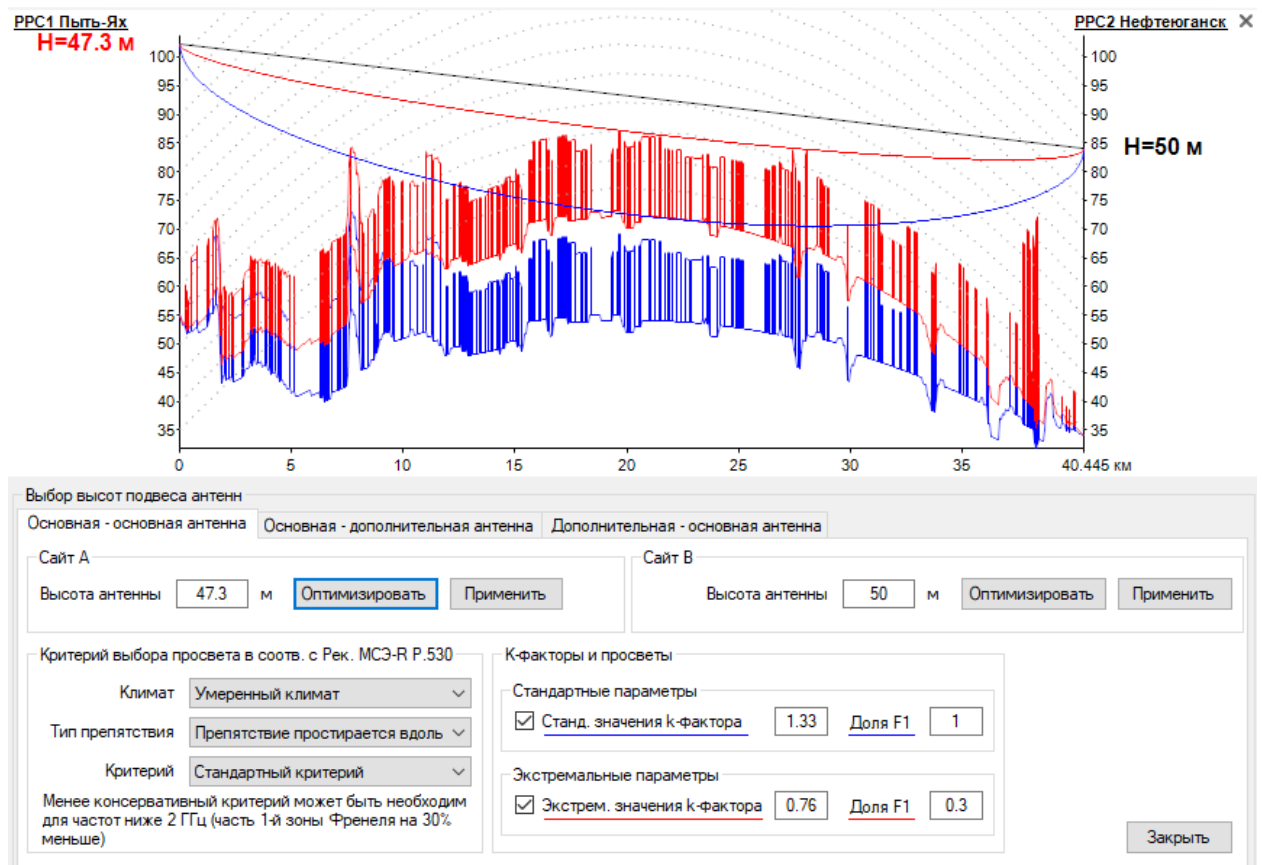


Рисунок 14. Расчет высоты основной антенны по МСЭ-R P.530-17

Тип климата	Умеренный климат/Тропический климат
Тип препятствия	Препятствие простирается вдоль части трассы Единичное изолированное препятствие
Критерий	Стандартный критерий.

	Менее консервативный критерий. Менее консервативный может применяться для частот ниже 2ГГц (часть 1-ой зоны Френеля на 30% меньше).
Стандартное значение k-фактора	Медианное значение K-фактора (отношение эквивалентного радиуса Земли к реальному) при стандартной атмосфере. Может быть изменено пользователем.
Экстремальное значение k-фактора	Минимально ожидаемое значение K-фактора на интервале, определяется автоматически в зависимости от длины интервала, но может быть изменено пользователем.
Доля F1	Часть первого эллипсоида Френеля, которая должна быть свободна от каких-либо препятствий для соответствующего значения k-фактора. Данное значение автоматически определяется в зависимости от типа климата, типа препятствий и выбранного критерия, но может быть изменено пользователем.

После определения необходимых значений k-factor и просветов, нажмите **Расчет** и расчетное значение высоты появится в поле слева и на продольном профиле, при этом изображение продольного профиля будет раскрашено в цвет соответствующего набора параметров (k-factor и часть 1-й зоны Френеля). Высота ответной антенны при расчете фиксируется на текущем значении. Цвет, которым отображается расчетное значение высоты на продольном профиле соответствует цвету набора параметров, оказавшихся определяющим для расчета высоты (в данном случае – набор параметров, обозначенный синим цветом: K-фактор = 0.76 и часть 1-й зоны Френеля=0.3) Нажмите **Применить**, чтобы заменить высоту антенны полученным расчетным значением.

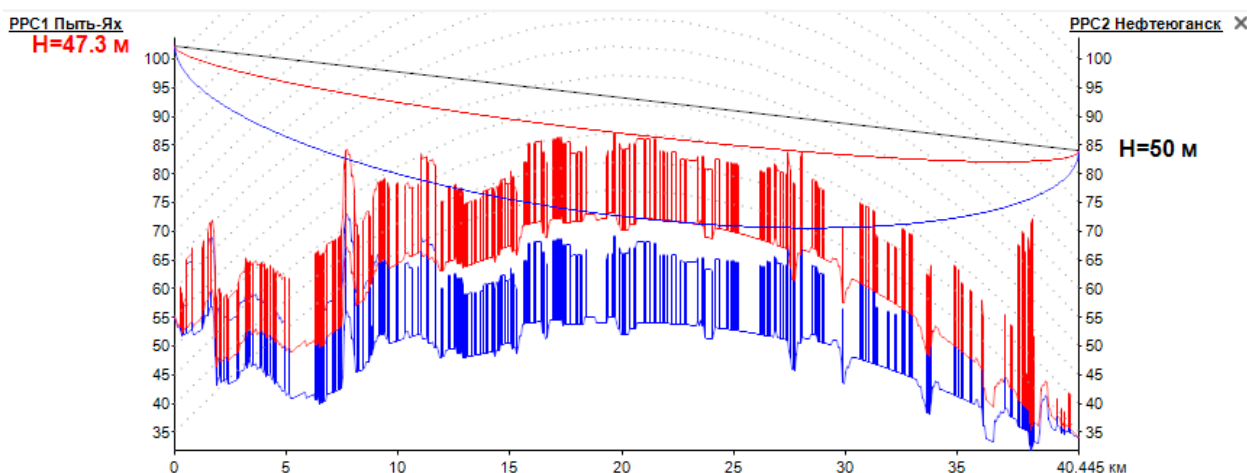


Рисунок 15. Изображение продольного профиля при расчете высот антенн

Минимально необходимые высоты антенн вычисляются с учетом препятствий (застройки и леса), присутствующих на профиле.

При пространственно-разнесенном приеме на интервале на панели появляются вкладки для расчета высот дополнительных антенн. Минимальные высоты дополнительных антенн определяются без учета минимально-ожидаемого значения K-фактора.

Определение высот по методике НИИР

Для основной антенны

Минимальный просвет должен соответствовать полю свободного пространства, равному 58% первой зоны Френеля при $g=g(20\%)$, где $g(20\%)$ – эффективный градиент диэлектрической проницаемости воздуха, не превышаемый в 20% времени наихудшего месяца.

$$g(20\%)=g_{\text{CP}} + \sigma,$$

где σ - стандартное отклонение эффективного градиента диэлектрической проницаемости воздуха.

В тех районах, где распределения g аппроксимированы двумя нормальными законами расчет значений $g(20\%)$ следует производить по параметрам g_{CP} и σ для области субрефракции.

Для климатических районов России величина $g(20\%)$ близка к нулю, а следовательно k -factor ≈ 1 .

Соответственно, для расчета высоты основной антенны по методике НИИР следует ввести одинаковые значения в поля Standard k -factor и Extreme k -factor = 1 и часть первой зоны Френеля=0.58, как показано на рисунке ниже. После выбора необходимых параметров нажмите "Оптимизировать" и расчетное значение высоты появится в поле слева. Нажмите "Применить", чтобы заменить высоту антенны полученным расчетным значением.

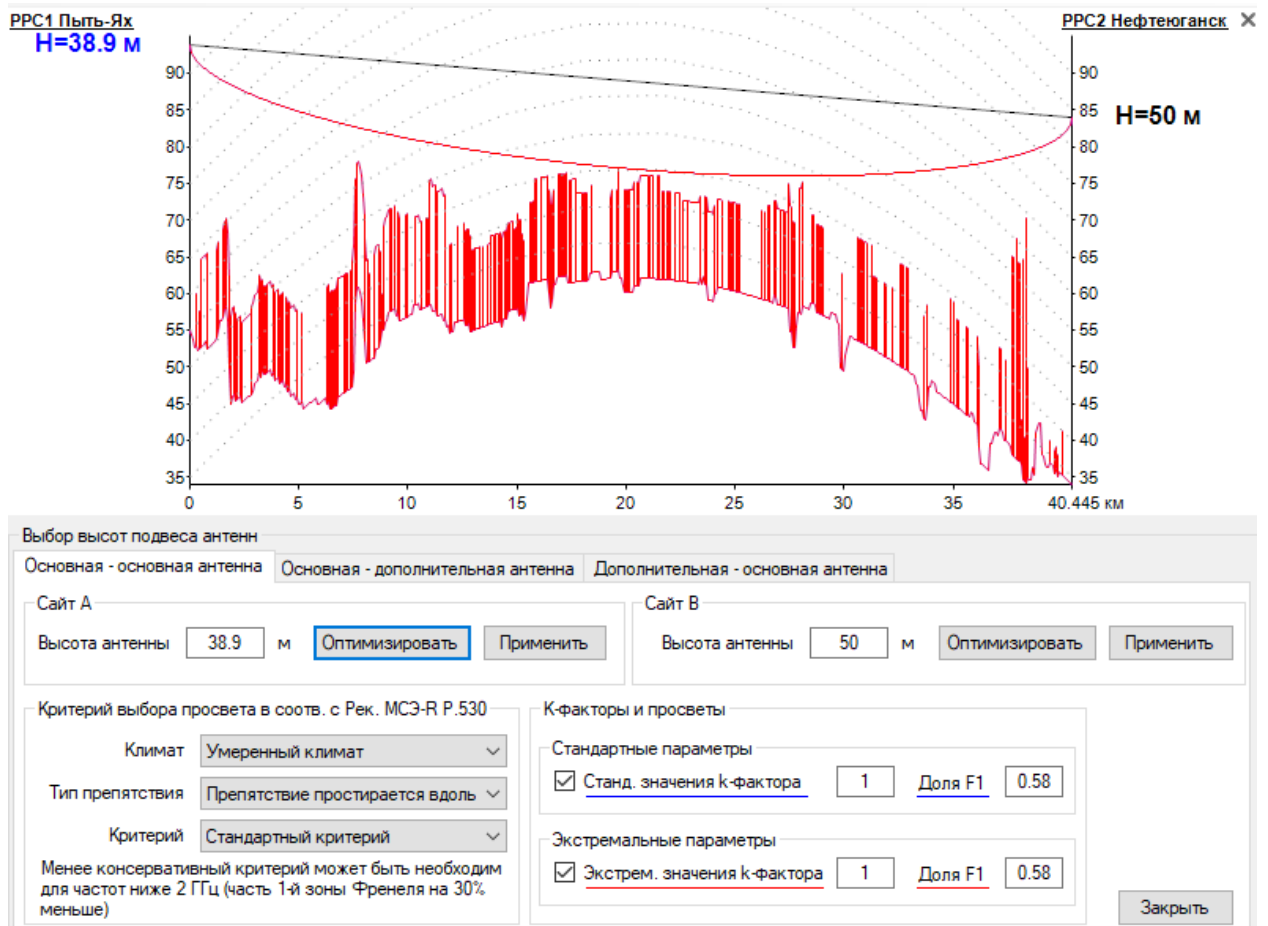


Рисунок 16. Расчет высоты основной антенны по НИИР

Для дополнительной антенны

При пространственно-разнесенном приеме минимальные высоты дополнительных антенн справа и слева вычисляются во вкладках "Основная-дополнительная антенна" и "Дополнительная-основная антенна" соответственно.

Минимальный просвет должен соответствовать полю свободного пространства Но равному 58% первой зоны Френеля при средней рефракции $g=g_{\text{ср}}$. Соответственно, для расчета высоты дополнительной антенны по методике НИИР следует ввести k-factor = 1.33 и часть первой зоны Френеля=0.58, как показано на рисунке ниже. После выбора необходимых параметров нажмите "Оптимизировать" и расчетное значение высоты появится в поле слева. Нажмите "Применить", чтобы заменить высоту антенны полученным расчетным значением.

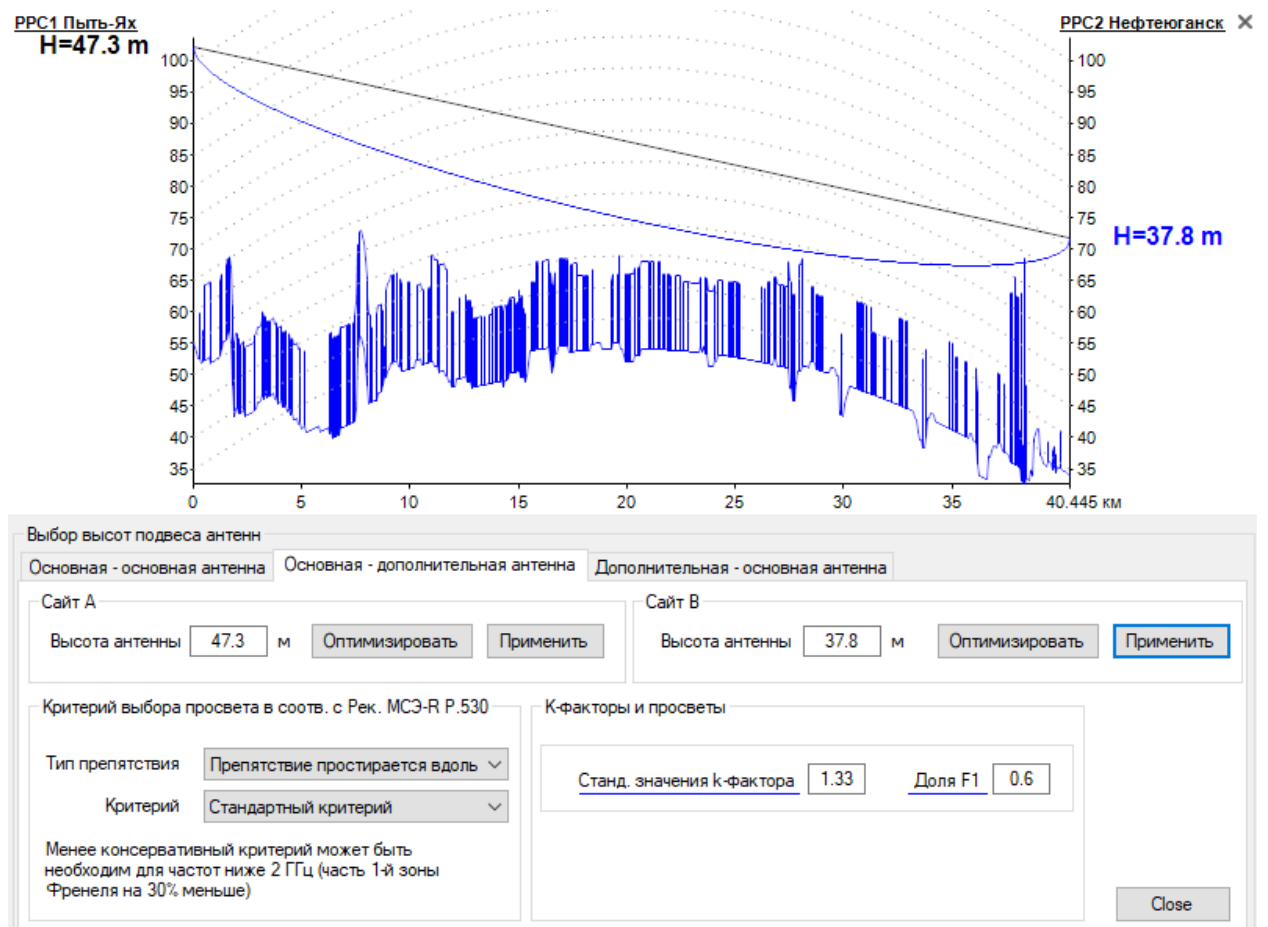



Рисунок 17. Расчет высоты дополнительной антенны по НИИР

Анализ зеркальных отражений

Данный тип анализа позволяет пользователю определить возможные точки зеркального отражения от земной поверхности на интервале и оценить эффективность различных методов уменьшения влияния отражений.

Чтобы открыть панель Анализ отражений для текущего интервала нажмите на кнопку  в верхней панели инструментов.

к-фактор	К-фактор, при котором выполняется поиск точек отражения. Рекомендуется определять точки отражения при больших значениях К-фактора, например, при К-фактор = 10.
Поляризация	Vertical - Вертикальная Horizontal - Горизонтальная Для уменьшения влияния отражений рекомендуется использовать вертикальную поляризацию
Тип отражающей поверхности	Sea water - море Fresh water – пресный водоем Wet ground – влажная поверхность (например, болотистая местность) Very dry ground – сухая поверхность Ice - лед Каждый тип поверхности имеет свою относительную диэлектрическую постоянную и электрическую проводимость.
Относительная диэлектрическая постоянная	Относительная диэлектрическая постоянная, безразмерная величина, автоматически определяемая по указанному выше типу поверхности. Может меняться пользователем.
Электрическая проводимость	Электрическая проводимость [ohm-1 m-1]. Автоматически определяется по указанному выше типу поверхности. Может меняться пользователем.
Учитывать экранирование падающего и отраженного лучей	Учет экранирования препятствиями (имеется в виду лес и застройка) падающих и отраженных лучей.

На профиле интервала будут показаны все возможные точки отражения для конфигураций без разнесенного приема (тракт основная – основная антенна) и с пространственно - разнесенным приемом (тракты основная – дополнительная и дополнительная – основная антенны). В соответствующих таблицах будет указаны расстояния до точек отражения и просвет в каждой из них). В нижней части окна показывается график зависимости мощности на приеме от К-фактора для выбранной точки отражения. Если точек отражения для одного тракта несколько, то та точка, для которой будет построен график выбирается при помощи клика мыши в таблице.

В дополнение к графику зависимости мощности на приеме от К-фактора можно также отобразить график зависимости задержки отраженного сигнала от К-фактора. На этом графике отображается относительная задержка сигнала в наносекундах между прямым и отраженным сигналом для каждого из трактов. Задержка отраженного сигнала, превышающая 10-20 наносекунд, может привести к ухудшению качественных показателей в системах с высокой пропускной способностью.

Если на интервале нет точки поверхностного отражения, то такой интервал называется “пересеченным”, в противном случае он – “слабопересеченный” и, согласно методики НИИР, данный интервал классифицируется как интервал с отражением и расчет качественных показателей в дальнейшем производится с учетом этой классификации.

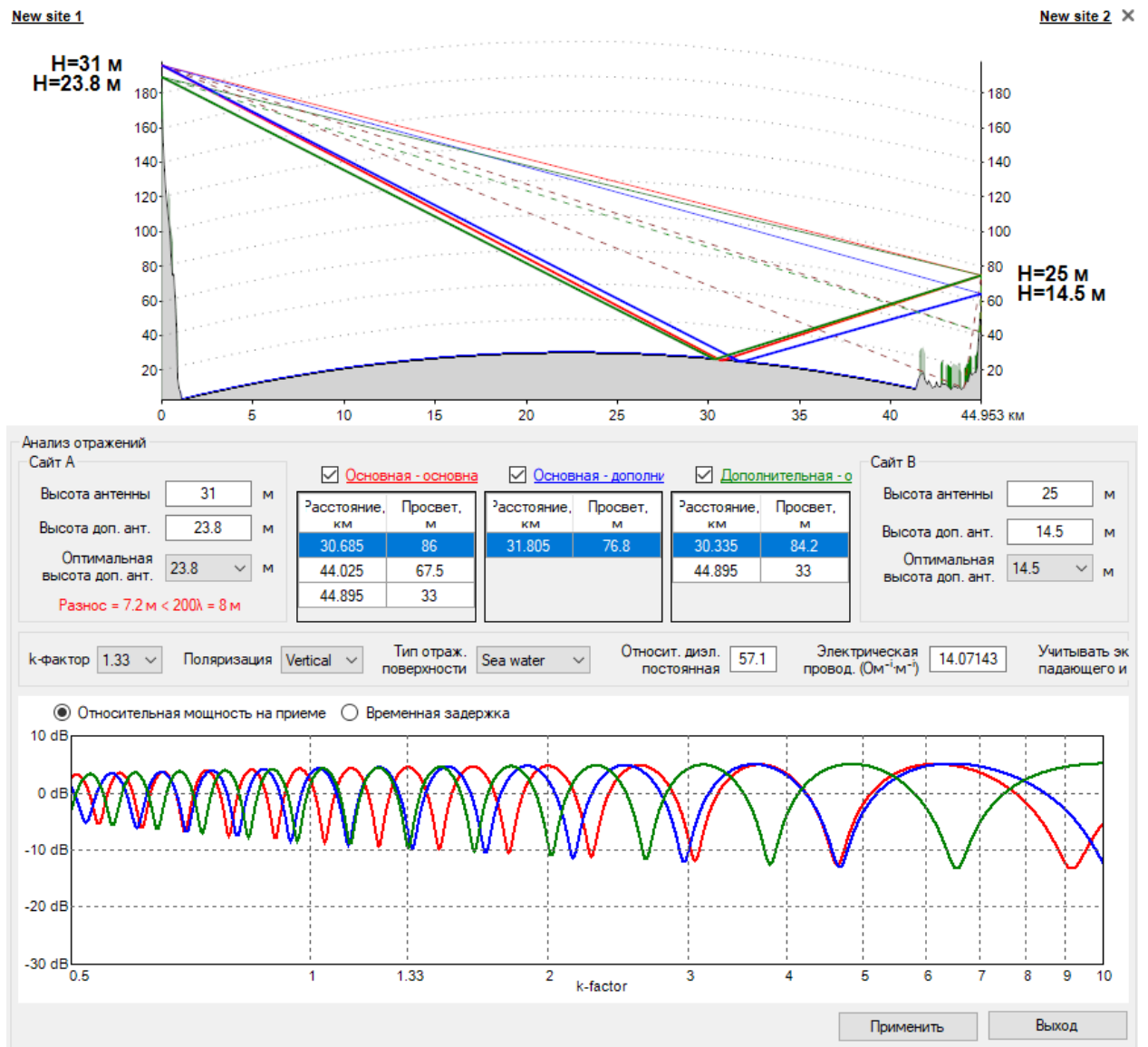


Рисунок 18. Анализ отражений

Уменьшение влияния зеркального отражения для интервалов без пространственно-разнесенного приема

Для систем без пространственно-разнесенного приема при помощи программы DRRL можно оценить следующие методы уменьшения влияния зеркального отражения на интервале:

- Увеличение наклона траектории основного тракта;
- Экранирование точки отражения;
- Перемещение точки отражения на менее отражающую поверхность;
- Уменьшение просвета в критической точке на профиле интервала;
- Выбор вертикальной поляризации.

В большинстве случаев эти методы (за исключением последнего) сводятся к выбору высоты антенны справа или слева.

Уменьшение влияния зеркального отражения для интервалов с пространственно-разнесенным приемом

Наиболее результативным способом устранения эффекта зеркального отражения является применение на интервале пространственно-разнесенного приема. DRRL позволяет определить оптимальный вертикальный разнос основной и дополнительной приемных антенн, при котором выполняется условие – уровень на одной из антенн находится в минимуме, а на другой - в максимуме.

В раскрывающихся списках под соответствующими антеннами отображается ряд рекомендуемых высот дополнительных антенн, определенных, исходя из выше озвученного условия во всем диапазоне изменения К-фактора.

Для повышения эффективности пространственно-разнесенного приема при наличии зеркального отражения выполните следующие шаги:

1. Выберите конфигурацию SD (ППП) для сайтов А и В
2. При помощи мыши укажите точку отражения для каждого из трактов
3. Выберите одну из оптимальных высот дополнительных антенн из предлагаемого ряда для каждой из сторон.

На графике отобразится относительный уровень мощности на приеме для каждого из трактов, при этом графики для основного и дополнительного трактов будут находиться в противофазе. Изменяя высоты антенн, можно наблюдать сдвиг графиков мощности друг относительно друга.

Если вертикальный разнос между антеннами при пространственно-разнесенном приеме меньше чем 200 длин волн, то появится соответствующее предупреждение. При разноре меньше чем 200 длин волн эффективность пространственно-разнесенного приема с точки зрения уменьшения эффекта многолучевого распространения радиоволн начинает снижаться (имеется в виду не только зеркальное отражение от земной поверхности, но и отражения от различных слоев атмосферы).

Анализ дифракционных потерь


Анализ дифракционных потерь позволяет пользователю оценить возможные дифракционный потери на интервале. Строго говоря, дифракционные потери на интервале следует избегать, особенно в высокочастотных диапазонах - там, где точность построения профиля интервала сравнима с величиной первой зоны Френеля.

Однако, в сравнительно низкочастотных диапазонах (до 2-5ГГц) иногда сложно выполнить условия прямой видимости согласно Рек. МСЭ-R P.530-17, в связи с этим приходится мириться с частичным закрытием первой зоны Френеля на интервале. Однако возникающие при этом дифракционные потери следует корректно оценить и учесть в результате расчета качественных показателей.

DRRL 8.0 можно выбрать следующие методы расчета дифракционных потерь:

- в соответствии с "Методикой НИИР";
- по Рек. МСЭ-R P.526-15 метод Буллингтона (Bullington), а также метод изолированных цилиндров;
- метод Дегу (Deygout) по Рек. МСЭ-R P.526-11;
- метод Эпштейна-Петерсона (Epstein-Peterson)

Выбор метода расчета дифракционных потерь выполняется в меню **Модель распространения радиоволн**.

Чтобы приступить к анализу дифракционных потерь на интервале – выберите нужный интервал и нажмите на кнопку  в верхней панели инструментов.

Введите высоты антенн, а также К-фактор (для метода НИИР К-фактор указывать не нужно), для которого необходимо выполнить расчет (после ввода нажмите Enter), после чего в информационном окне появятся результат расчета дифракционных потерь на интервале и промежуточные параметры в соответствии с выбранной методом расчета. Для того, чтобы учесть полученные результаты, нажмите кнопку **Применить**. После этого высоты антенн на интервале изменятся в соответствии с введенными значениями, а при расчете качественных показателей будут учтены полученные дифракционные потери.

Дифракционные потери вычисляются для тракта основная-основная антенна. При необходимости оценить дифракционные потери для других трактов при пространственно-разнесенном приеме (основная – дополнительная, дополнительная-основная) следует указать соответствующие высоты антенн.

Анализ дифракционных потерь по методике НИИР

На полуоткрытых и закрытых интервалах РРЛ множитель ослабления в методике НИИР определяется по дифракционным формулам с учетом аппроксимации реального препятствия сферической поверхностью. Параметры аппроксимации - высоту и хорду аппроксимирующей сферы программа определяет по продольному профилю интервала автоматически.

В ряде случаев, на реальных продольных профилях из-за сильного отличия формы препятствия от сферического можно задать вручную интервал для поиска хорды аппроксимирующей сферы, что позволит более корректно аппроксимировать препятствие на интервале.

Интервал для поиска хорды аппроксимирующей сферы задается правой кнопкой мыши на продольном профиле радиолинии в появляющемся контекстном меню путем указания начало и конца участка поиска. На продольном профиле участок обозначается красной линией. По умолчанию поиск хорды происходит вдоль всего продольного профиля. В появляющемся меню также можно “сбросить” указание интервала поиска хорды.

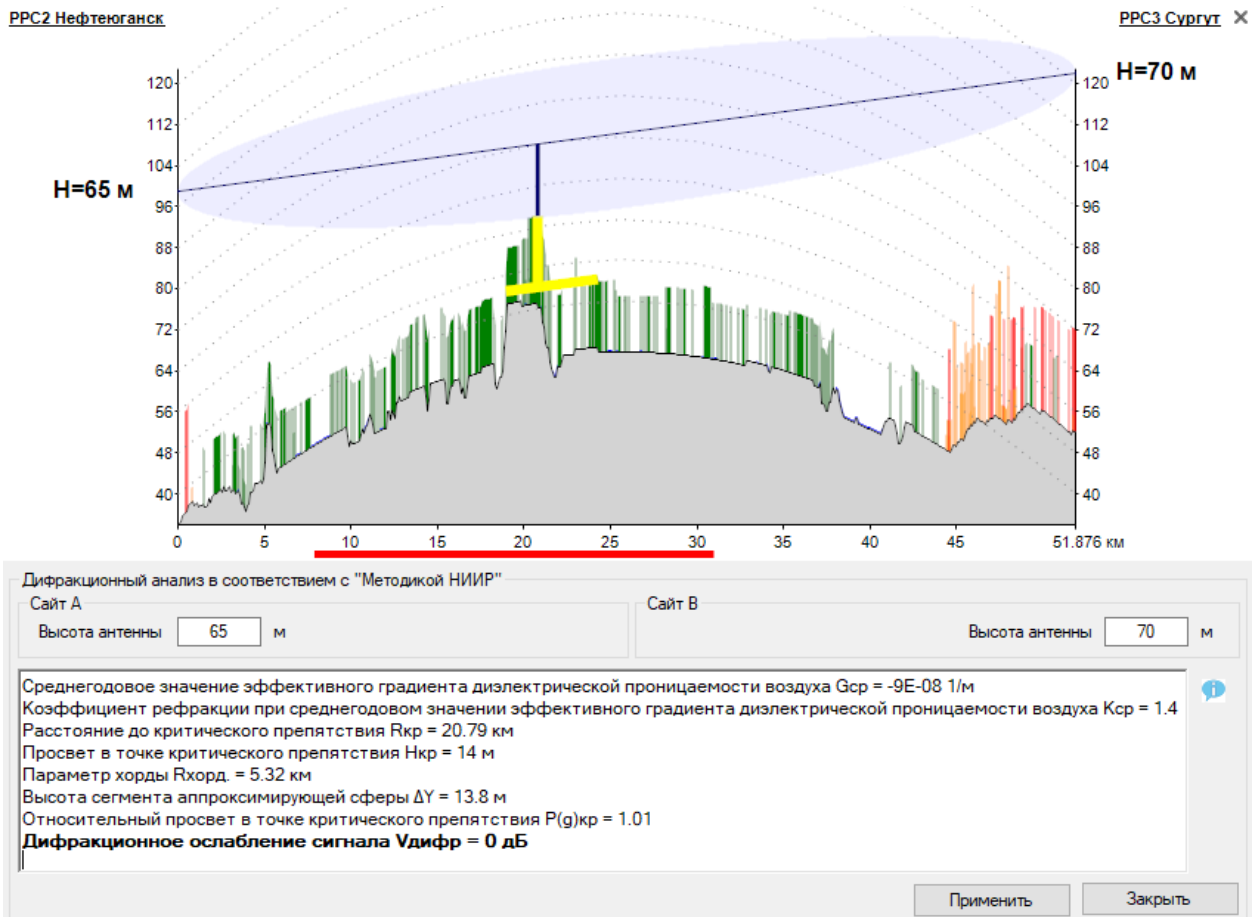


Рисунок 19. Анализ дифракционных потерь по методике НИИР

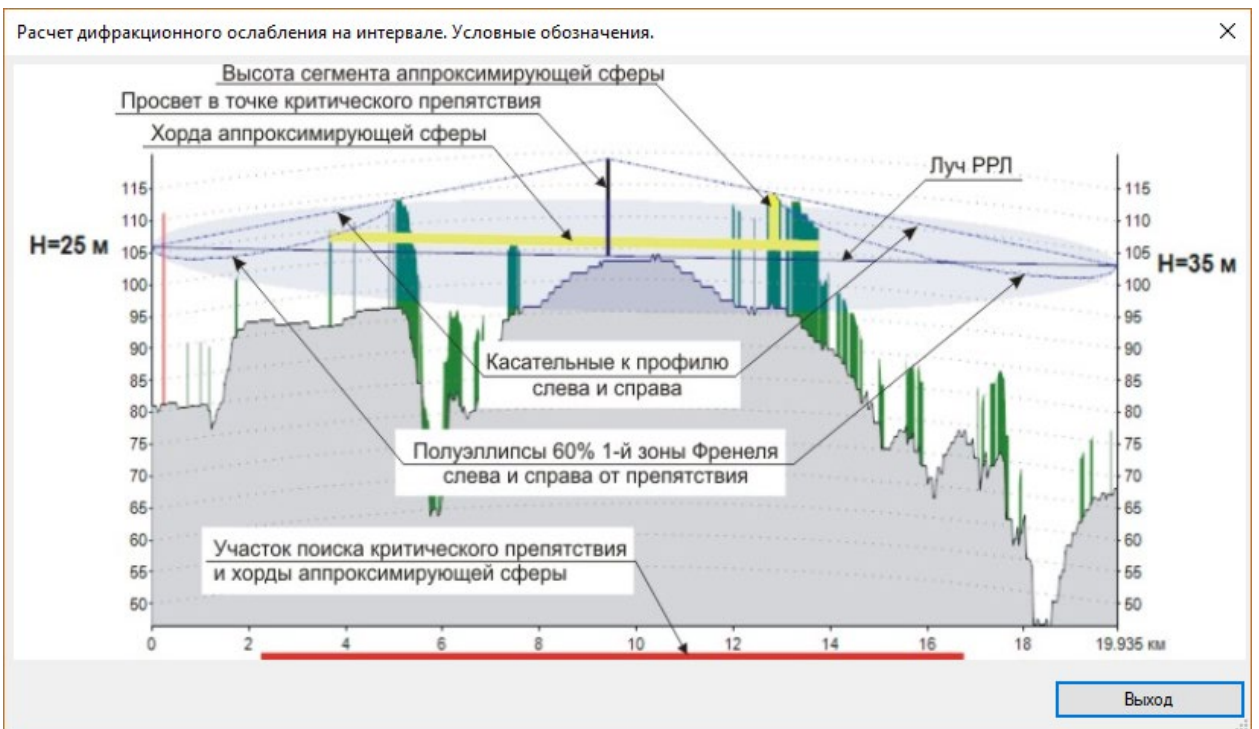


Рисунок 20. Условные обозначения

Анализ дифракционных потерь по Рек. МСЭ-R P.526-15

Параметры дифракционного анализа	
к-фактор	к-фактор для дифракционного анализа, позволяет перестроить продольный профиль для различных k
Величина K для 99.9% (k_e)	Значение K-фактора превышаемого в течении 99.9% времени наихудшего месяца для рассматриваемого интервала для континентального умеренного климата в соответствии с графиком на рис. 2 Рек. МСЭ-R P.530-17.
Учитывать лес в соотв. с Рек. МСЭ-R P.833-9	В этом случае участки леса на продольном профиле исключаются из расчета дифракции и потери на этих участках рассчитываются в соответствии с Рек. МСЭ-R P.833-9 "Ослабление сигналов растительностью".



Рисунок 21. Анализ дифракционных потерь на интервале по Полному методу Буллингтона по Рек. МСЭ-R P.526-15

Параметры для Полного метода Буллингтона по Рек. МСЭ-R P.526-15	
Точка Буллингтона	Местоположение точки Буллингтона
Lsc, дБ	Потери, вызванные клиновидным препятствием для точки Буллингтона, дБ
Lb, дБ	Буллингтоновы потери за счет дифракции, дБ
Lba, дБ	Потери за счет дифракции для фактической трассы трассы, дБ

Lbs, дБ	Буллингтоновы потери за счет дифракции для гладкой трассы, дБ
Lsph, дБ	Потери из-за дифракции над сферической поверхностью Земли, дБ
L, дБ	Потери за счет дифракции для общей трассы (суммарные потери за счет дифракции), дБ

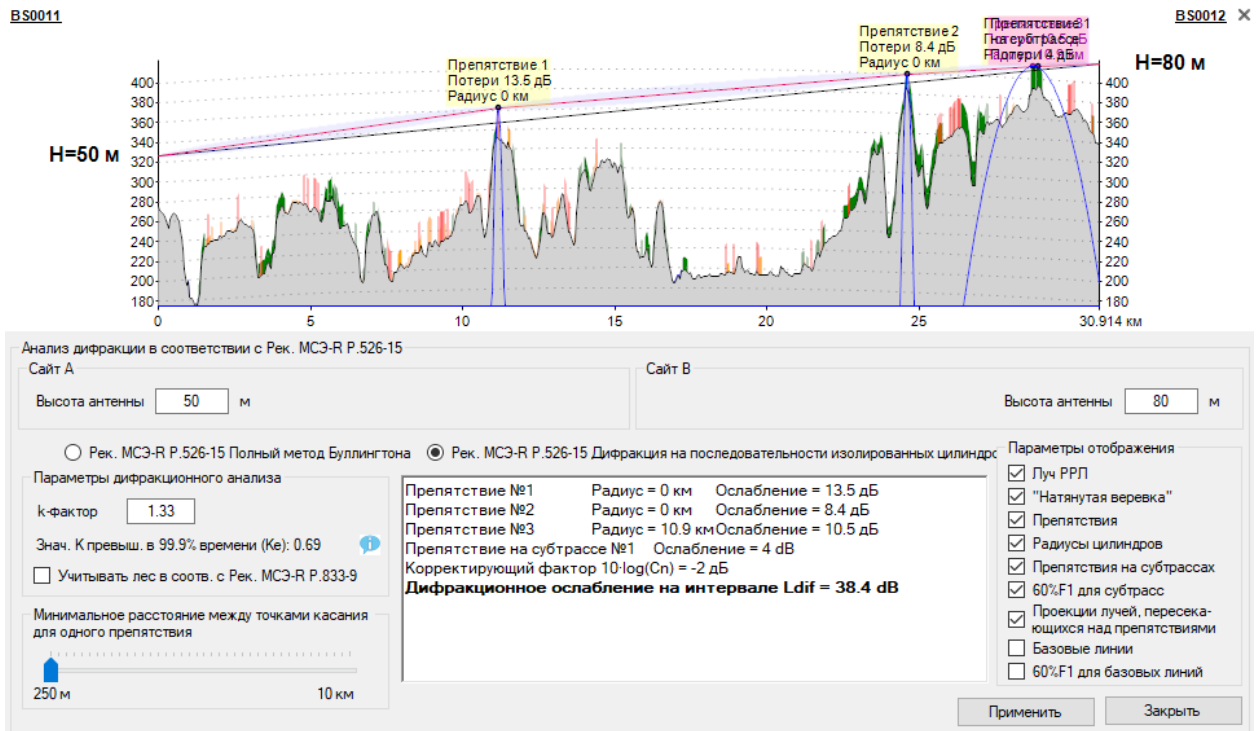


Рисунок 22. Анализ дифракционных потерь по методу изолированных цилиндров по Рек. МСЭ-R P.526-15

Параметры отображения для метода изолированных цилиндров по Рек. МСЭ-R P.526-15	
Луч РРЛ	Показать линию луча между антеннами
"Натянутая веревка"	Показать линию "натянутой веревки"
Препятствия	Показать номера препятствий. Номера препятствий показываются на желтом фоне.
Радиусы цилиндров	Показать аппроксимирующие радиусы препятствий
Препятствия на субтрассах	Показать номера препятствий на субтрассах. Номера препятствий на субтрассах показываются на синем фоне.
60%F1 для субтрасс	Показать 60 % первой зоны Френеля для субтрасс.
Проекция лучей, пересекающихся над препятствиями	Показать проекции лучей, пересекающихся над препятствиями.
Базовые линии	Показать базовые линии
60%F1 для базовых линий	Показать 60%F1 для базовых линий
Минимальное расстояние между точками касания для одного препятствия	Параметр, который можно устанавливать в пределах 250м – 10 км для более точной аппроксимации препятствий
Параметры для метода изолированных цилиндров по Рек. МСЭ-R P.526-15	
Препятствие №	Номер препятствия
Препятствие на субтрассе №	Номер препятствия на субтрассе

Корректирующий коэффициент C_n	Корректирующий коэффициент C_n в соответствии с Рек. МСЭ-R P.526-15
Расстояние, км	Расстояние до препятствия (км)
Просвет, м	Просвет на препятствии (м)
v	Безразмерный параметр в соответствии с Рек. МСЭ-R P.526-15
Радиус, км	Аппроксимирующий радиус препятствия, км
Ослабление, дБ	Дифракционное ослабление на препятствии (дБ)
Дифракционное ослабление на интервале L_{dif} , дБ	Суммарные дифракционные потери на интервале (дБ)

Анализ дифракционных потерь по методу Дегу (Deygout) по Рек. МСЭ-R P.526-11



Рисунок 23. Анализ дифракционных потерь по методу Дегу по Рек. МСЭ-R P.526-11

Параметры для метода Дегу по Рек. МСЭ-R P.526-11	
D_p , км	Расстояние до главного клиновидного препятствия, км
D_t , км	Расстояние до клиновидного препятствия со стороны передатчика, км
D_r , км	Расстояние до клиновидного препятствия со стороны приемника, км
$J(V_p)$, дБ	Потери на главном клиновидном препятствии, дБ
$J(V_t)$, дБ	Потери на клиновидном препятствии со стороны передатчика, дБ

J(Vr), dB	Потери на клиновидном препятствии со стороны приемника, дБ
C, dB	Эмпирический коэффициент, дБ
Дифракционные потери на общей трассе L, dB	Суммарные потери за счет дифракции, дБ

Анализ дифракционных потерь по методу Эпштейна-Петерсона (Epstein-Peterson)



Рисунок 24. Анализ дифракционных потерь по методу Эпштейна-Петерсона

Параметры для метода Эпштейна-Петерсона	
Препятствие №	Номер клиновидного препятствия
Расстояние, km	Расстояние до соответствующего клиновидного препятствия, км
V	Параметр дифракции на соответствующем клиновидном препятствии
Потери, дБ	Потери на соответствующем клиновидном препятствии, дБ
Дифракционные потери на общей трассе Ldif, дБ	Суммарные потери за счет дифракции, дБ

Планирование сетей радиодоступа (Point-to-Multipoint)

При работе с сетями Point-to-Multipoint для пользователя доступны:

1. Оценочный расчет зон радиопокрытия для базовых станций PtMP;
2. Детальный расчет качественных показателей для каждого из интервалов сектор БС – Абонентская станция (АС)

Для оценочного расчета зон радиопокрытия достаточно указать местоположение, параметры базовой станции (станций) и параметры “типовой” абонентской станции. Для выполнения детального расчета качественных показателей (см. раздел **Расчет качественных показателей для сетей радиодоступа**) необходимо указать месторасположение каждой из абонентских станций, указать к какой базовой станции она относится, а также указать все необходимые параметры каждой из абонентских станций.

Базовые станции PtMP

Базовые станции PtMP создаются на основе предварительно созданных сайтов (см. раздел **Сайты**).

Для того, чтобы начать работу откройте пункт **Point-to-Multipoint** основного меню.

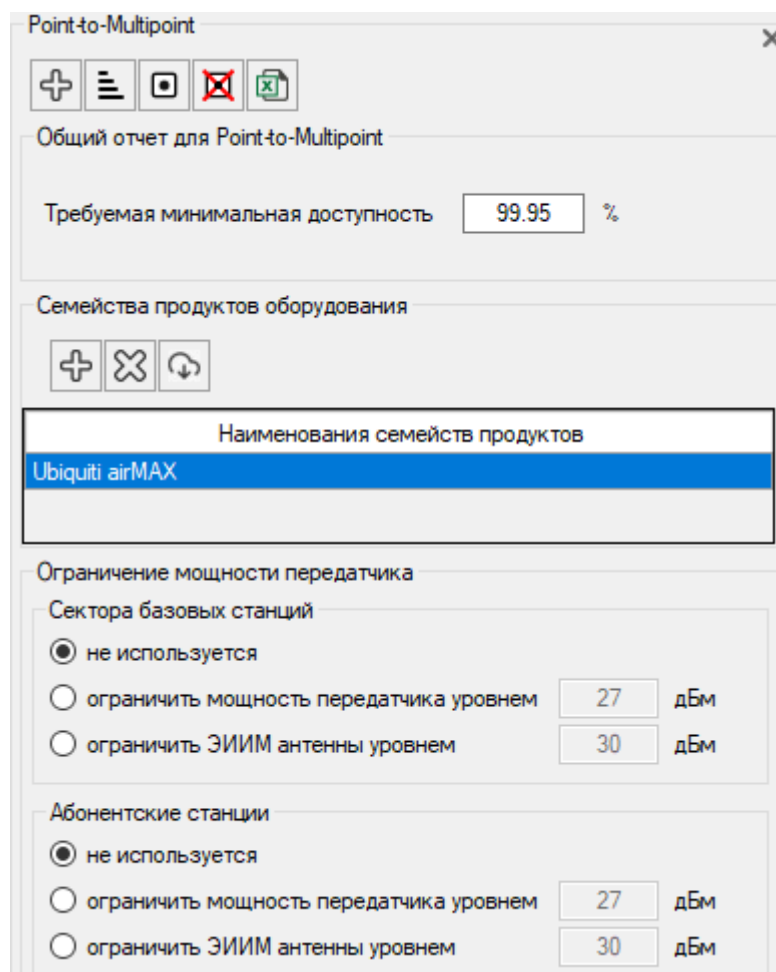








Рисунок 25. Параметры сети PtMP


В первую очередь к проекту необходимо подключить файл с техническими характеристиками семейства оборудования, которое предполагается использовать в проекте. Для этого в меню **Point-to-Multipoint – Семейство продуктов** нажмите на кнопку  и выберите соответствующее

семейство или несколько семейств. Указанные файлы с данными из технических спецификаций оборудования должны быть предварительно созданы в специализированном **Редакторе спецификаций оборудования** (см. раздел **Редактор спецификаций оборудования**). Программа поставляется с набором файлов спецификаций на большую часть современного оборудования PtMP.

Панель инструментов для сети PtMP:

-  - создать новую БС PtMP
-  - сортировать список БС в алфавитном порядке
-  - выбрать/снять выбор для всех секторов
-  - удалить все выбранные сектора, если у БС выбраны все сектора, то эта БС также будет удалена
-  - создать общий отчет по всем интервалам PtMP в формате MS Excel

Ограничение мощности передатчиков для всей сети PtMP	
Сектора базовых станций	
не используется	Ограничение мощности не применяется
ограничить мощность передатчика уровнем, дБм	Установить указанную максимальную мощность передатчиков для всех БС в проекте, дБм Для расчетов будет выбираться самое жесткое ограничение из двух – из того, которое введено в этом меню и того ограничения мощности, которое введено в параметрах конкретного сектора БС
ограничить ЭИИМ антенны уровнем, дБм	Установить указанную максимальную ЭИИМ для всех БС в проекте, дБм Для расчетов будет выбираться самое жесткое ограничение из двух – из того, которое введено в этом меню и того ограничения ЭИИМ, которое введено в параметрах конкретного сектора БС
Абонентские станции	
не используется	Ограничение мощности не применяется
ограничить мощность передатчика уровнем, дБм	Установить указанную максимальную мощность передатчиков для всех АС в проекте, дБм Для расчетов будет выбираться самое жесткое ограничение из двух – из того, которое введено в этом меню и того ограничения мощности, которое введено в параметрах конкретной АС.
ограничить ЭИИМ антенны уровнем, дБм	Установить указанную максимальную ЭИИМ для всех БС в проекте, дБм Для расчетов будет выбираться самое жесткое ограничение из двух – из того, которое введено в этом меню и того ограничения ЭИИМ, которое введено в параметрах конкретной АС.

Чтобы создать новую базовую станцию PtMP, нажмите на кнопку  в верхней части открытой панели меню **Point-to-Multipoint**, после чего программа предложит вам выбрать сайт, где будет расположена новая БС, (см. раздел Сайты), затем поместит эту БС в дерево **Point-to-Multipoint**, создаст первый сектор указанной БС и откроет параметры этого сектора. На одной БС можно создать несколько секторов. После привязки к сайту на карте появится изображения сектора базовой станции, направление сектора будет соответствовать направлению антенны, а ширина сектора – ширине диаграммы направленности антенны по уровню 3 дБ.

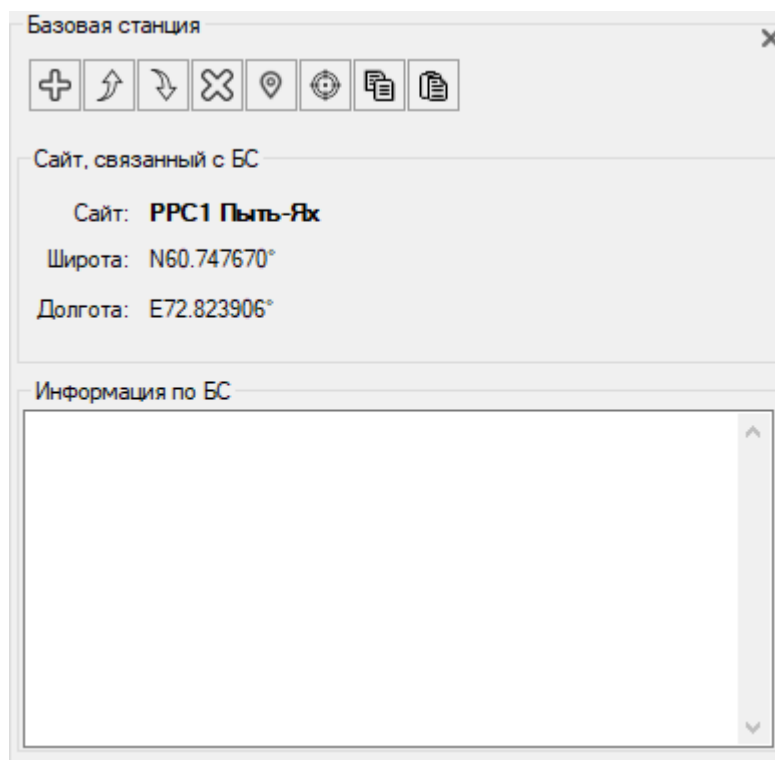










Рисунок 26. Параметры базовой станции PtMP

Панель инструментов для БС PtMP:

-  - создать новую БС с такими же параметрами
-  - переместить БС вверх по списку
-  - переместить БС вниз по списку
-  - удалить эту БС
-  - сменить сайт для этой БС
-  - показать БС в центре экрана
-  - копировать параметры БС буфер обмена
-  - вставить параметры БС из буфера обмена

Сектор

Радиооборудование

Семейство Ubiquiti airMAX

Продукт LAP-120

Полоса 20 МГц Частота 5250 МГц

Family info: Frequency range: 5150-5850 MHz
2412 - 2472 MHz

Product info: Frequency range: 5150-5850 MHz

	Модуляция и кодирование	Скорость, Мбит/с	Мощность Tx, дБм	Чувствит. Rx, дБм
<input checked="" type="checkbox"/>	1x BPSK (1/2)	9.1	25	-93
<input checked="" type="checkbox"/>	2x QPSK (1/2)	18.2	25	-92
<input checked="" type="checkbox"/>	2x QPSK (3/4)	27.3	25	-89
<input checked="" type="checkbox"/>	4x 16QAM (1/2)	36.4	25	-87
<input checked="" type="checkbox"/>	4x 16QAM (3/4)	54.6	25	-83
<input checked="" type="checkbox"/>	6x 64QAM (2/3)	72.8	25	-80
<input checked="" type="checkbox"/>	6x 64QAM (3/4)	81.9	24	-74
<input checked="" type="checkbox"/>	6x 64QAM (5/6)	91	23	-71
<input checked="" type="checkbox"/>	8x 256QAM (3/4)	109.2	21	-66
<input checked="" type="checkbox"/>	8x 256QAM (5/6)	121.1	21	-62

Азимут антенны 45 град.

Потери в фидере 0 дБ

Наклон антенны -3 град.

Высота антенны 50 м

Усил. антенны 16 дБи

Тип антенны Integrated

Ограничение мощности передатчика

не используется

ограничить мощность передатчика уровнем 27 дБм

ограничить ЭИИМ антенны уровнем 30 дБм

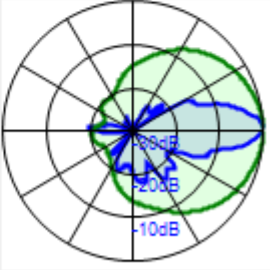















Рисунок 27. Параметры сектора базовой станции

Панель инструментов для сектора базовой станции PtMP:



- создать новый сектор этой БС с такими же параметрами оборудования

-  - переместить сектор БС вверх по списку
-  - переместить сектор БС вниз по списку
-  - удалить этот сектор БС
-  - выбрать/снять выбор со всех видов модуляции в параметрах оборудования
-  - групповое изменение параметров активных секторов БС на основе параметров текущего сектора
-  - показать БС в центре экрана
-  - создать новую абонентскую станцию с привязкой к этому сектору
-  - сортировать список абонентских станций в секторе в алфавитном порядке
-  - построить продольные профили до всех абонентских станций, привязанных к этому сектору БС
-  - вывести **Общий отчет по базовой станции**, который представляет собой перечень всех абонентских станций, подключенных к данной базовой станции с указанием максимально возможного уровня модуляции, и соответственно, максимальной скорости передачи для заданной годовой доступности.
-  - вывести отчет о продукте для выбранной полосы пропускания в виде стандартной спецификации, которую можно сохранить в формате PDF, Word, или Excel.
-  - копировать параметры сектора БС буфер обмена
-  - вставить параметры сектора БС из буфера обмена

В раскрывающихся списках последовательно выберите семейство продуктов из подключенных ранее к проекту, затем выберите модель оборудования (продукт) и ширину канала. Ниже появится общая информация о выбранном оборудовании, его фотография, каналные скорости и основные энергетические параметры для каждого типа модуляции, поддерживаемого оборудованием.


Частота, МГц	Частота сектора БС, МГц.
Азимут антенны, градусы	Азимут направления антенны, градусы
Потери в фидере, дБ	Потери в фидерном тракте, дБ.
Наклон антенны, градусы	Наклон антенны в градусах. Отрицательная величина – наклон вниз. Положительная величина – отклонение вверх.
Высота антенны, м	Высота центра излучения антенны относительно уровня земли, м
Усиление антенны, дБи	Коэффициент усиления антенны, дБи
Тип антенны	Наименование антенны, текстовое поле. Автоматически заполняется названием файла диаграммы направленности антенны при выборе диаграммы направленности.

Ограничение мощности передатчика

не используется	Ограничение мощности не применяется
ограничить мощность передатчика уровнем, дБм	Установить указанную максимальную мощность передатчика для этого сектора БС, дБм Для расчетов будет выбираться самое жесткое ограничение из двух – из того, которое введено в этом меню и того ограничения мощности, которое введено для всех секторов в меню Point-to-Multipoint
ограничить ЭИИМ антенны уровнем, дБм	Установить указанную максимальную ЭИИМ для этого сектора БС, дБм Для расчетов будет выбираться самое жесткое ограничение из двух – из того, которое введено в этом меню и того ограничения ЭИИМ, которое введено для всех секторов в меню Point-to-Multipoint

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 тех параметров, которые требуется поменять в выбранных секторах, и нажать на кнопку ОК.

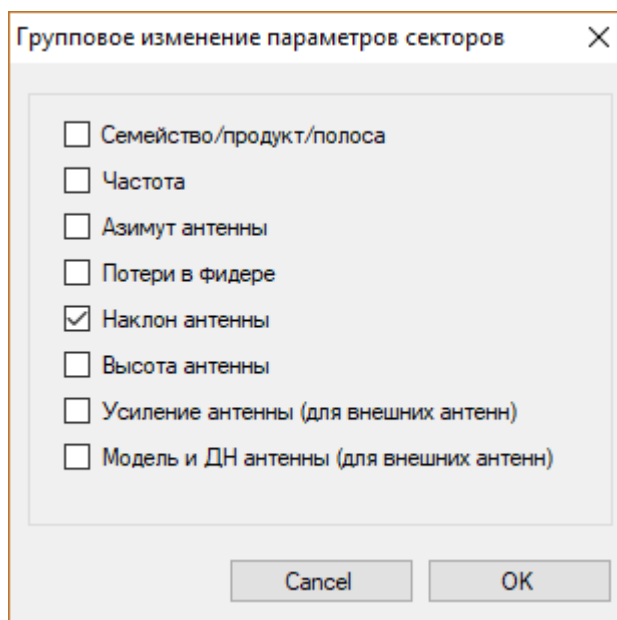


Рисунок 28. Групповое изменение параметров активных секторов БС

Расчет радиопокрытия для базовых станций PtMP

Расчет радиопокрытия позволяет приблизительно определить области, в которых могут быть размещены абонентские станции и примерно оценить достижимую скорость передачи при размещении АС в этих областях. Для того, чтобы убедиться в правильности принятия решения о размещении абонентской станции в конкретном месте, а также определить точную высоту и тип антенны абонентской станции для требуемой скорости передачи, необходимо выполнить детальный расчет интервала (см. Раздел **Расчет качественных показателей для сетей радиодоступа**).

Расчет радиопокрытия производится для следующих условий:

1. Расчет выполняется только для тех БС, статус которых указан как активный.
2. В качестве параметров базовых станций учитываются параметры, введенные для каждой из базовых станций.
3. В качестве параметров абонентской станции при расчетах используется параметры "Типовой АС", параметры которой указываются в меню **Параметры расчета радиопокрытия**.
4. При расчете радиопокрытия для базовых станций PtMP учитывается только рельеф местности (матрица высот), потери сигнала из-за растительности и застройки не учитываются.

Перед тем, как выполнить расчет зон радиопокрытия, следует указать параметры базовых станций (см. раздел **Базовые станции PtMP**).

Настройка параметров расчета радиопокрытия осуществляется в меню **Параметры расчета радиопокрытия**.

Тип и параметры расчета ЗРП

Тип расчета
Received Power at subscriber stations

Параметры БС

Мощность перед. дБм

Использовать мощность сектора

Радиус расчета км

Параметры типовой АС

Высота антенны м

Усиление антенны дБи

Потери в фидере дБ

Дополнит. запас дБ

Низкое разреш. Высокое разр.

8 Количество уровней

Цвет	Уровень	Описание
	> -62 дБм	8x 256QAM (5/6) (121.1 Mbit/s)
	-66 до -62 дБм	8x 256QAM (3/4) (109.2 Mbit/s)
	-71 до -66 дБм	6x 64QAM (5/6) (91 Mbit/s)
	-74 до -71 дБм	6x 64QAM (3/4) (81.9 Mbit/s)
	-80 до -74 дБм	6x 64QAM (2/3) (72.8 Mbit/s)
	-83 до -80 дБм	4x 16QAM (3/4) (54.6 Mbit/s)
	-87 до -83 дБм	4x 16QAM (1/2) (36.4 Mbit/s)
	-89 до -87 дБм	2x QPSK (3/4) (27.3 Mbit/s)

Рисунок 29. Параметры для расчета “Мощность на входе приемника АС”


Параметры расчета радиопокрытия	
Тип расчета	- Мощность на входе приемника АС - Best Server - C/(I+N) на входе приемника АС
Параметры БС	
Мощность передатчика, дБм	Использовать одно указанное значение мощности для всех базовых станций
Использовать мощность сектора БС	В расчетах будет использоваться мощность, заданная для каждого сектора БС в параметрах соответствующего сектора.
Радиус расчета, км	Максимальный радиус расчета в направлении от БС, км
Параметры типовой АС	
Высота антенны, м	Высота антенны над уровнем земли, м.
Усиление антенны, дБи	Коэффициент усиления антенны, дБи
Потери в фидере, дБ	Потери в фидере, дБ
Дополнительный запас, дБ	Дополнительный запас, который следует учесть при расчете, дБ.


Низкое разрешение	Расчет с низким разрешением (меньше времени вычисления)
Высокое разрешение	Расчет с высоким разрешением (больше времени вычисления)

Мощность на входе приемника АС

Отображение цветом на базовой карте областей, где на приемнике абонентской станции присутствует соответствующий диапазон уровня мощности сигнала.

Количество уровней	Количество уровней принимаемой мощности сигнала (от 1 до 8)
Цвет	Цвет уровня принимаемой мощности сигнала
Уровень, дБ*	Уровень принимаемой мощности, дБ
Описание*	Текстовое поле как описание для каждого из уровней сигнала, например, 256-QAM 5/6 400 Mbit/s

*Для автоматического заполнения этих полей параметрами из характеристик абонентской станции, зайдите в панель характеристик соответствующей абонентской станции и нажмите на кнопку . При этом в поля **Уровни** копируется информация о пороговых значениях, а в поля **Описание** – информация о выбранных режимах модуляции.

Чтобы выполнить расчет радиопокрытия, нажмите кнопку  **Расчет зон радиопокрытия**.

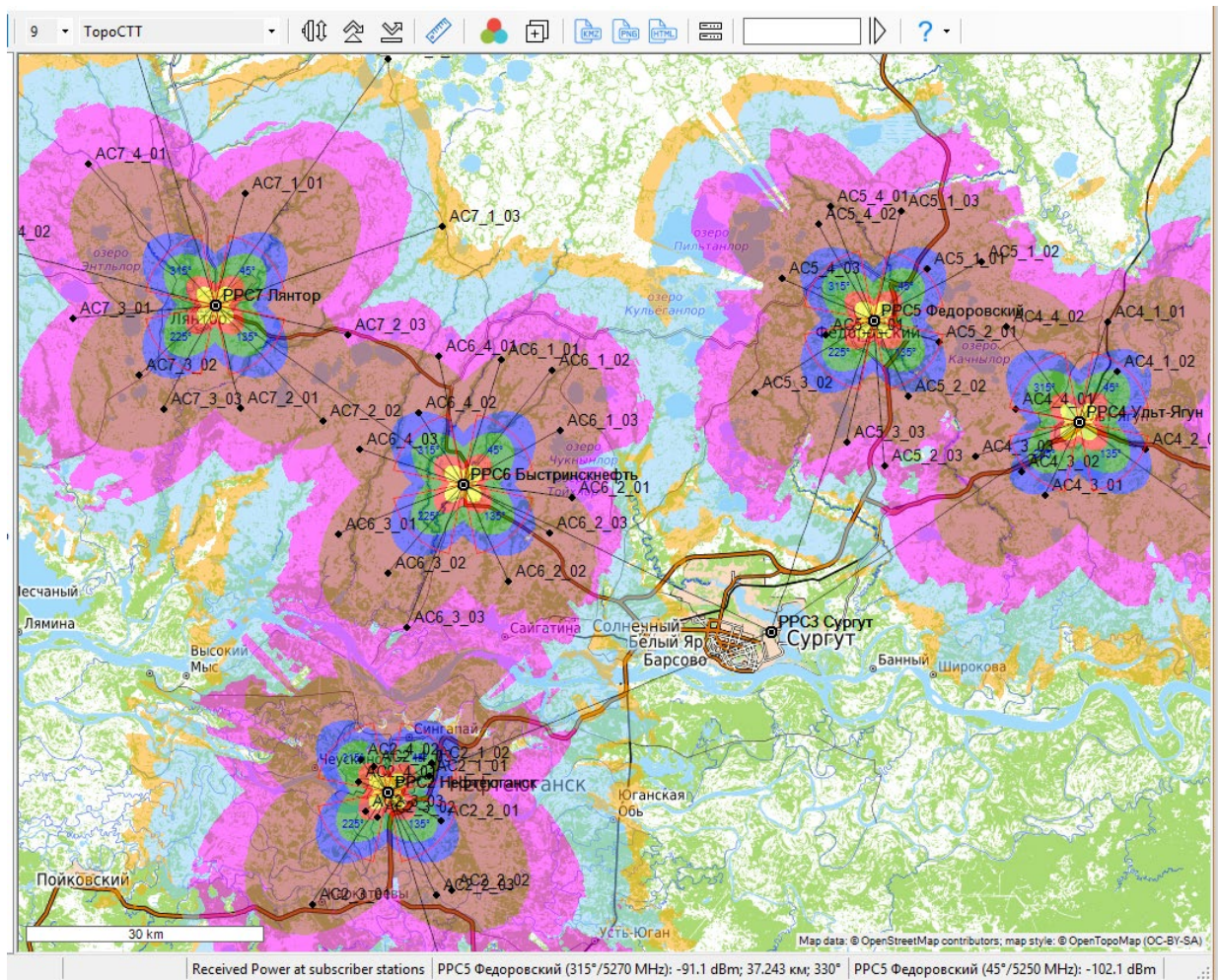


Рисунок 30. Расчет "Мощность на входе приемника АС"

Best Server

При данном типе расчета на карте отображаются области, в которых мощность на приеме от соответствующего сектора БС больше, чем от других секторов.

Тип и параметры расчета ЗРП

Тип расчета
Best Server

Параметры БС

Мощность перед. дБм

Использовать мощность сектора

Радиус расчета км

Параметры типовой АС

Высота антенны м

Усиление антенны дБи

Потери в фидере дБ

Дополнит. запас дБ

Низкое разреш. Высокое разр.

Минимальный пороговый уровень дБм

Цвета зон секторов для Best Server

	Частота, МГц	Цвет
▶	5250	Желтый
	5270	Зеленый
	5290	Оранжевый
	5310	Фиолетовый
*		

Применить автоматическое назначение цветов

Использовать цвета из таблицы

Рисунок 31. Параметры расчета радиопокрытия для Best Server

Минимальный пороговый уровень, дБм	Минимальный уровень принимаемого сигнала для расчета Best Server
Применить автоматическое назначение цветов	Назначение цветов секторам БС выполняется автоматически из стандартного набора
Использовать цвета из таблицы	Назначение цветов для секторов БС выполнится в соответствии с таблицей частот
Заполнить таблицу частотами секторов БС	При нажатии на эту кнопку произойдет заполнение таблицы значениями частот, указанных в параметрах секторов базовых станций

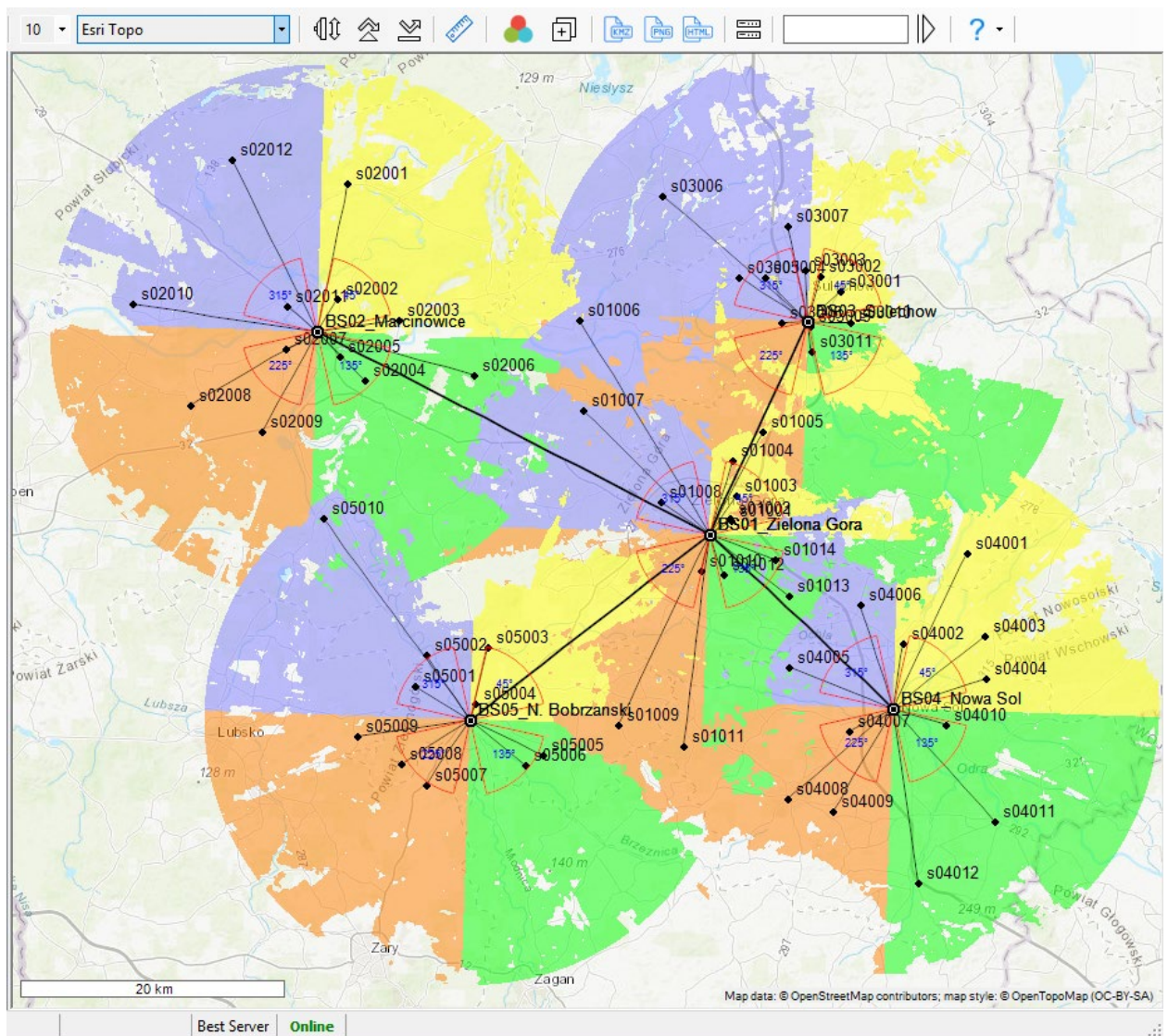


Рисунок 32. Расчет Best Server

$C/(I+N)$ на входе приемника абонентской станции

Необходимое значение соотношения $C/(I+N)$, или сигнал/(помеха+шум) на входе приемника, является одной из важных величин, определяющих качество частотно-территориального планирования сети.

$$C/(I+N) = \frac{C}{(\sum_{k=1}^K I_k + N_R)}$$

где C – мощность полезного сигнала (в нашем случае – самого мощного сигнала в рассматриваемой точке), I_k – мощность каждого из мешающих сигналов (на совмещенном канале или соседнем канале с учетом ослабления соседнего канала), K – общее количество мешающих передатчиков, N_R – мощность шума приемника.

В программе принимаются следующие допущения:

- Каналы определяются как совмещенные, если их центральные частоты строго совпадают.
- Каналы определяются как соседние, если разница между центральными частотами каналов равна ширине полосы канала.
- Форма спектральной плотности мощности передатчиков и АЧХ фильтров приемников строго прямоугольная.

Мощность шума приемника определяется коэффициентом шума приемника и эквивалентной шумовой полосой.

Алгоритм вычисления $C/(I+N)$ на входе приемника абонентской станции в программе заключается в определении максимального сигнала в конкретной точке, этот сигнал принимается как полезный и мощность сигналов от остальных базовых станций, работающих на совмещенном или соседнем канале вычисляется с учетом антенны абонентской станции, направленной на базовую станцию с полезным сигналом. Мощность соседнего канала определяется с учетом ослабления по соседнему каналу. Затем определяется мощность шумов приемника и вычисляется окончательное соотношение $C/(I+N)$.

Учет помех по соседнему каналу и собственных шумов приемника можно отключить, в этом случае будут учитываться только помехи по совмещенному каналу.

Тип и параметры расчета ЗРП

Тип расчета
C/(I+N) at subscriber stations

Параметры БС

Мощность перед. 20 дБм

Использовать мощность сектора

Радиус расчета 15 км

Параметры типовой АС

Высота антенны 10 м

Усиление антенны 13 дБи

Потери в фидере 0 дБ

Дополнит. запас 0 дБ

Низкое разреш. Высокое разр.

6 Кол-во уровней Минимальный пороговый уровень -89 дБм

Цвет	Уровень	Описание
	< 9 дБ	
	9 до 12 дБ	
	12 до 14 дБ	
	14 до 17 дБ	
	17 до 20 дБ	
	20 до 25 дБ	

Учет помех по соседнему каналу

Ослабление соседнего канала, дБ 25

Ширина полосы, МГц 5

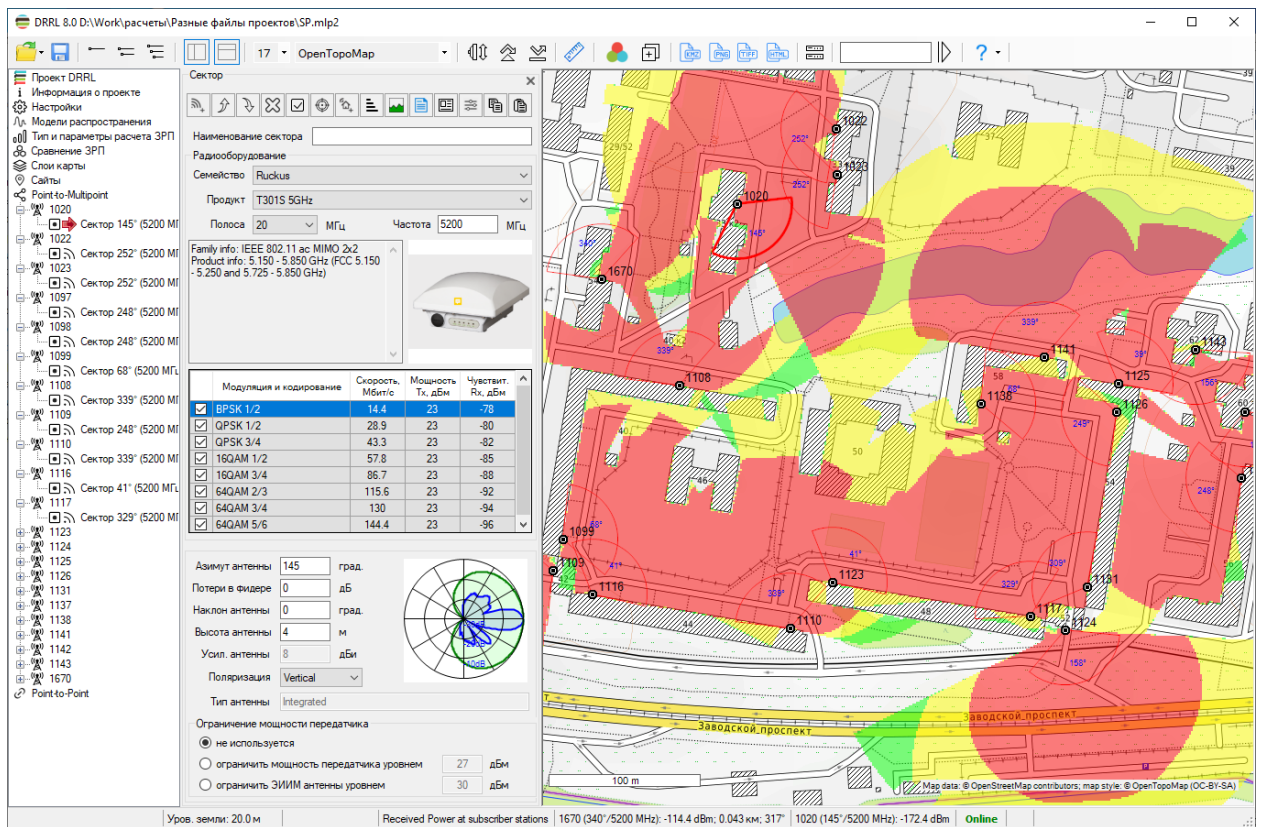
Учет уровня шума приемника

Коэффициент шума приемника, дБ 5

Эквивалентная шумовая полоса, МГц 5

Рисунок 33. Параметры расчета радиопокрытия для C/(I+N) на входе приемника АС

Минимальный пороговый уровень, дБм	Минимальный уровень принимаемого сигнала для расчета Strongest (Most likely) Server
Выбрать ДН антенны	Выбрать и загрузить файл диаграммы направленности антенны абонентской станции в формате MSI
Учет помех по соседнему каналу	Если этот чек-бокс активен, то при расчете будет выполняться учет помех по соседнему каналу
Ослабление соседнего канала, дБ	Ослабление соседнего канала, дБ
Ширина полосы, МГц	Ширина полосы канала, МГц
Учет уровня шума приемника	Если этот чек-бокс активен, то при расчете будет выполняться учет собственных шумов приемника



Расчет покрытия для уличной сети Wi-Fi

Расчет покрытия выполняется по комбинированной модели распространения радиоволн ITU-R P.1238-11 + модель дифракции Биллингтона, которая учитывает следующие факторы:

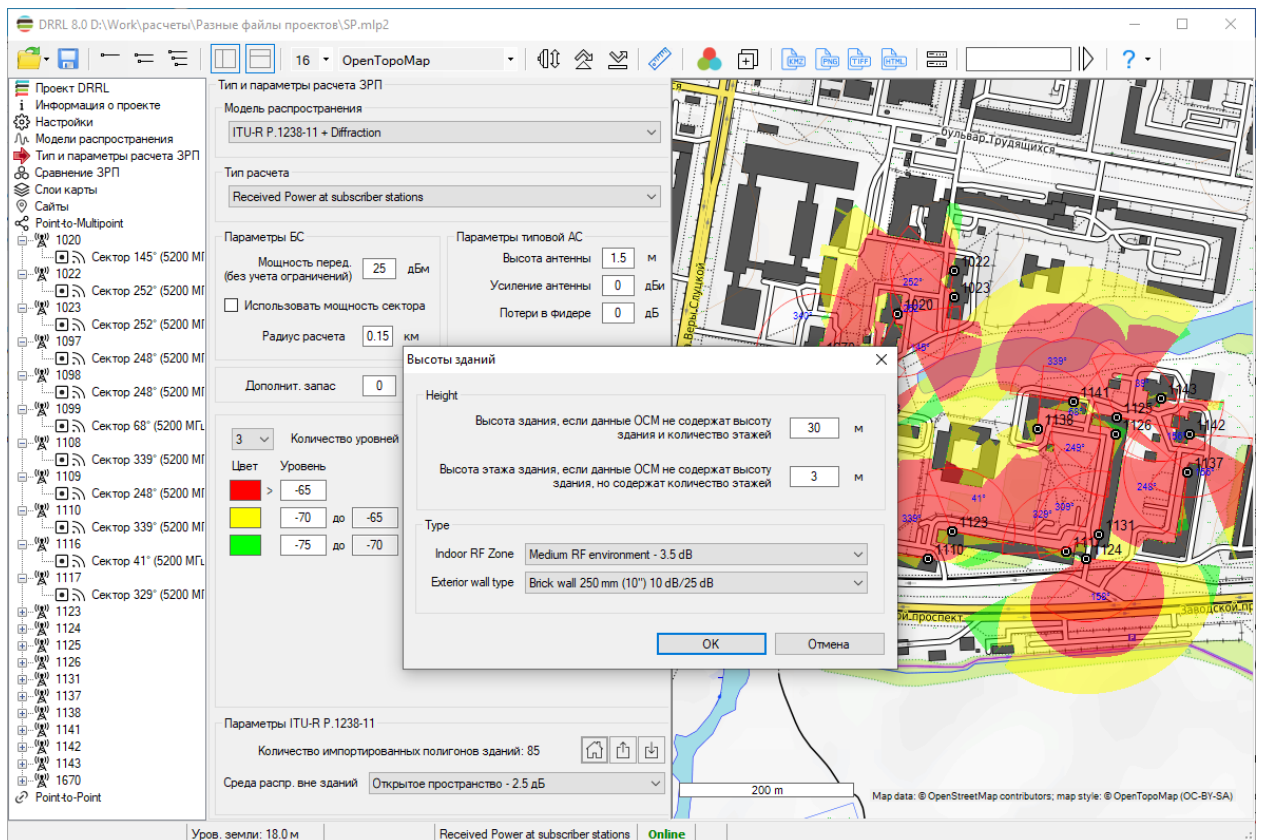
- Дифракционные потери на рельефе местности и на зданиях;
- Потери мощности сигнала вдоль улиц в соответствии с выбранной уличной средой распространения;
- Потери при прохождении сигнала внутри зданий в соответствии с выбранной средой распространения внутри зданий;
- Потери на проникновение внутрь зданий (потери при прохождении сквозь внешние стены).

Модель распространения радиоволн ITU-R P.1238-11, основанная на использовании различных коэффициентов потерь мощности для разных сред распространения, а также потерь на проникновение сигнала через стены, применяется главным образом для планирования indoor сетей. Однако, этот подход вполне уместен для упрощенного моделирования распространения радиоволн вдоль улиц. Пользователь может настроить модель распространения выбирая различные параметры среды для улицы и зданий, а также учесть потери на проникновение, выбрав материал внешней стен.

Порядок действий при оценке покрытия для уличной Wi-Fi в целом почти такой же, как и при оценке покрытия сетей PtMP (см. предыдущий раздел), но он имеет некоторые особенности из-за того, что в расчете учитываются параметры окружающих зданий:

1. Зайдите в меню "Параметры расчета покрытия" и выберите модель распространения радиоволн ITU-R P.1238-11 + Diffraction. **Для уличных Wi-Fi сетей используйте только эту модель.**
2. Укажите нужный вам тип расчета (принимаемая мощность или Best Server)

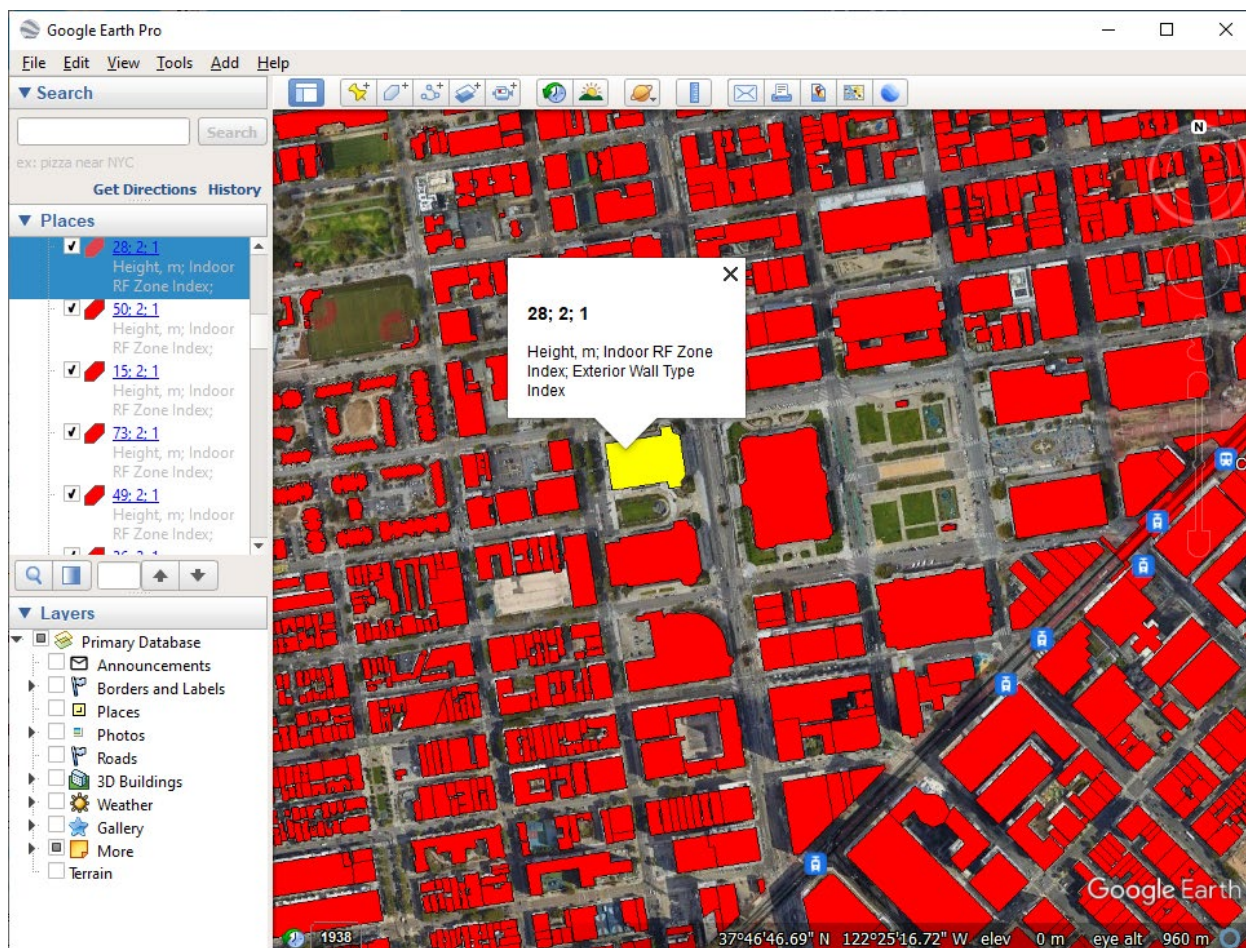
3. Установите параметры базовых станций (максимальный радиус расчёта от БС здесь 1км, расчет выполняется только с высоким разрешением) и параметры макета абонентской станции. Не стоит указывать слишком большой радиус расчета, это значительно замедлит расчет. Рекомендуемый радиус 200-400 метров.
4. Установите требуемые уровни мощности на приеме.
5. Нажмите на кнопку "Загрузка полигонов зданий для активных базовых станций". После этого в появившейся форме укажите высоты или этажность для тех зданий, у которых нет этой информации в базе данных OpenStreetMap. Здесь же укажите тип среды распространения для зданий (Indoor RF Zone), а также тип внешних стен зданий (Exterior Wall Type).
6. Укажите тип среды распространения вне зданий.
7. Нажмите на кнопку "Выполнить расчет зоны покрытия..."



Параметры модели распространения

Можно выполнить импорт и экспорт полигонов зданий в формате KML при помощи соответствующих инструментов. При экспорте в KML в название каждого полигона зданий будет записана информация о высоте здания, среде распространения внутри здания и материале стен в формате Height, m; Indoor RF Zone Index; Exterior Wall Type Index.

При необходимости, можно изменить эти параметры в любом стороннем редакторе (например, Google Earth) индивидуально для каждого здания, затем сохранить файл и импортировать этот файл в DRRL. Кроме того, пользователь может менять в редакторе геометрию зданий или наносить на план новые здания.



Редактирование параметров зданий в редакторе Google Earth

Соответствие индексов для RF Zone

Index	Indoor RF Zone (среда распространения)
0	Игнорировать (такая же, как и вне зданий)
1	Легкая - 3.0 dB
2	Средняя - 3.5 dB
3	Плотная - 4.0 dB
4	Высокой плотности - 4.5 dB

Соответствие индексов для внешних стен:

Index	Exterior Wall Type
0	Игнорировать - 0 dB
1	Кирпичная стена 90 mm
2	Кирпичная стена 120 mm
3	Кирпичная стена 250 mm
4	Кирпичная стена 380 mm
5	Кирпичная стена 510 mm
6	Бетонная стена 100 mm
7	Бетонная стена 200 mm
8	Бетонная стена 300 mm
9	Бетонная стена 400 mm

10	Бетонная стена 500 mm
11	Газобетонная стена 100 mm
12	Газобетонная стена 200 mm
13	Газобетонная стена 300 mm
14	Газобетонная стена 400 mm
15	Газобетонная стена 500 mm

Среди примеров файлов проектов, поставляемых вместе с дистрибутивом программы есть проект уличного Wi-Fi на основе уличных точек доступа Ubiquiti Unifi UWB-XG.

Сохранение результата расчета радиопокрытия

Результат расчета радиопокрытия может быть сохранен в виде интерактивной веб-страницы, растрового файла формата *.png или файла KMZ программы Google Earth (Google Планета Земля).



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 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 4-х 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.

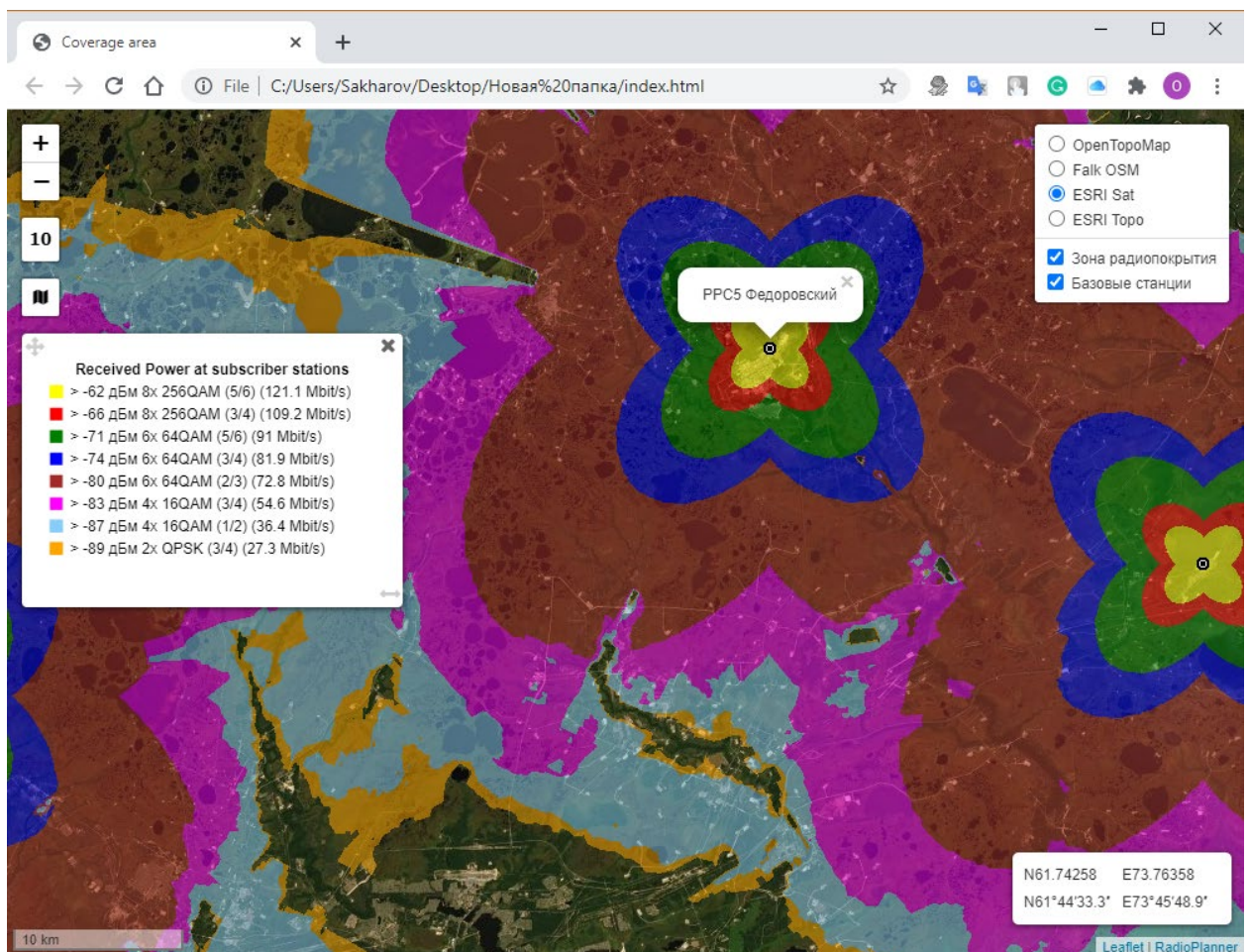


Рисунок 35. Пример результата расчетов в виде интерактивной веб-страницы

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



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

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

При сохранении растрового файла пользователь также выбирает 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 левом нижнем углу сохраняемого изображения появится масштабная линейка.

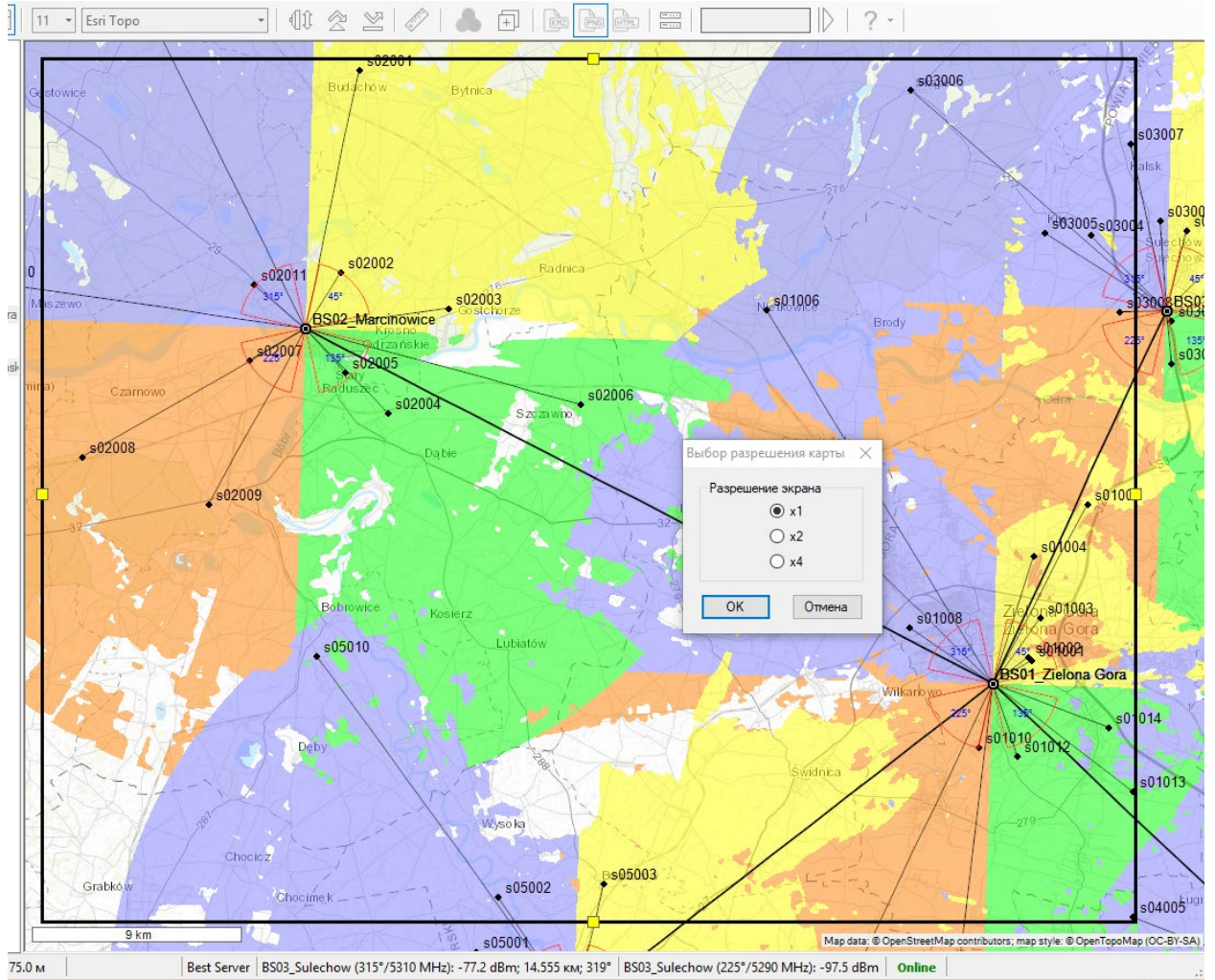


Рисунок 36. Выбор области и детальности сохраняемого изображения



Сохранить результат расчета в виде KMZ файла – сохранение результата расчета в виде файла KMZ, который можно затем открыть в программе Google Earth (Google Планета Земля).

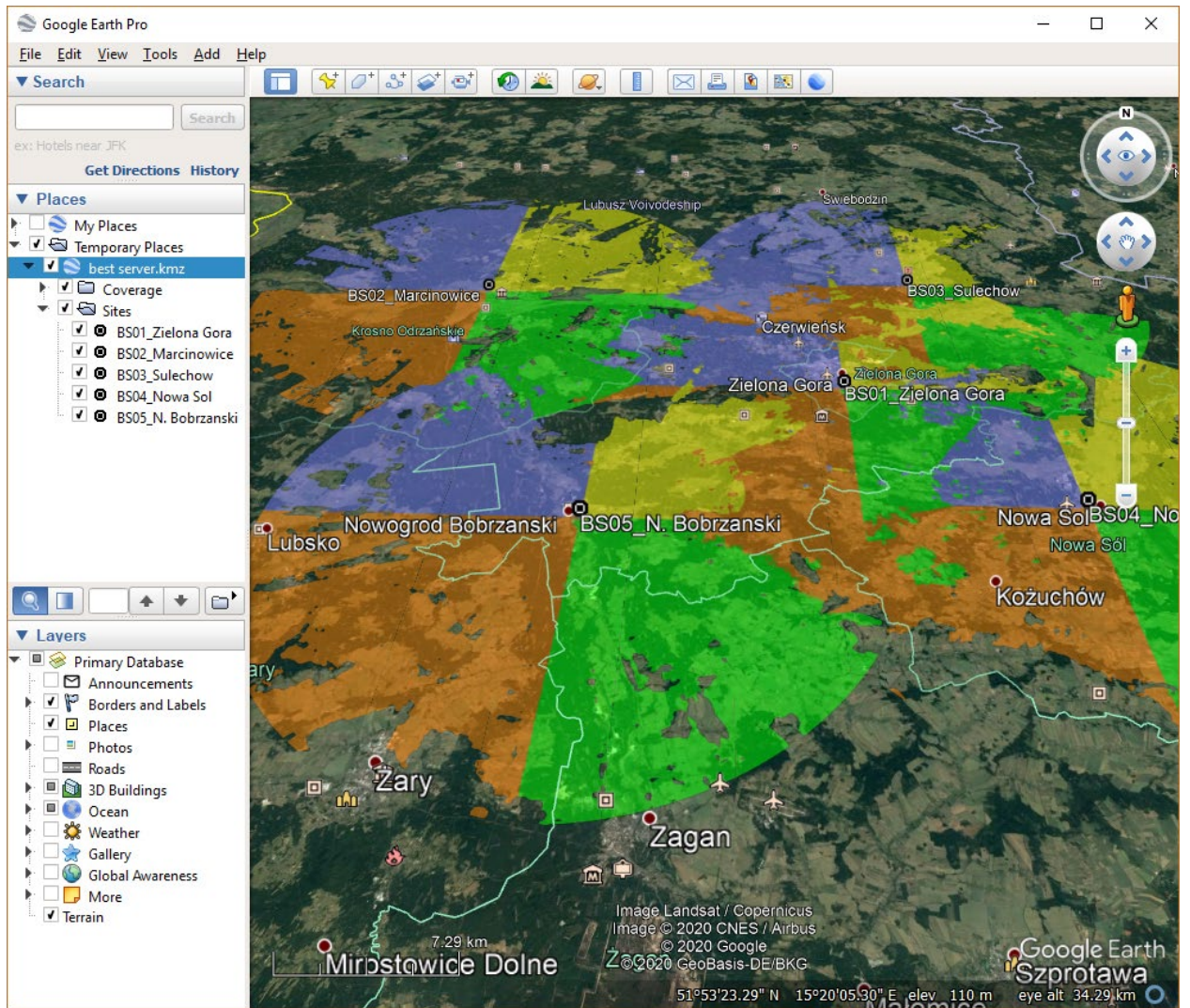



Рисунок 37. Просмотр KMZ файла в Google Earth

Сравнение двух результатов расчета радиопокрытия

Программа позволяет выполнить визуальное сравнение результатов текущего расчета радиопокрытия с предварительно добавленным для подобного сравнения результатом расчета. Таким образом можно оценить влияние на результат покрытия, которое будет оказывать изменение различных параметров базовых и абонентских станций сети PtMP.

Для того, чтобы добавить выполненный расчет к сравнению нажмите  на верхней панели инструментов. Теперь при переходе в меню **Сравнить радиопокрытие** основной панели инструментов этот результат расчета будет располагаться в левой части экрана. При этом, в правой части экрана будет отображаться результат текущего расчета радиопокрытия (сейчас они будут одинаковые). Теперь, к примеру, можно изменить высоту сектора или секторов отдельных активных БС, и после выполнения расчета радиопокрытия можно будет увидеть, как эти изменения отобразились на результате по сравнению с предыдущим расчетом.

Управление картами в левой и правой панелях (сдвиг карт и изменение масштаба) независимо друг от друга. Его удобно выполнять при помощи мыши – путем, соответственно, перетаскивания и

вращения колесика. Управляя картами таким образом, можно в мелких деталях сравнить два результата расчета радиопокрытия.

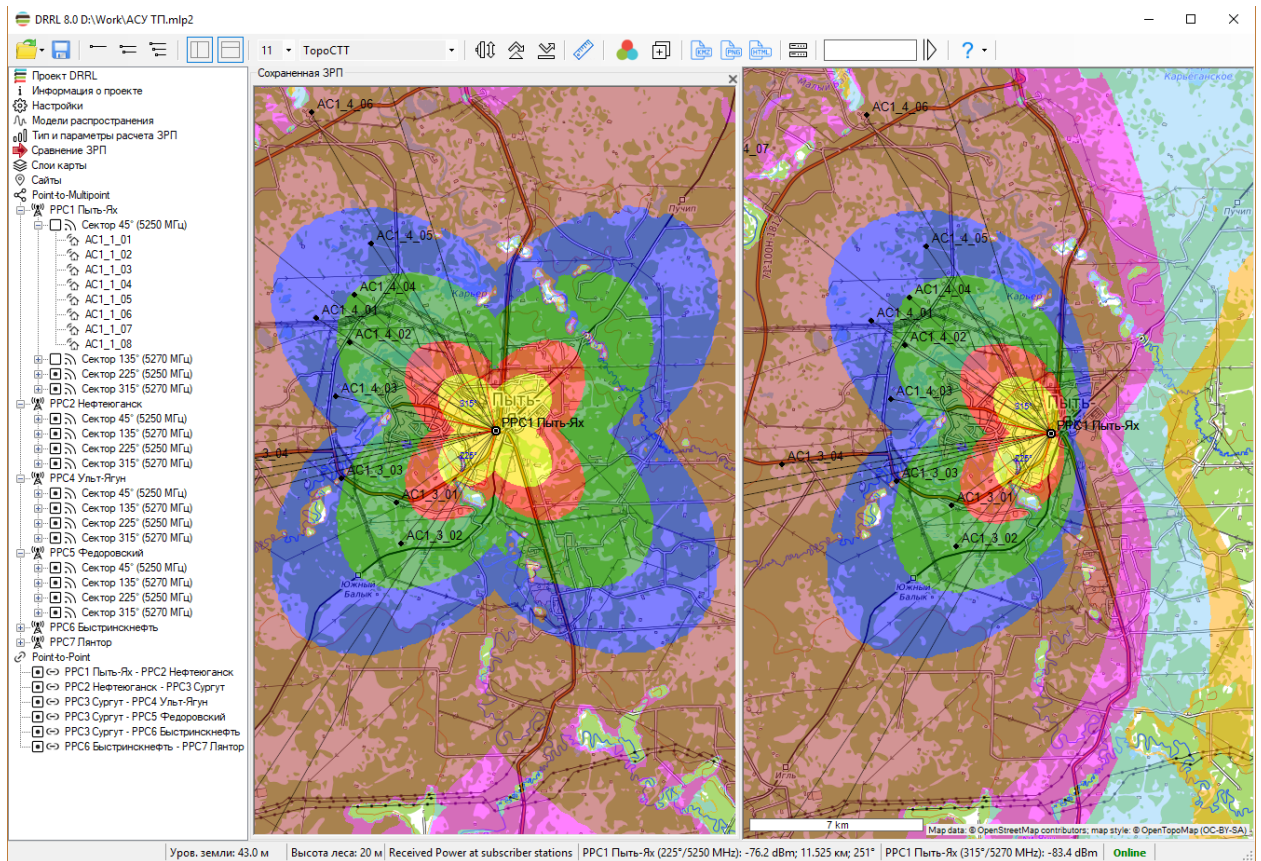



Рисунок 38. Сравнение результатов расчета радиопокрытия

Абонентские станции PtMP

Чтобы создать абонентскую станцию, нажмите на кнопку  в секторе, к которому она будет привязана. Затем укажите сайт из появившегося списка, на котором будет размещена абонентская станция, после чего откроется панель с параметрами.

Абонентская станция

Сайт, связанный с АС
AC1_1_01
 Широта: N60.858121°
 Долгота: E73.052902°

Радиооборудование
 Продукт: LBE-5AC-Gen2

	Модуляция и кодирование	Скорость, Мбит/с	Мощность Тх, дБм	Чувствит. Rx, дБм
<input checked="" type="checkbox"/>	1x BPSK (1/2)	9.1	25	-93
<input checked="" type="checkbox"/>	2x QPSK (1/2)	18.2	25	-92
<input checked="" type="checkbox"/>	2x QPSK (3/4)	27.3	25	-89
<input checked="" type="checkbox"/>	4x 16QAM (1/2)	36.4	25	-87
<input checked="" type="checkbox"/>	4x 16QAM (3/4)	54.6	25	-83
<input checked="" type="checkbox"/>	6x 64QAM (2/3)	72.8	25	-80
<input checked="" type="checkbox"/>	6x 64QAM (3/4)	81.9	24	-74







Потери в фидере: 0 дБ






Параметры антенны
 Высота антенны: 30 м
 Усиление антенны: 23 дБи
 Тип антенны: Integrated

Ограничение мощности передатчика
 не используется
 ограничить мощность передатчика уровнем: 27 дБм
 ограничить ЭИИМ антенны уровнем: 30 дБм

Рисунок 39. Параметры абонентской станции

Панель инструментов для абонентской станции:

-  - создать новую абонентскую станцию с такими же параметрами оборудования
-  - переместить абонентскую станцию вверх по списку
-  - переместить абонентскую станцию вниз по списку
-  - удалить эту абонентскую станцию
-  - выбрать/снять выбор со всех видов модуляции в параметрах оборудования
-  - изменить сайт для этой абонентской станции

-  - показать абонентскую станцию в центре экрана
-  - построить продольный профиль до БС
-  - выполнить расчет качественных показателей интервала и вывести на экран отчет
-  - Копировать выбранные пороговые уровни на приеме в параметры расчета радиопокрытия. При этом для выбранных режимов модуляции информация о пороговых значениях копируется для отображения на зонах радиопокрытия.
-  - Вывести отчет о продукте для выбранной полосы пропускания в виде стандартной спецификации, которую можно сохранить в формате PDF, Word, или Excel.

В раскрывающемся списке выберите модель оборудования (продукт). Семейство оборудования для АС совпадает с семейством, указанным для сектора БС. Ниже появится общая информация о выбранном оборудовании, его фотография, канальные скорости и основные энергетические параметры для каждого типа модуляции, поддерживаемого оборудованием.

Потери в фидере, дБ	Потери в фидерном тракте, дБ.
Высота антенны, м	Высота центра излучения антенны относительно уровня земли, м
Усиление антенны, дБи	Коэффициент усиления антенны, дБи
Тип антенны	Наименование антенны, текстовое поле.

Ограничение мощности передатчика	
не используется	Ограничение мощности не применяется
ограничить мощность передатчика уровнем, дБм	Установить указанную максимальную мощность передатчика для этой АС, дБм Для расчетов будет выбираться самое жесткое ограничение из двух – из того, которое введено в этом меню и того ограничения мощности, которое введено для всех АС в меню Point-to-Multipoint
ограничить ЭИИМ антенны уровнем, дБм	Установить указанную максимальную ЭИИМ для этой АС, дБм Для расчетов будет выбираться самое жесткое ограничение из двух – из того, которое введено в этом меню и того ограничения ЭИИМ, которое введено для всех АС в меню Point-to-Multipoint

Диаграммы направленности для АС не указывается, так как антенна АС всегда направлена строго в направлении сектора БС, к которому она относится, частота (или диапазон частот) АС также совпадает с частотой сектора БС.

Абонентские станции удобно также создавать при помощи контекстного меню на базовой карте. Для этого выполните следующие действия:



1. В основном меню выберите сектор БС, к которому будет привязана новая АС. Выбрать сектор БС можно также непосредственно на карте двойным кликом на градусном обозначении нужного сектора БС.
2. Правой кнопкой мыши кликните на сайте, на основе которого будет создана АС и в появившемся контекстном меню выберите **Создать Абонентскую станцию Имя сайта**.

3. Если кликнуть правой кнопкой на уже созданную АС, то в контекстном меню появится дополнительная строка **Удалить все АС, связанные с сайтом Имя Сайта**, при помощи которой можно удалить абонентскую станцию.

Расчет качественных показателей для сетей радиодоступа (Point-to-Multipoint)

Расчет качественных показателей для сетей радиодоступа выполняется практически также, как и для интервалов РРЛ (Point-to-Point).

Для выполнения расчета необходимо:

1. Создать Базовую и Абонентскую станцию (см. соответствующие Разделы);
2. В панели параметров соответствующей абонентской станции при помощи кнопки  создать продольный профиль между базовой и абонентской станциями. Все возможности при работе с профилем для радиодоступа идентичны возможностям при работе с профилем для интервалов точка-точка;
3. В панели параметров соответствующей абонентской станции при помощи кнопки  создать отчет, при этом можно выбрать требуемый тип отчета – **Краткий отчет**, **Полный отчет** или **Общий отчет по базовой станции**.

Результаты расчета интервала PPC1 Пыть-Ях - AC1_1_01.pdf - Adobe Acrobat Pro

Файл Редактирование Просмотр Окно Справка

Открыть Создать Настройка

Инструменты Заполнить и подписать Комментарии

3 / 4 35%

Результаты расчета индивидуальных показателей на интервале PPC1 Пыть-Ях - AC1_1_01

Наименование сайта	BC	AC
PPC1 Пыть-Ях	AC1_1_01	
Координаты	УРС 123000° E72.823000°	AC 1_1_01 УРС 089 011° E73.053002°
Совместимость продукта радиоборудования	UbiqUMAX	
Продукт	LAP-120	LSP-SAC-Gsm2
Частота	8250 МГц	
Полоса пропускания	20 МГц	
Протяженность интервала	17,400 км	
Ослабление в свободном пространстве	131,7 дБ	
Ориентация рельефа	55 м	54 м
Азимут антенны	45°	225,4°
Направление на стволную антенну	45,2°	225,4°
Наклон антенны	-3°	0,01°
Тип антенны	Integrated	Integrated
Коэффициент усиления антенны	16 дБн	23 дБн
Высота подвеса антенны	50 м	30 м
Потери в фидере и прочие потери	0 дБ	0 дБ
Метод расчета	ННМР	
Ослабление за счет ДН антенны BC	0,1 дБ	
Среднеарифметическое значение эффективного радиуса дилатированной прозрачности воздуха, σ_{eff}	-40-06 1/м	
Среднее значение эффективного радиуса дилатированной прозрачности воздуха для расчета миксера, σ_{mix}	-10-07 1/м	
Стандартное отклонение эффективного радиуса дилатированной прозрачности воздуха, σ	02-08 1/м	
Коэффициент рефракции для текущего миксера, K_{mix}	1,467	
Коэффициент рефракции для среднего года, K_{avg}	1,402	
Характер трассы	Прямой	
Характер трассы	Пересеченный	
Расстояние до критического препятствия при средней рефракции, R_{cr} ср	13,41 км	
Провод в тонах критического препятствия при средней рефракции, R_{cr} ср	7,8 м	
Параметр хорды при средней рефракции, R_{cr} ср	10,129 км	
Высота сечения аппроксимирующей сферы при средней рефракции, ΔY	7,7 м	
См. провод в тонах критического препятствия при средней рефракции, R_{cr} ср	1,01	
Дифракционное ослабление сигнала при средней рефракции, U_{diff} ср	0 дБ	
Максимальное ослабление, обусловленное атмосферными погрешностями, U_{SD}	-0,27 дБ	
Усредненное давление у земной поверхности для наиболее влажного месяца, P	1003,0 мбар	
Усредненная температура у земной поверхности для наиболее влажного месяца, T	10,5°C	
Усредненная абсолютная влажность у земной поверхности для наиболее влажного месяца, W	11,4 г/м³	

Модуляция и кодирование	Скорость передачи, Мбит/с		Мощность передатчика, дБм		Пороговое значение, дБм		Среднее значение, дБм	
	Уровень	Уровень	BC	AC	BC	AC	BC	AC
1x BPSK (1/2)	5,1	5,1	25	25	-80,0	-80,0	-80,1	-80,1
2x QPSK (1/2)	10,2	10,2	25	25	-80,0	-80,0	-80,1	-80,1
3x QPSK (3/4)	27,3	27,3	25	25	-80,0	-80,0	-80,1	-80,1
4x 16QAM (1/2)	36,4	36,4	25	25	-87,0	-87,0	-80,1	-80,1
4x 16QAM (3/4)	54,6	54,6	25	25	-80,0	-80,0	-80,1	-80,1
6x 64QAM (2/3)	72,8	72,8	25	25	-80,0	-80,0	-80,1	-80,1
6x 64QAM (3/4)	81,9	81,9	24	24	-74,0	-74,0	-80,1	-80,1
6x 64QAM (5/6)	91	91	23	23	-71,0	-71,0	-70,1	-70,1
8x 256QAM (3/4)	109,2	109,2	21	21	-66,0	-66,0	-72,1	-72,1
8x 256QAM (5/6)	121,1	121,1	21	21	-62,0	-62,0	-72,1	-72,1

Модуляция и кодирование	Задержка на приемнике, дБ		Вероятность обнаружения, %		Вероятность ошибки, %		Суммарная доступность интервала, %	
	Уровень	Уровень	Уровень	Уровень	Уровень	Уровень	Уровень	Уровень
1x BPSK (1/2)	-24,9	-24,9	0,021328	0,021328	0,000000	0,000000	96,962900	96,962900
2x QPSK (1/2)	-23,9	-23,9	0,026880	0,026880	0,000000	0,000000	96,961000	96,961000
3x QPSK (3/4)	-20,9	-20,9	0,063873	0,063873	0,000000	0,000000	96,962100	96,962100
4x 16QAM (1/2)	-18,9	-18,9	0,064900	0,064900	0,000000	0,000000	96,971700	96,971700
4x 16QAM (3/4)	-14,9	-14,9	0,213279	0,213279	0,000000	0,000000	96,920800	96,920800
6x 64QAM (2/3)	-11,9	-11,9	0,425648	0,425648	0,000000	0,000000	96,885200	96,885200
6x 64QAM (3/4)	-8,9	-8,9	-	-	-	-	-	-
6x 64QAM (5/6)	-0,9	-0,9	-	-	-	-	-	-
8x 256QAM (3/4)	6,1	6,1	-	-	-	-	-	-
8x 256QAM (5/6)	10,1	10,1	-	-	-	-	-	-

13.07.2020 16:21:10 DRRL 8.0 Стр. 3 из 4

Модуляция и кодирование	SESR, %		Кис. %		Показатели качества и готовности		Критерии качества и готовности	
	Уровень	Уровень	Уровень	Уровень	SESR, %	Кис. %	SESR, %	Кис. %
1x BPSK (1/2)	0,000476	0,000476	0,000944	0,000944	0,000476	0,000944	0,013360	0,014033
2x QPSK (1/2)	0,000476	0,000476	0,000944	0,000944	0,000476	0,000944	0,013360	0,014033
3x QPSK (3/4)	0,000476	0,000476	0,000944	0,000944	0,000476	0,000944	0,013360	0,014033
4x 16QAM (1/2)	0,000476	0,000476	0,000944	0,000944	0,000476	0,000944	0,013360	0,014033
4x 16QAM (3/4)	0,000421	0,000421	0,070982	0,070982	0,000421	0,070982	0,013360	0,014033
6x 64QAM (2/3)	0,000360	0,000360	0,141575	0,141575	0,000360	0,141575	0,013360	0,014033
6x 64QAM (3/4)	-	-	-	-	-	-	0,013360	0,014033
6x 64QAM (5/6)	-	-	-	-	-	-	0,013360	0,014033
8x 256QAM (3/4)	-	-	-	-	-	-	0,013360	0,014033
8x 256QAM (5/6)	-	-	-	-	-	-	0,013360	0,014033

Суммарная годовая доступность интервала

Профиль интервала

13.07.2020 16:21:10 DRRL 8.0 Стр. 4 из 4

Рисунок 40. Полный отчет для интервалов радиодоступа

Общий отчет по базовой станции представляет собой перечень всех абонентских станций, подключенных к данной базовой станции с указанием максимально возможного уровня модуляции, и соответственно, максимальной скорости передачи для заданной годовой доступности.

Результаты расчета качественных показателей для интервала

Полный отчет Краткий отчет

1 из 1 100% Найти | Следующий

13.07.2020 16:37:02 DRRL 8.0 Стр. 1 из 1

Суммарный отчет для всех АС сектора

Минимальная требуемая годовая доступность интервала 99.95%

Базовая станция: PPC1 Пыть-Ях N60.747670° E72.823906°
 Сектор: Ubiquiti airMAX LAP-120 Антенна Integrated/16дБи/66°/50м/45°

Абонентская станция	Широта Долгота	Радио-оборудования	Антенна	Длина интервала	Дифракц. ослаблен.
AC1_1_01	N60.858121° E73.052902°	LBE-5AC-Gen2	Integrated/23дБи/30 м Азимут 225°	17.488 км	0.0 dB
AC1_1_02	N60.891208° E73.291855°	LBE-5AC-LR	Integrated/26дБи/50 м Азимут 238°	30.006 км	-2.4 dB
AC1_1_03	N60.809265° E72.966385°	Loco5AC	Integrated/13дБи/23 м Азимут 229°	10.343 км	0.0 dB
AC1_1_04	N60.801310° E72.990074°	NS-5AC	Integrated/16дБи/23 м Азимут 237°	10.827 км	0.0 dB
AC1_1_05	N60.781373° E72.993507°	NS-5AC	Integrated/16дБи/23 м Азимут 248°	9.955 км	0.0 dB
AC1_1_06	N60.750605° E73.049641°	NS-5AC	Integrated/16дБи/23 м Азимут 269°	12.283 км	0.0 dB
AC1_1_07	N60.758992° E72.916517°	Loco5AC	Integrated/13дБи/23 м Азимут 256°	5.192 км	0.0 dB
AC1_1_08	N60.766915° E72.877378°	Loco5AC	Integrated/13дБи/15 м Азимут 234°	3.612 км	0.0 dB

Абонентская станция	Направление "вверх"				Направление "вниз"			
	Уров. ПРМ, дБм	Запас. на зам. дБм	Модуляция и кодирование	Скор. перед., Мбит/с	Уров. ПРМ, дБм	Запас. на зам. дБм	Модуляция и кодирование	Скор. перед., Мбит/с
AC1_1_01	-68.1	-18.9	4x 16QAM (1/2)	36.4	-68.1	-18.9	4x 16QAM (1/2)	36.4
AC1_1_02	-	-	-	-	-	-	-	-
AC1_1_03	-73.4	-9.6	4x 16QAM (3/4)	54.6	-73.4	-9.6	4x 16QAM (3/4)	54.6
AC1_1_04	-70.8	-12.2	4x 16QAM (3/4)	54.6	-70.8	-12.2	4x 16QAM (3/4)	54.6
AC1_1_05	-70.1	-9.9	6x 64QAM (2/3)	72.8	-70.1	-9.9	6x 64QAM (2/3)	72.8
AC1_1_06	-71.9	-8.1	6x 64QAM (2/3)	72.8	-71.9	-8.1	6x 64QAM (2/3)	72.8
AC1_1_07	-68.4	-5.6	6x 64QAM (3/4)	81.9	-68.4	-5.6	6x 64QAM (3/4)	81.9
AC1_1_08	-65.2	-8.8	6x 64QAM (3/4)	81.9	-65.2	-8.8	6x 64QAM (3/4)	81.9

Заккрыть

Рисунок 41. Общий отчет по базовой станции

В меню Point-to-Multipoint можно также вывести общий отчет по всей сети PtMP в формате MS Excel.

Report PMP Summary! [Режим совместимости] - Excel

Файл | HOME | ВСТАВКА | РАЗМЕТКА СТРАНИЦЫ | ФОРМУЛЫ | ДАННЫЕ | РЕЦЕНЗИРОВАНИЕ | ВИД | АСРОБАТ | Рабочая группа

Буфер обмена | Bluetooth | Шрифт | Выравнивание | Число | Условное форматирование | Форматировать как таблицу | Стили | Удалить | Сортировка | Найти и выделить | Редактирование

A1 | 2020.07.14 15:02

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
1	MLINKPlanner 2.0																				
2																					
3	Base Station	BS Antenna Azimuth	BS Latitude	BS Longitude	Radio Equipment Family	BS Product	Bandwidth, MHz	Frequency, MHz	BS Ground Elevation	BS Antenna Type	BS Antenna Gain, dB	BS Antenna Height	BS Antenna 3dB	BS Antenna Beam Tilt	Subscriber Station	SS Latitude	SS Longitude	SS Product	SS Antenna Type	SS Ground Elevation	SS Antenna Gain, dB
4	PPC1 Путь-Rx	45	N60.747670°	E72.823906°	Ubiquiti airMAX	LAP-120	20	5250	55	Integrated	16	50	66	-3	AC1_1_01	N60.858121°	E73.052902°	LBE-5AC-Gen2	Integrated	54	23
5	PPC1 Путь-Rx	45	N60.747670°	E72.823906°	Ubiquiti airMAX	LAP-120	20	5250	55	Integrated	16	50	66	-3	AC1_1_02	N60.891208°	E73.291855°	LBE-5AC-LR	Integrated	51	26
6	PPC1 Путь-Rx	45	N60.747670°	E72.823906°	Ubiquiti airMAX	LAP-120	20	5250	55	Integrated	16	50	66	-3	AC1_1_03	N60.809265°	E72.966385°	LocoSAC	Integrated	60	13
7	PPC1 Путь-Rx	45	N60.747670°	E72.823906°	Ubiquiti airMAX	LAP-120	20	5250	55	Integrated	16	50	66	-3	AC1_1_04	N60.801310°	E72.990074°	NS-SAC	Integrated	59	16
8	PPC1 Путь-Rx	45	N60.747670°	E72.823906°	Ubiquiti airMAX	LAP-120	20	5250	55	Integrated	16	50	66	-3	AC1_1_05	N60.781373°	E72.993507°	NS-SAC	Integrated	55	16
9	PPC1 Путь-Rx	45	N60.747670°	E72.823906°	Ubiquiti airMAX	LAP-120	20	5250	55	Integrated	16	50	66	-3	AC1_1_06	N60.756605°	E73.049641°	NS-SAC	Integrated	58	16
10	PPC1 Путь-Rx	45	N60.747670°	E72.823906°	Ubiquiti airMAX	LAP-120	20	5250	55	Integrated	16	50	66	-3	AC1_1_07	N60.758992°	E72.916517°	LocoSAC	Integrated	45	13
11	PPC1 Путь-Rx	45	N60.747670°	E72.823906°	Ubiquiti airMAX	LAP-120	20	5250	55	Integrated	16	50	66	-3	AC1_1_08	N60.766915°	E72.877378°	LocoSAC	Integrated	50	13
12	PPC1 Путь-Rx	135	N60.747670°	E72.823906°	Ubiquiti airMAX	LAP-120	20	5270	55	Integrated	16	50	66	-3	AC1_2_01	N60.651647°	E73.153839°	LBE-5AC-LR	Integrated	66	26
13	PPC1 Путь-Rx	135	N60.747670°	E72.823906°	Ubiquiti airMAX	LAP-120	20	5270	55	Integrated	16	50	66	-3	AC1_2_02	N60.637846°	E73.123627°	LBE-5AC-LR	Integrated	69	26
14	PPC1 Путь-Rx	135	N60.747670°	E72.823906°	Ubiquiti airMAX	LAP-120	20	5270	55	Integrated	16	50	66	-3	AC1_2_03	N60.627239°	E73.085518°	LBE-5AC-LR	Integrated	68	26
15	PPC1 Путь-Rx	135	N60.747670°	E72.823906°	Ubiquiti airMAX	LAP-120	20	5270	55	Integrated	16	50	66	-3	AC1_2_04	N60.666452°	E73.159161°	LBE-5AC-LR	Integrated	61	26
16	PPC1 Путь-Rx	225	N60.747670°	E72.823906°	Ubiquiti airMAX	LAP-120	20	5250	55	Integrated	16	50	66	-3	AC1_3_01	N60.721991°	E72.750607°	LocoSAC	Integrated	40	13
17	PPC1 Путь-Rx	225	N60.747670°	E72.823906°	Ubiquiti airMAX	LAP-120	20	5250	55	Integrated	16	50	66	-3	AC1_3_02	N60.707128°	E72.753868°	LocoSAC	Integrated	41	13
18	PPC1 Путь-Rx	225	N60.747670°	E72.823906°	Ubiquiti airMAX	LAP-120	20	5250	55	Integrated	16	50	66	-3	AC1_3_03	N60.730721°	E72.710266°	NS-SAC	Integrated	32	16
19	PPC1 Путь-Rx	225	N60.747670°	E72.823906°	Ubiquiti airMAX	LAP-120	20	5250	55	Integrated	16	50	66	-3	AC1_3_04	N60.736595°	E72.625637°	NS-SAC	Integrated	47	16
20	PPC1 Путь-Rx	225	N60.747670°	E72.823906°	Ubiquiti airMAX	LAP-120	20	5250	55	Integrated	16	50	66	-3	AC1_3_05	N60.712083°	E72.537575°	LBE-5AC-LR	Integrated	51	26
21	PPC1 Путь-Rx	225	N60.747670°	E72.823906°	Ubiquiti airMAX	LAP-120	20	5250	55	Integrated	16	50	66	-3	AC1_3_06	N60.720900°	E72.490540°	LBE-5AC-LR	Integrated	59	26
22	PPC1 Путь-Rx	225	N60.747670°	E72.823906°	Ubiquiti airMAX	LAP-120	20	5250	55	Integrated	16	50	66	-3	AC1_3_07	N60.717205°	E72.515802°	LBE-5AC-LR	Integrated	56	26
23	PPC1 Путь-Rx	225	N60.747670°	E72.823906°	Ubiquiti airMAX	LAP-120	20	5250	55	Integrated	16	50	66	-3	AC1_3_08	N60.537866°	E72.538776°	LBE-5AC-LR	Integrated	74	26

Рисунок 42. Общий отчет по всей сети PtMP в формате MS Excel

Для интервалов сети радиодоступа доступны те же функции, что и для интервалов Point-to-Point:

- Определение минимальных высот подвеса антенн
- Анализ зеркальных отражений на интервале
- Анализ дифракционных потерь

Слои карты

В меню **Слои карты** пользователь может управлять слоями, которые отображаются на карте – включать/отключать отображение слоев, менять их стиль. **Базовая карта** всегда находится ниже остальных слоев, сразу над ней находится слой **Покрытие**, взаимное расположение остальных слоев можно менять.

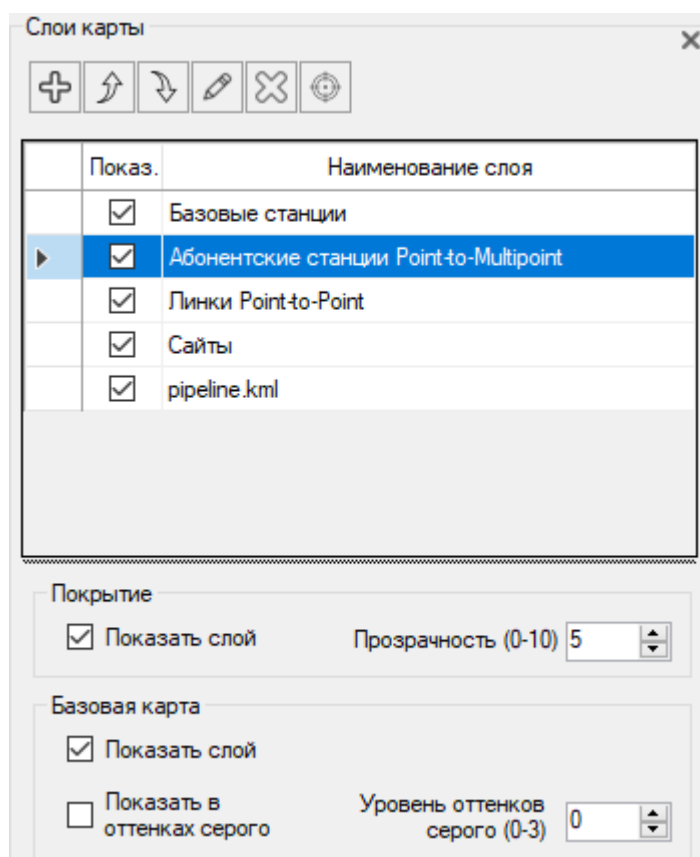








Рисунок 43. Слои карты

Панель инструментов:

-  - добавить пользовательский слой из KML или CSV файла
-  - переместить слой вверх
-  - переместить слой вниз
-  - изменить стиль выбранного слоя (или двойной клик на выбранном слое)
-  - удалить пользовательский слой
-  - показать первую точку выбранного пользовательского слоя в центре экрана

По умолчанию всегда присутствуют следующие слои: сайты, PtP линки, Базовые станции PtMP, абонентские станции. Пользователь может менять их порядок, выключать/включать, менять стиль слоя, но удалить их невозможно.

Пользовательские слои (KML, CSV)

Пользователь может загрузить и отобразить в качестве слоев на карте произвольные точечные или линейные векторные объекты в формате KML. Это может быть, например, трасса ЛЭП, трубопровод, объекты КП телемеханики, а также результаты измерений уровней сигнала.

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.

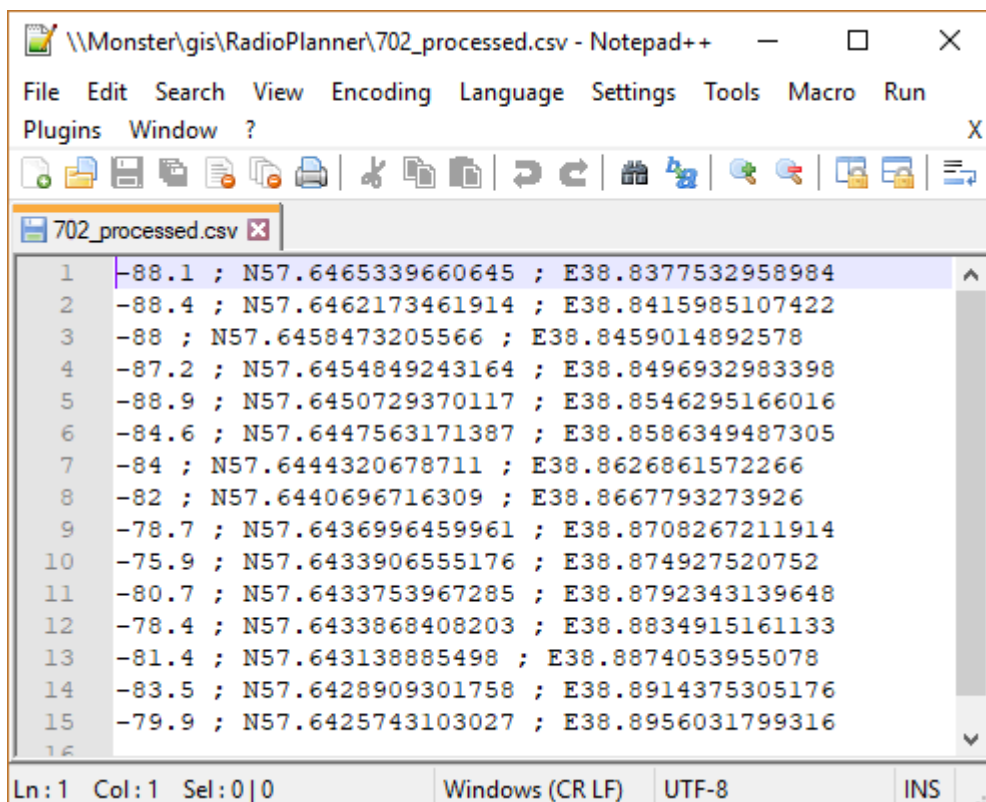


Рисунок 44. Пример текстового файла в формате CSV с результатами измерений

Редактирование стилей слоев

Сайты

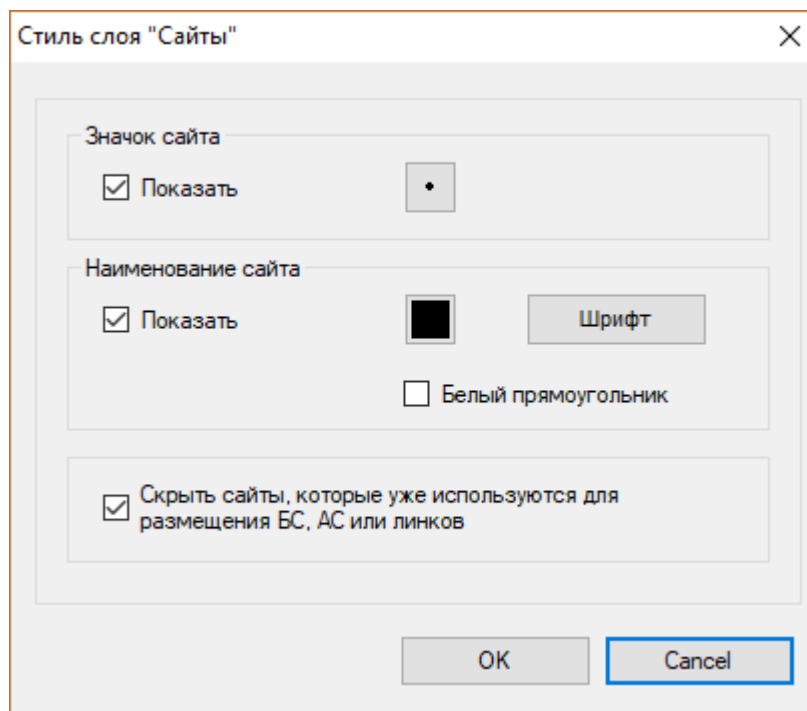


Рисунок 45. Редактирование стиля отображения сайтов

Показать	Показать/скрыть слой сайтов
Значок сайта	Выбрать значок для сайтов из стандартного набора
Наименование сайта	Выбрать тип, стиль и цвет шрифта для наименований сайтов
Белый прямоугольник	Разместить наименование сайта на белом прямоугольнике
Скрыть сайты, которые уже используются для размещения БС, АС или линков	Скрыть сайты, которые уже используются для размещения БС, АС или линков. На базовой карте будут показываться только свободные сайты.

PtP линки

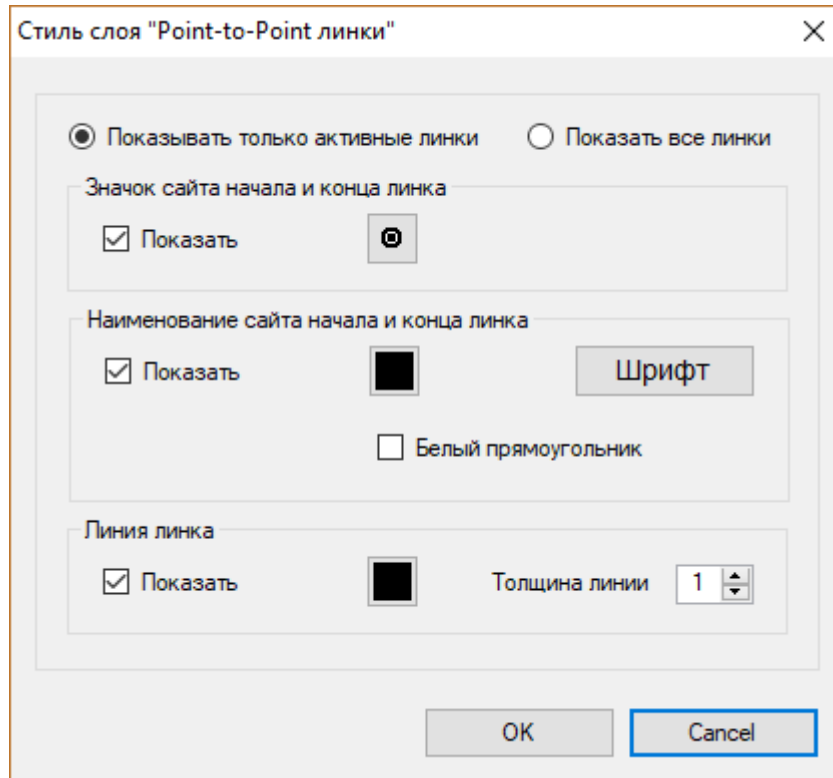


Рисунок 46. Редактирование стиля слоя линков PtP

Показывать только активные линки	Показывать только активные линки
Показать все линки	Показать все линки
Значок сайта начала и конца линка	Показать/скрыть, а также выбрать значок для станции из стандартного набора
Наименование сайта начала и конца линка	Показать/скрыть наименование станции, а также выбрать стиль и цвет шрифта
Белый прямоугольник	Разместить наименование сайтов на белом прямоугольнике
Линия линка	Показать/скрыть линк, а также выбрать цвет и толщину линии

Базовые станции

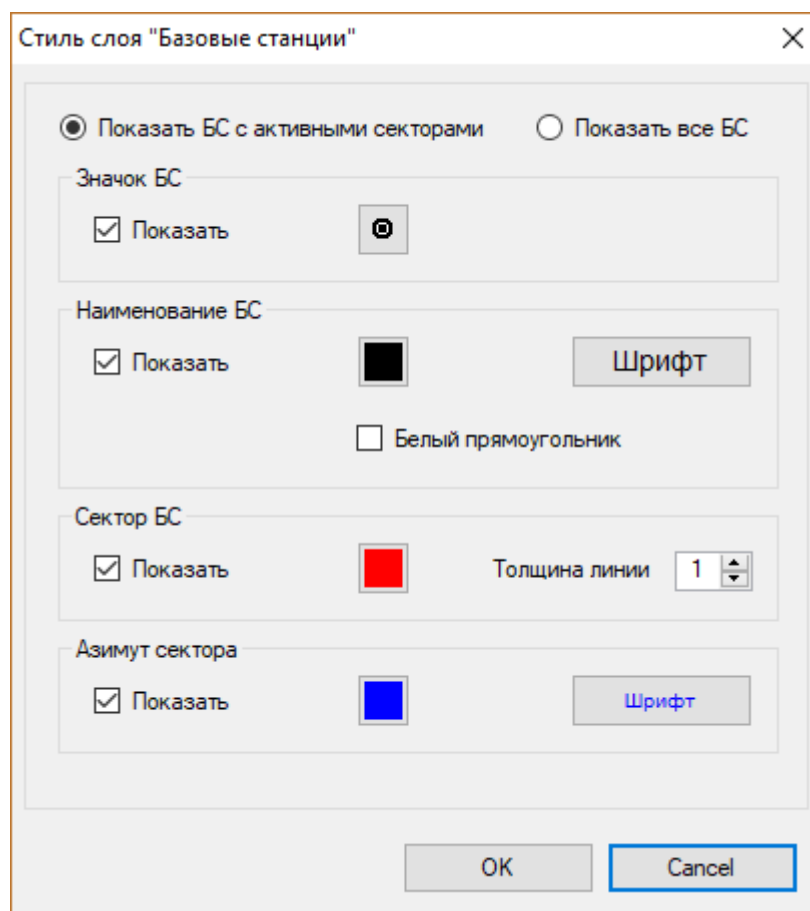


Рисунок 47. Редактирование стиля отображения базовых станций

Показать БС с активными секторами	Показать базовые станции только с активными секторами
Показать все БС	Показать все базовые станции
Значок БС	Показать/скрыть, а также выбрать значок для базовой станции из стандартного набора
Наименование БС	Показать/скрыть наименование базовой станции, а также выбрать стиль и цвет шрифта
Белый прямоугольник	Разместить наименование БС на белом прямоугольнике
Сектор БС	Показать/скрыть обозначение сектора базовой станции, а также выбрать цвет и толщину линии
Азимут сектора	Показать/скрыть обозначение азимута сектора, а также выбрать для него стиль и цвет шрифта

Абонентские станции

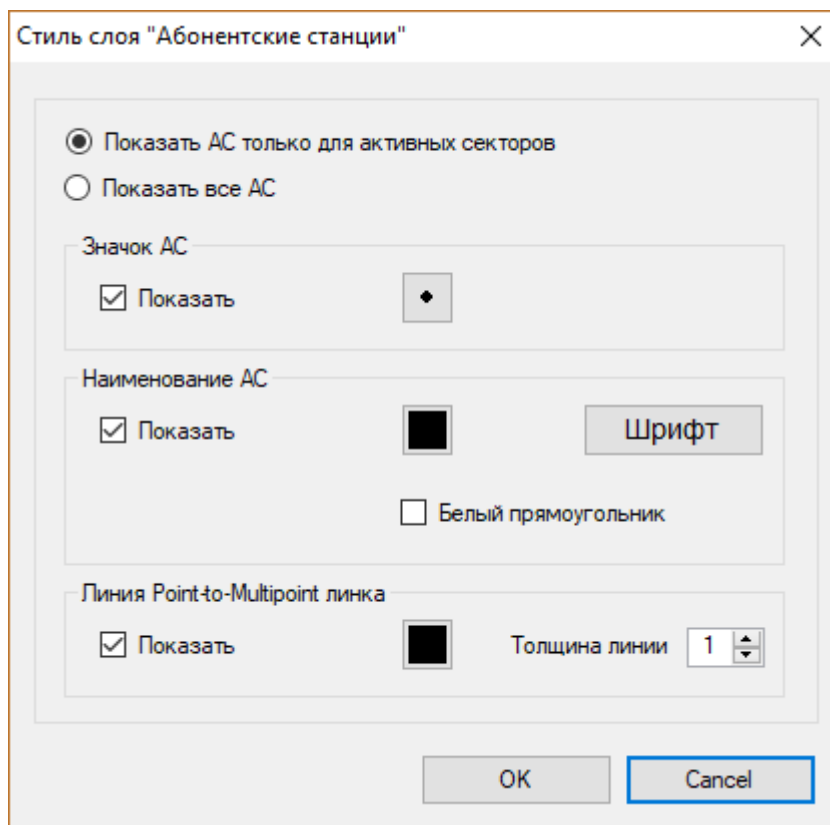


Рисунок 48. Редактирование стиля отображения абонентских станций

Показать AC только для активных секторов	Показать абонентские станции, подключенные только к активным секторам
Показать все AC	Показать все абонентские станции
Значок AC	Показать/скрыть, а также выбрать значок для абонентской станции из стандартного набора
Наименование AC	Показать/скрыть наименование абонентской станции, а также выбрать стиль и цвет шрифта
Белый прямоугольник	Разместить наименование AC на белом прямоугольнике
Линия Point-to-Multipoint линка	Показать/скрыть обозначение линка к абонентским станциям, а также выбрать цвет и толщину линии

Пользовательский слой

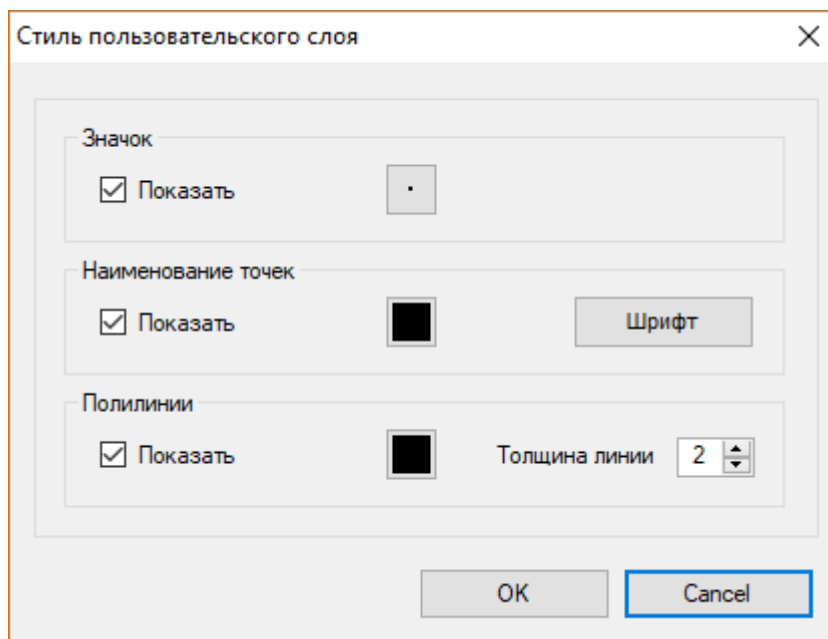


Рисунок 49. Редактирование стиля отображения пользовательского слоя

Значок	Показать/скрыть, а также выбрать значок точечных объектов в слое из стандартного набора
Наименование точек	Показать/скрыть наименование точечных объектов в слое, а также выбрать стиль и цвет шрифта
Полилинии	Показать/скрыть полилинии в слое, а также выбрать цвет и толщину полилиний

Радиопокрытие

Управление слоем с результатом расчета радиопокрытия для базовых станций PtMP

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

Базовая карта

Управление слоем базовой карты (карта подложки)

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

Настройки

Настройки программы

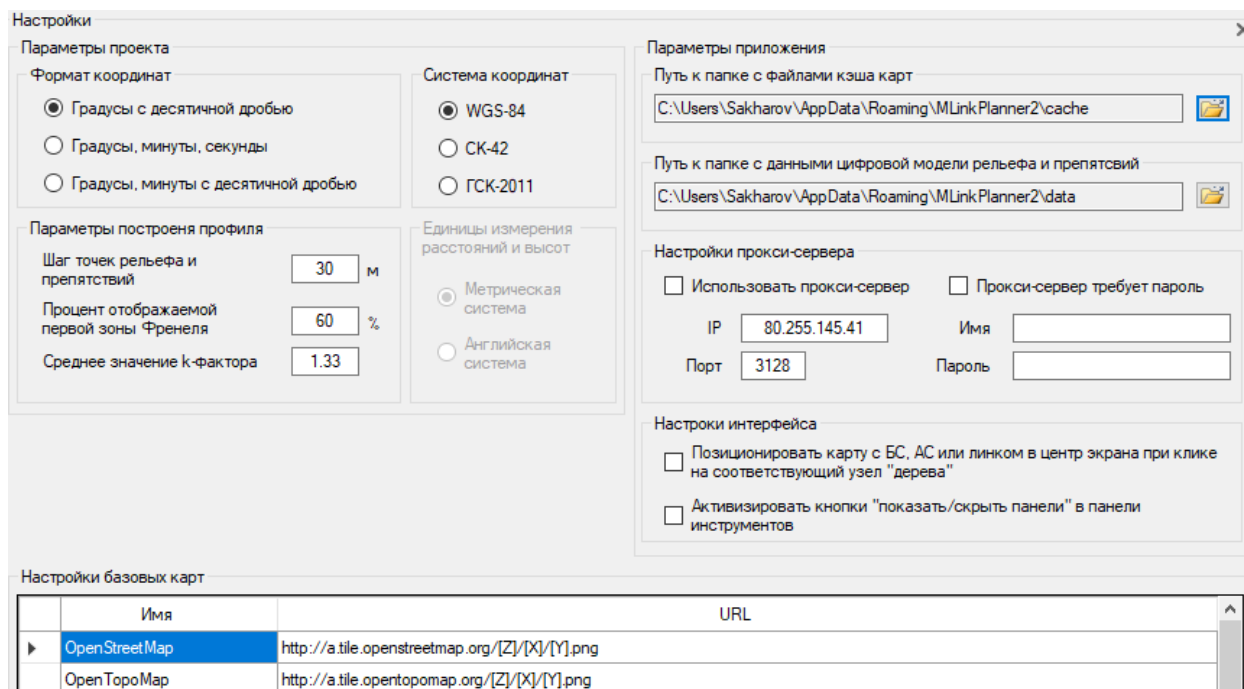


Рисунок 50. Настройки программы

Формат координат	Формат географических координат: - Градусы с десятичной долей, например, N44.345678 W134.567893 - Градусы минуты секунды, например, N44° 34' 23.7" W134° 29' 23,4" - Градусы, минуты с десятичной долей, например, N44° 34.982' W134° 29.873'
Система координат	Выбор системы координат - WGS-84 - СК-42 - ГСК-2011
Шаг точек рельефа и препятствий, м	Шаг точек рельефа и препятствий вдоль профиля, с которым будет автоматически создан профиль. Для цифровой модели местности SRTM-1 пространственное разрешение матрицы для средних широт составляет примерно 30 м. Задавать меньшее значение шага не имеет смысла, поскольку это не повысит точность.
Процент отображаемой первой зоны Френеля, %	Часть первой зоны Френеля, отображаемой на профиле, %
Среднее значение k-фактора	Значение k-фактора, которое будет использоваться при отображении профиля интервала.

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 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.
Путь к папке с данными цифровой модели высот и леса	Путь к папке, где хранятся автоматически подгружаемые по мере необходимости данные цифровой модели высот и леса. Эта папка создается автоматически при первом запуске, путь также прописывается автоматически. Путь к папке можно поменять.
Настройки прокси-сервера	Если компьютер подключен к интернету через прокси-сервер, то необходимо ввести его параметры и поставить соответствующую метку.
Позиционировать карту с БС, АС или линком в центр экрана при клике на соответствующий элемент tree view	При клике в основном меню tree view на базовой станции, абонентской станции или линке PtP этот объект будет показан в центре экрана.
Активировать кнопки Показать/Скрыть панели в панели инструментов	Активировать кнопки Показать/Скрыть панели с продольным профилем и с параметрами абонентских станций и линков.

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 за 2015 год 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 9-21) 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.