

СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФИЛИАЛ  
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО  
УЧРЕЖДЕНИЯ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ СВЯЗИ И ИНФОРМАТИКИ»



А.Г. Жуковский

ПОСТРОЕНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ТРАССЫ РРЛ  
С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА PROFEDIT 4.0

*Методические указания  
по выполнению лабораторной работы*

Ростов-на-Дону  
2019

**УДК 621.397.2.037**

**ББК 76.03**

**Ж 86**

**Жуковский А.Г.** Построение продольного профиля трассы РРЛ с помощью программного комплекса ProfEdit 4.0. *Методические указания по выполнению лабораторной работы.* СКФ МТУСИ, 2019. – 16 с.

Методическое пособие предназначено для студентов направления подготовки 11.03.02 «Инфокоммуникационные технологии и системы связи», изучающих дисциплины «Спутниковые и наземные системы радиосвязи». Лабораторный программно-аппаратный комплекс позволяет проектировать радиорелейные линии связи с использованием программы ProfEdit. Это позволит студентам без использования специального профессионального оборудования освоить достаточно сложный раздел дисциплины «Спутниковые и наземные системы радиосвязи», посвященный построению профиля пролета трассы РРЛ. Описывается порядок проведения работы с оборудованием настройки специализированного ПО, требования к оформлению отчета, контрольные вопросы.

**Рецензент:** зав. кафедрой «ИТСС» СКФ МТУСИ к.т.н. доц. В.И. Юхнов

© Жуковский А.Г., СКФ МТУСИ. 2019

Рассмотрено и одобрено  
на заседании кафедры «ИТСС»  
Протокол от «26» августа 2019 г., № 1.

## СОДЕРЖАНИЕ

1 Цель работы .....	4
2 Порядок инсталляции, установки основных параметров программного комплекса ProfEdit 4.0 и его первоначальный запуск .....	4
3 Построение, редактирование, просмотр и сохранение продольного профиля РРЛ.....	8
4 Практические задания и порядок выполнения работы .....	13
5 Содержание и оформление отчета .....	15
6 Контрольные вопросы .....	16
Используемые источники .....	16

## 1 Цель работы

Получить практические навыки в вопросах проектирования радиорелейных линий связи и, в частности, в построении профилей пролетов РРЛ при помощи программного комплекса ProfEdit 4.0.

## 2 Порядок инсталляции, установки основных параметров программного комплекса ProfEdit 4.0 и его первоначальный запуск

Для инсталляции Profedit 4.0 запустите программу Setup\_ProfEdit40.exe, после чего на экране монитора появится изображение установочного меню. Программе - инсталлятору необходимо указать путь установки программы, например C:\Program Files\ProfEdit4.

Для работы Profedit 4.0 требует наличие установленной программной платформы Microsoft .NET Framework 4., если программа-инсталлятор ее не обнаружит, то откроет браузер со страницей на сайте Microsoft, с которой ее необходимо загрузить и установить, после чего продолжить установку Profedit 4.0.

После инсталляции программы в системном меню появится команда, а ярлык для ее запуска автоматически создается и помещается на рабочий стол.

Для автоматического построения продольного профиля программа использует ЦМБ SRTM, которая распространяется свободно. Архивный файл на всю территорию России можно скачать по ссылке со страницы программы на нашем сайте [www.ctt-group.ru](http://www.ctt-group.ru). Этот файл следует распаковать в папку на жесткий диск компьютера, путь к которой необходимо будет указать в настройках ProfEdit 4.0.

После инсталляции ProfEdit 4.0 в папке с установленной программой появляется папка maps, в которую прописываются так называемые zmr файлы тайловых серверов, формат которых полностью совместим с zmr файлами

популярного программного продукта sasplanet (sasgis.ru). При инсталляции по умолчанию устанавливается только OpenStreetMap. Для дополнения списка доступных тайловых серверов необходимо поместить в папку maps соответствующие zmp файлы, скачав их из доступных источников, например с sasgis.ru.

После запуска через несколько секунд откроется основная панель программного модуля, как показано на рисунке 1.

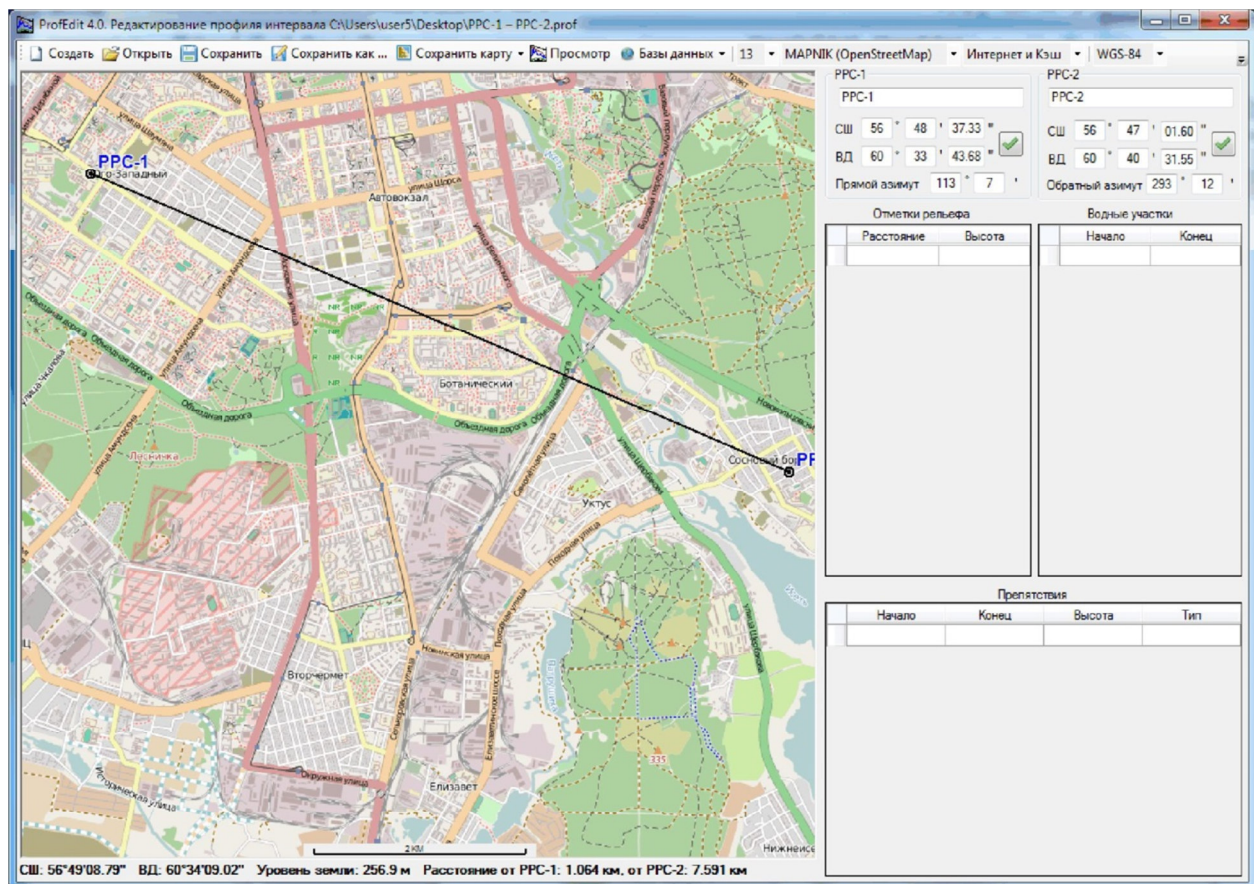


Рисунок 1 - Основная панель программного модуля ProfEdit 4.0

Если компьютер не подключен к интернету или подключен через прокси-сервер, то изображение карты будет отсутствовать.

Для работы с программой используются следующие пункты основного меню:

**Создать** - создание нового продольного профиля пролета РРЛ;

**Открыть** - позволяет открыть сохраненные файлы продольных профилей с расширением \*.prof (для версии DRRL начиная с 5.1) или \*.001 (старый формат - до версии включая DRRL 5.0);

**Сохранить и Сохранить как** - сохранение файлов продольных профилей в формате \*.prof;

**Сохранить карту** - сохранение растрового файла схемы трассы для одного или нескольких интервалов;

**Просмотр** - просмотр построенного профиля;

**База данных** -

***SRTM Рельеф*** - построение продольного профиля рельефа местности ЦМБ SRTM;

***OSM Застройка*** - нанесение на продольный профиль границ застройки из базы данных OpenStreetMap

***GFC Лес и водные участки*** - нанесение на продольный профиль границ леса и водных участков из проекта Global Forest Change

***13*** - текущий масштаб карт тайлового сервера;

***MAPNIK(OpenStreetMap)*** - выбранный тайловый сервер из списка доступных;

***Интернет и Кэш*** - выбор источника загрузки карт - интернет и кэш, либо просто кэш, в таком случае тайлы карт погружаются только из кэша, скаченного ранее.

***WGS-84*** - установка системы координат, в которой заданы координаты радиорелейных станций PPC-1 и PPC-2.

***Параметры*** - меню с установками следующих параметров, приведенных на рисунке 2:

***Путь к папке с файлами кэша*** - путь к папке, где будут храниться скаченные тайлы карт, для быстрой подкачки их в дальнейшем, что очень ускоряет работу с программой. Кроме того, скаченные вами карты останутся у вас на компьютере, и вы сможете их просматривать даже без подключения к

интернету. Эта папка создается автоматически при первом запуске ProfEdit, путь также прописывается автоматически.

Путь к папке можно поменять, нажав на соответствующую кнопку.

**Путь к папке с файлами SRTM** - путь к папке, в которую необходимо распаковать архивный файл SRTM (см. раздел Инсталляция). Путь к папке можно также поменять, нажав на соответствующую кнопку.

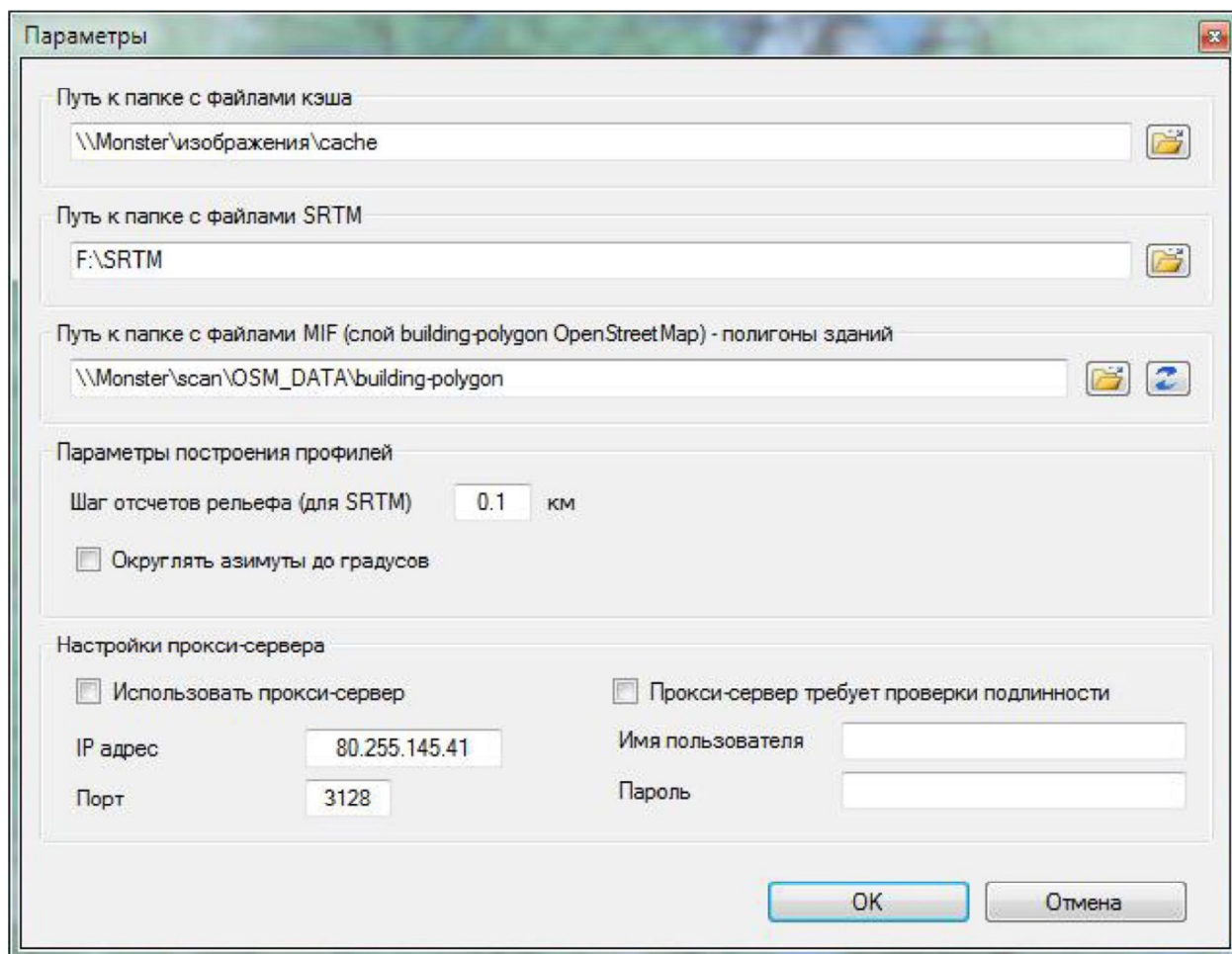


Рисунок 2 - Окно с установками параметров работы ProfEdit 4.0

**Путь к папке с файлами MIF (слой building - polygon Open Street Map)** - полигоны зданий - путь к папке, в которую необходимо распаковать архивный файл данных из проекта OpenStreetMap (ссылка на архив есть на странице с ProfEdit).

**Шаг отсчетов рельефа (для SRTM)** - дискретность, с которой будут извлекаться из базы рельефа высотные отметки вдоль продольного профиля пролета РРЛ.

**Настройка прокси-сервера** - если компьютер подключен к интернету через прокси-сервер, то необходимо ввести его параметры и поставить соответствующую метку.

После выполнения первоначальных установок программный модуль готов к работе.

Информационная строка снизу главной панели программного модуля показывает географические координаты (всегда только в формате WGS-84) , высотную отметку (по SRTM), и текущее расстояние от указателя мыши на карте до соответствующей радиорелейной станции.

### 3 Построение, редактирование, просмотр и сохранение продольного профиля РРЛ

В общем случае порядок построения продольного профиля пролета в ProfEdit 4.0 состоит из следующих этапов - построение продольного профиля рельефа местности и нанесение дополнительной информации на продольный профиль в виде границ и высотных характеристик застройки и леса, обозначение участков водной поверхности. Затем полученный продольный профиль можно сохранить для дальнейшего использования в программном модуле расчета качественных показателей DRRL.

Для построения и редактирования продольного профиля рельефа местности необходимо выполнить следующие действия:

3.1 На основной панели программного модуля ввести географические координаты и наименования радиорелейных станций РРС-1 и РРС-2. После ввода координат в соответствующие поля следует. После ввода координат в соответствующие поля следует нажать кнопку с зеленой галочкой, при этом



автоматически пересчитаются прямой и обратный азимуты. Иногда местоположение соответствующей РРС удобно устанавливать с помощью правой кнопки мыши.

Указав на нужное место на карте, и нажав правую кнопку мыши в открывающемся контекстном меню, следует выбрать "Изменить координаты РРС-1" (или РРС-2), после чего координаты соответствующей станции поменяются автоматически. Для того чтобы передвинуть карту на нужное место, необходимо нажать на ней левой кнопкой мыши. Для изменения масштаба карты удобно пользоваться колесом прокрутки мыши.

Получить данные рельефа местности вдоль продольного профиля от РРС-1 до РРС-2 можно нажав кнопку "SRTM Рельеф", после чего автоматически заполнится таблица с отметками рельефа. Просмотреть изображения получившегося профиля можно нажав на кнопку "Просмотр".

Высотные отметки на профиле можно редактировать вручную, внося необходимые изменения в соответствующие ячейки таблицы высотных отметок. 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 квадрат перед строкой.

Кроме того, есть возможность добавить высотную отметку конкретной точки на продольном профиле, кликнув на ней правой кнопкой мыши и в появившемся меню нажав "Добавить отметку рельефа".

3.2 Нанесение границ и высотных характеристик леса и застройки, а также границ участков водной поверхности.

Для автоматического нанесения на продольный профиль границ застройки с использованием данных из проекта OpenStreetMap необходимо выбрать соответствующую строчку в меню "Базы данных".

Для автоматического нанесения на продольный профиль границ леса и водной поверхности с использованием данных из проекта Global Forest Change необходимо выбрать в меню "Базы данных" пункт "GFC лес и вода".

Вручную границы леса, застройки и водной поверхности наносятся по картографическим материалам различных online сервисов, которые позволяет просматривать ProfEdit. 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 расположена радиорелейная линия, может оказаться полезным какой-то один или несколько соответствующих серверов. Кроме самого сервера важно правильно выбрать подходящий масштаб отображения карты. Набор доступных тайлов серверов постоянно дополняется. Совместимые тайловые серверы: OpenStreetMap, Google Maps, Bing, 2Gis, Rosreestr, Navitel, Yandex maps, Kosmosnimki.

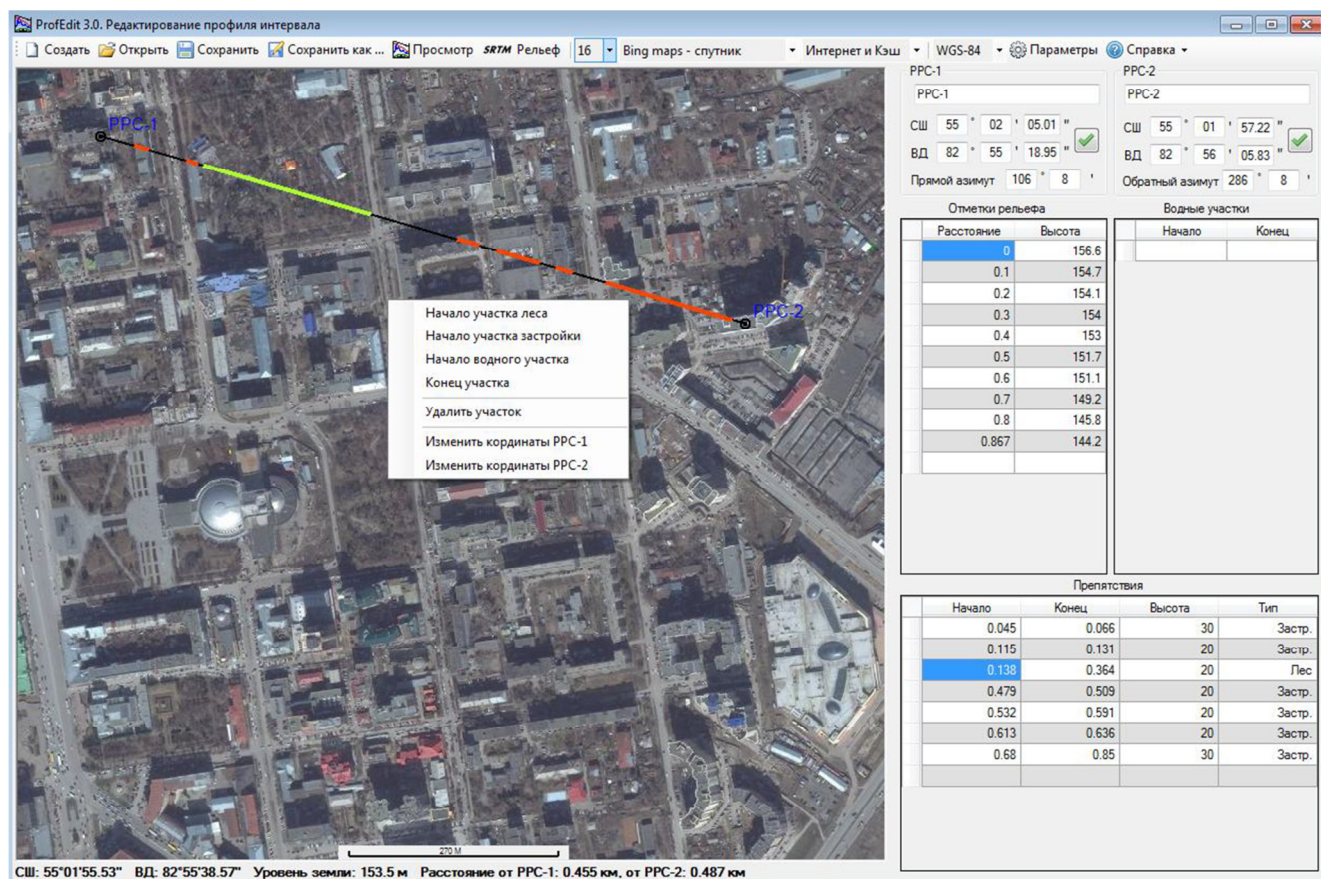


Рисунок 3 - Пример указания границ застройки и леса в городской черте в программе ProfEdit

Пример указания границ застройки и леса в городской черте представлен на рисунке 3, а границ застройки и леса на открытой местности – на рисунке 4.

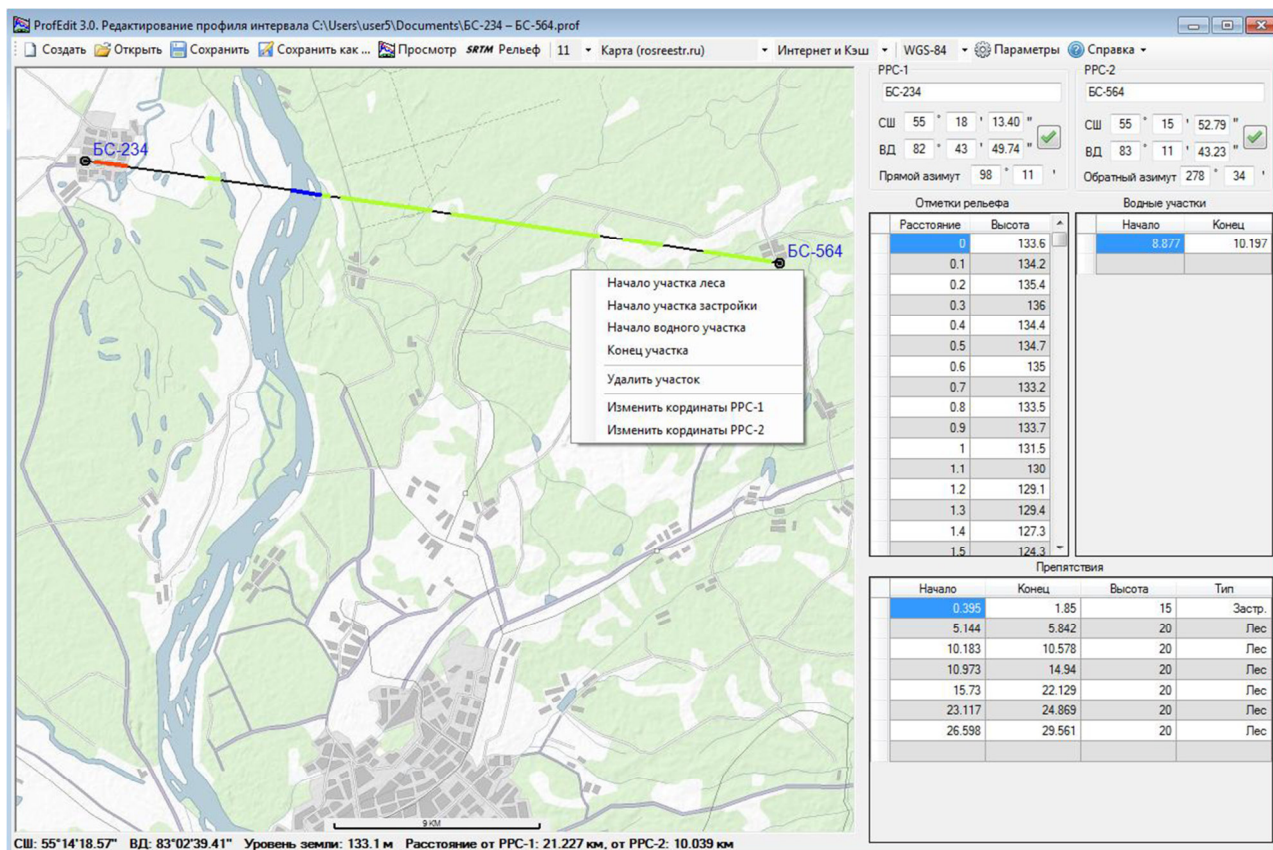


Рисунок 4 - Пример указания границ застройки и леса на открытой местности в программе ProfEdit

Границы участков леса, застройки и водной поверхности указываются после анализа информации по картам вдоль линии продольного профиля при помощи нажатия на правую кнопку мыши, после чего появляется контекстное меню, при помощи которого обозначаются соответствующие участки. После обозначения конца каждого участка появляется числовое поле, в которое необходимо ввести высоту леса или застройки. Лес на линии профиля обозначается зеленым цветом, застройка - красным, а участок водной поверхности - синим. Таблицы с параметрами препятствий и с участками водной поверхности при этом формируется автоматически. Любой участок может быть



удален, - для этого необходимо на него навести курсор, нажать правую кнопку мыши и выбрать соответствующей строку в появившемся контекстном меню.

Границы и высотные характеристики 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 квадрат перед строкой.

### 3.3 Просмотр изображения продольного профиля

Нажав на кнопку "Просмотр" на главной панели программного модуля можно просмотреть изображение построенного продольного профиля интервала РРЛ.

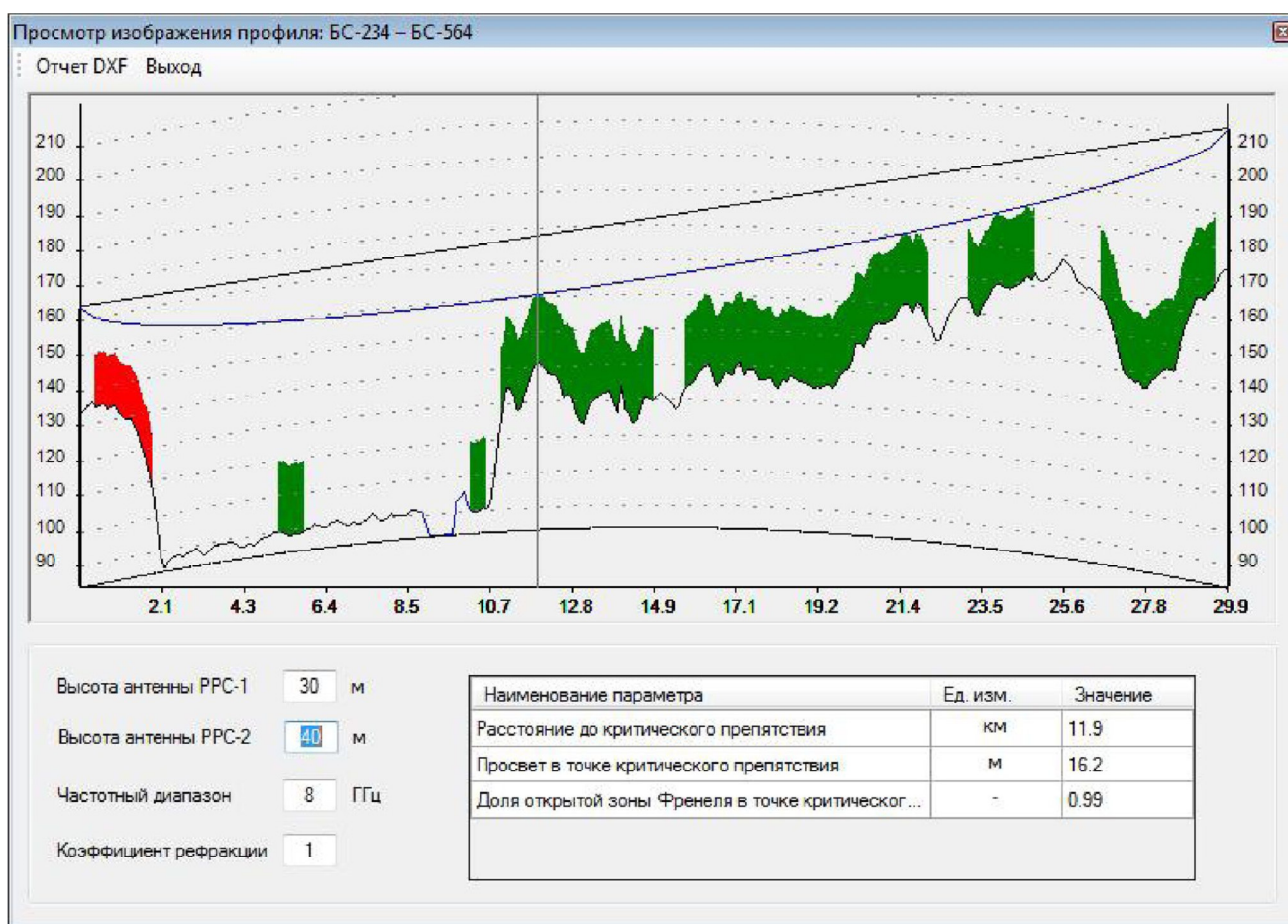



Рисунок 5 – Вывод на экран окна с построенным профилем РРЛ и первой зоной Френеля

В появившемся окне (рисунок 5) можно грубо оценить наличие "прямой видимости" на интервале. Для этого имеется возможность менять высоту антенн на концах интервала, а также частотный диапазон и коэффициент рефракции. Синим цветом на профиле указана граница первой Зоны Френеля.

### 3.4 Сохранение продольного профиля

Получившийся продольный профиль сохраняется при помощи команды "Сохранить как" в формате \*.prof для дальнейшего использования в программном модуле расчета качественных показателей DRRL версии 5.1 и выше.

## 4 Практические задания и порядок выполнения работы

- 1) Изучить возможности и характеристики прикладного ПО DRRL и Prof Edit
- 2) Запустите программу ProfEdit 4.0, после запуска откроется основная панель программного модуля;
- 3) Установите РРС-1 и РРС-2 в требуемых населенных пунктах. Наименования населенных пунктов и тип используемой для связи РРС указывает преподаватель для каждого рабочего места с установленной программой;
- 4) На основной панели программного модуля введите географические координаты населенных пунктов и введите их наименования вместо обозначений РРС-1 и РРС-2. После ввода координат в соответствующие поля нажмите кнопку , при этом автоматически пересчитываются прямой и обратный азимуты. Иногда местоположение соответствующей РРС удобно устанавливать с помощью правой кнопки мыши. Указав на нужное место на карте, и нажав правую кнопку мыши в открывающемся контекстном меню, выберите «Изменить координаты РРС-1» (или РРС-2), после чего координаты соответствующей станции поменяются автоматически. Для того чтобы

передвинуть карту на нужное место, нажмите на ней левой кнопкой мыши. Для изменения масштаба карты используйте колесо прокрутки мыши.

5) После установки местоположения радиорелейных станций нажмите кнопку «SRTM Рельеф», после чего автоматически заполнится таблица с отметками рельефа. Шаг отметок рельефа можно установить в «Параметрах» в графе «Шаг отсчета рельефа».

6) По указанию преподавателя отметьте на профиле препятствия (городская застройка, лес или водные участки). Границы участков леса, застройки и водной поверхности указываются после анализа информации по картам вдоль линии продольного профиля. Нажмите на правую кнопку мыши, после чего появляется контекстное меню, при помощи которого обозначаются соответствующие участки. Выберите начало и конец участка на профиле, после обозначения конца каждого участка появляется числовое поле, в которое необходимо ввести высоту леса или застройки. Лес на линии профиля обозначается зеленым цветом, застройка – красным, а участок водной поверхности – синим. Таблицы с параметрами препятствий и с участками водной поверхности при этом формируются автоматически. Любой участок может быть удален, - для этого необходимо на него навести курсор, нажать правую кнопку мыши и выбрать соответствующую строку в появившемся контекстном меню.

Границы и высотные характеристики 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 квадрат перед строкой.

7) Нажмите на кнопку «Просмотр» на главной панели программного модуля, где можно просмотреть изображение построенного продольного профиля интервала РРЛ.

8) Оцените наличие «прямой видимости» на интервале. Если она отсутствует, то путем изменения высоты подвеса антенн обеспечьте наличие «прямой видимости». В некоторых пределах сделать пролет открытым позволяет

использование более высоких частот. Синим цветом на профиле указана граница первой Зоны Френеля, которая не должна пересекаться или даже касаться препятствия. Однако необходимо учитывать, что увеличение высот подвеса антенн экономически целесообразно при высоте мачт до 35 метров, а увеличение частоты может сказаться на протяженности трассы РРЛ.

В случае, если трасса РРЛ все равно остается закрытой, следует организовать двух пролетное построение трассы в обход препятствия. Проанализируйте карту местности и самостоятельно предложите свое решение, подкрепляя его профилями РРЛ, построенными с помощью программы ProfEdit. При анализе карты местности, можно воспользоваться естественными высотами рельефа для установки антенны в пределах того или иного населенного пункта.

9) Сохраните получившийся продольный профиль при помощи команды «Сохранить как» в формате \*.prof.

10) Подтвердить правильность построения профиля, используя онлайн сервис компании Микран (Micran.ru)

## 5 Содержание и оформление отчета

Отчет оформляется в электронном виде с помощью одного из текстовых редакторов.

При выполнении всех пунктов задания, сделать соответствующие скриншоты и используя их подготовить отчет с использованием текстового редактора.

В отчете должны быть сделаны краткие выводы о максимальном расстоянии прямой видимости, об открытости, полуоткрытости или закрытости трассы РРЛ.

Выполненный отчет сдается преподавателю в электронном виде. Для защиты отчета студент должен ответить на контрольные вопросы, которые приведены ниже.

## 6 Контрольные вопросы

1. С какой целью используется построение профиля трассы РРЛ?
2. Что такое зона Френеля?
3. Каково условие открытости, закрытости или полуоткрытости трассы РРЛ?
4. Перечислите этапы построения продольного профиля пролета РРЛ в программе ProfEdit 4.0.
5. Какое негативное воздействие оказывают водные участки на передачу сигнала в РРЛ?
6. Из каких соображений выбирается высота антенной мачты РРЛ?
7. Дайте определение коэффициента рефракции.
8. Какие еще программные пакеты позволяют построить трассу РРЛ?
9. Как связаны ширина зоны Френеля и несущая частота?
10. Влияет ли на величину зоны Френеля вид модуляции несущей частоты?

## Используемые источники

- 1 Описание и инструкция по эксплуатации ПО ProfEdit 4.0
- 2 Жуковский А.Г. Спутниковые и радиорелейные системы передачи. Учебное пособие - Ростов-на-Дону: Северо-Кавказский филиал МТУСИ, 2012. - 270 с. (гриф УМО)
- 3 Быховский М.А., Кирик Ю.М., Носов В.И. и др. Основы проектирования цифровых радиорелейных линий связи. Уч. пос. М.: Горячая линия-Телеком, 2014, - 332 с.