

**ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
«ИНФОРМАЦИОННЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ ЦЕНТР «СЕВЕРНАЯ КОРОНА»**

**ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС «ТЕРРИТОРИЯ»**

**(Версия 5.2)**

**Руководство пользователя**

**Санкт-Петербург  
2013 г**

# Содержание

(в редакции 19.04.2013)

<b>Перечень сокращений и обозначений</b>	4
<b>I. Общая характеристика</b>	
1. Назначение	5
2. Состав и условия использования	5
3. Требования	5
4. Методическая основа	6
5. Поддерживаемые цифровые карты местности	6
6. Основные функциональные возможности	6
7. Основные отличительные особенности комплекса	7
<b>II. Описание работы с комплексом</b>	10
<b>1. Быстрый старт</b>	10
<b>2. Главная панель</b>	18
2.1. Краткое описание	18
2.2. Главное меню комплекса	18
2.3. Линейка кнопок быстрого доступа	20
2.4. Контейнер отображения профиля	20
2.5. Раздел «Параметры станций»	22
2.6. Раздел «Параметры рельефа»	22
2.7. Раздел «Параметры атмосферы»	23
2.8. Выбор методики расчета	25
2.9. Задание требований к пролету	25
2.10. Раздел «Результаты расчета»	26
<b>3. Ввод и редактирование параметров станций</b>	31
<b>4. Ввод и редактирование данных по рельефу</b>	38
4.1. Краткое описание панели для работы с рельефом	38
4.2. Формат представления данных профиля интервала	39
4.3. Линейка кнопок быстрого доступа	39
4.4. Ввод координат станций	39
4.5. Работа с профилем в ручном режиме	40
4.6. Импорт данных готовых проектов формата САПР «Территория»	42
4.7. Импорт данных цифровых карт SRTM, GTOPO30 и SHARPE	42
4.8. Импорт данных ГИС и других программных комплексов	43
4.9. Получение данных с использованием электронной линейки	45
4.10. Сохранение профиля в файл и импорт профиля в проект	45
<b>5. Режим расчета УКВ-радиосвязи</b>	46
<b>6. Генератор отчета</b>	48
<b>7. Ситуационный план</b>	50
7.1. Назначение и основные элементы	50
7.2. Подложка	52
7.3. Снятие и коррекция профиля (режим «Электронная линейка»)	53
7.4. Оперативное планирование	55
7.5. Передача профиля в проект	56
<b>8. Режим расчета РРЛ с пассивным ретранслятором</b>	57
<b>III. Картографические данные, справочники</b>	60
<b>9. Работа с картами SRTM и SWBD</b>	60
9.1. Карты SRTM	60
9.2. Карты SWBD	60
<b>10. Работа с картами GTOPO30</b>	61

<b>11 Работа с топографическими картами</b>	62
11.1 Краткая характеристика	62
11.2 Загрузка и привязка топографических карт	62
11.3 Просмотр качества привязки	64
11.4 Трансформация карт	65
11.5 Режим «Градации серого»	65
11.6 Другие растровые карты	
11.7 Сохранение результатов	65
<b>12. Работа с векторными картами SHAPE-формата</b>	66
12.1 Основные требования, предъявляемые к картам	66
12.2 Загрузка карт для конфигурирования	66
12.3 Настройка отображения слоев	68
12.4 Выделение слоев, участвующих в расчетах	68
12.5 Построение профиля для тестирования настроек	69
12.6 Сохранение результатов	70
<b>13. Работа с картами GOOGLE</b>	71
<b>14. Справочники, калькуляторы</b>	72
14.1. Калькулятор расчета норм на SESR и Кнг	72
14.2. Расчет минимальной высоты антенн	73
14.3. Расчет допустимой ошибки ориентации антенн	74
14.4. Расчет номенклатуры листов топографических карт	74
14.5. Справочник по базам данных ITU	76
14.6. Конвертор систем координат	77
14.7. Конвертор «дБм – мкВ»	77
14.8. Калькулятор оценки погонных потерь в дожде и атмосфере	78
14.9 Калькулятор «Оценка энергетики линии»	79
<b>Приложение 1</b> Порядок установки программного комплекса	80
<b>Приложение 2</b> Возможные сбои при запуске программного комплекса	82
<b>Приложение 3</b> Системы координат	83
<b>Литература</b>	84

## Перечень сокращений и обозначений

БР	Бюро радиосвязи
ГИС	Геоинформационная система
Кнг	Коэффициент неготовности
МСЭ	Международный союз электросвязи
ПК	Программный комплекс
РРВ	Распространение радиоволн
РРЛ	Радиорелейная линия
РТР	Ретранслятор
САПР	Система автоматизированного проектирования
ЦКМ	Цифровые карты местности
ГТОПО30	Карты Global Topographic Data с разрешением 30 угл. сек
SESR	Коэффициент секунд со значительным количеством ошибок (Severely Errored Second Ratio)
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
SRTM1	Карты SRTM с разрешением 1 угл. сек
SRTM3	Карты SRTM с разрешением 3 угл. сек
SWBD	SRTM Water Body Data

## I. Общая характеристика

### 1. Назначение

Программный комплекс «Территория» предназначен для расчета наземных радиолиний (радиорелейных, технологической радиосвязи и т.д.) в режиме «точка-точка» в диапазоне частот от 100 МГц до 120 ГГц с учетом геоклиматических факторов по показателям качества и готовности.

### 2. Состав и условия использования

Программный комплекс включает: исполняемый файл Terrain.exe; динамические библиотеки (\*.dll) и эксплуатационную документацию (\*.pdf). Минимальный объем занимаемого места на жестком диске с учетом прилагаемой документации составляет до 40 Мбайт (без учета цифровых карт).

Программный комплекс самодостаточен и не требует использования дополнительного программного обеспечения, за исключением Microsoft Excel, в котором формируются отчеты. Работа с цифровыми картами осуществляется с использованием собственной встроенной геоинформационной системы (ГИС).

Программный комплекс защищается электронным ключом типа HASP. Защита не препятствует нормальной работе компьютера. При использовании локального HASP-ключа, программный комплекс может быть запущен на любом компьютере, где установлен оригинальный HASP-ключ. При использовании сетевого HASP-ключа, программный комплекс может быть запущен на любом компьютере локальной сети.

Программный комплекс не использует реестр компьютера. Отдельные настройки комплекса сохраняются в файле «Terrain.ini», размещаемого в системной папке «Windows». Необходимо настроить операционную систему так, чтобы комплексу было предоставлено право создавать, считывать и записывать данные в этот файл.

### 3. Требования

#### Требования, предъявляемые к пользователю:

- наличие опыта выполнения проектов систем передачи информации, аналогичным тем, которые будут проектироваться с использованием программного комплекса «Территория»;
- базовые знания в теории распространения радиоволн.

#### Основные требования, предъявляемые к персональному компьютеру:

- операционная система: Windows NT 4.0/2000/XP/Vista/Windows 7;
- объем оперативной памяти – не менее 2 Гб;
- наличие не менее 22 Гб свободного места на жестком диске, если цифровые карты (SRTM3, GTOPO30, SWBD) планируется хранить на жестком диске;
- «приличная» видеокарта;
- наличие клавиатуры и манипулятора «мышь»;
- наличие приложения Microsoft Excel (для генерации отчетов);
- наличие «хорошего» Internet-канала, если в процессе работы предполагается отображение интервала или снятие/коррекция профиля интервала по данным спутниковых снимков или карт Google.

#### 4. Методическая основа

В программном комплексе реализованы три основные модели расчета, реализованные в соответствии со следующими документами:

1. Рекомендация МСЭ-R P.530-12 (2007) Данные о распространении радиоволн и методы прогнозирования, требующиеся для проектирования наземных систем прямой видимости;

2. Рекомендация МСЭ-R P.530-13 (2009) Данные о распространении радиоволн и методы прогнозирования, требующиеся для проектирования наземных систем прямой видимости;

3. Методика расчета трасс цифровых РРЛ прямой видимости в диапазоне частот 2 – 20 ГГц; Москва, 1998 г.

Примечание: методика расчета трасс цифровых РРЛ прямой видимости в диапазоне частот 2 – 20 ГГц (далее «Методика 98») может использоваться только для расчета РРЛ и только в диапазоне частот от 2 до 20 ГГц.

Кроме того, в зависимости от выбранной модели расчета, могут быть использованы следующие рекомендации БР МСЭ: P.527, P.526, P.841, P.310, P.453, P.525, P.836, P.1510, P.676, P.838.

Выбор модели расчета осуществляется пользователем. В САПР «Территория» версия 4 в качестве модели расчета использовалась Рекомендация МСЭ-R P.530-12 (2007).

#### 5. Поддерживаемые цифровые карты местности

Комплекс обеспечивает ввод и коррекцию отсчетов расстояний и высот, а также растительности, местных предметов и водной поверхности для пролета вручную, путем ввода значений, представленных в табличном виде.

При необходимости данные могут быть получены с использованием цифровых карт местности (ЦКМ).

Поддерживаемые форматы ЦКМ:

- растровые карты формата SRTM1;
- растровые карты формата SRTM3;
- растровые карты формата GTOPO30;
- векторные карты формата SHAPE;
- векторные карты водных поверхностей формата SWBD.

Карты SRTM3, GTOPO30 и SWBD входят в комплект поставки (территория – Россия). Используемые цифровые карты не требуют проведения специальной установки.

При необходимости интервал может быть отображен на любой из ЦКМ, а также:

- растровых картах, в том числе на отсканированных листах топографических карт (топографические карты в комплект поставки не входят);

- на спутниковых снимках или картах Google (при наличии Internet-канала).

Профиль интервала может быть также снят или скорректирован вручную с использованием режима «Электронная линейка» по данным отсканированных листов топографических карт или по спутниковым снимкам или картам Google.

#### 6. Основные функциональные возможности

6.1. Формирование, запись, чтение, редактирование задач. Задача включает исходные данные по станциям, рельефу и атмосфере, а также результаты расчетов в виде списка параметров и графического изображения профиля трассы в стандартном виде.

6.2. Формирование и редактирование массивов отсчетов расстояний и высот, а также растительности, местных предметов и водной поверхности для пролета вручную, путем ввода значений, представленных в табличном виде;

6.3. Снятие профиля интервала с отсканированных листов топографических карт, а также, при необходимости, коррекция профиля по данным спутниковых снимков Google (встроенный инструмент «Электронная линейка»);

6.4. Импорт данных профиля интервала:

- из выполненных проектов ПК «Территория»;
- из цифровых растровых карт SRTM3 (SRTM1) с автоматическим нанесением водных участков по данным векторных карт SWBD;

- из цифровых растровых карт GTOPO30;

- из файлов с профилем интервала, подготовленных в ГИС «MapInfo» или «Нева»;

6.5. Отображение положения станций и интервала на всех поддерживаемых ЦКМ с возможностью их комбинации.

6.6. Автоматический ввод и применение радиоклиматических параметров для заданных координат мест размещения станций. Реализуется путем использования встроенных цифровых карт радиоклиматических параметров в формате, рекомендованном Бюро радиосвязи Международного союза электросвязи (BR ITU).

6.7. Ручной ввод радиоклиматических параметров.

6.8. Расчет наземных радиолиний в соответствии с рекомендациями МСЭ Р.530, Р.527, Р.526, Р.841, Р.310, Р.453, Р.525, Р.836, Р.1510, Р.676, Р.838 и документом «Методика 98».

6.9. Автоматический поиск и отображения информации об участках отражений.

6.10. Автоматический анализ и отображения информации о наличии субрефракции (для 99.9% времени).

6.11. Расчет:

- показателя качества по ошибкам в периоды готовности линии (SESR,%) и его составляющих (гладкие и частотно-селективные замирания), в том числе, для углового, пространственного, частотного и пространственно-частотного разнесения (2 и 4-кратное разнесение);

- показателя неготовности (Кнг, %) на средний год и в худший месяц.

- надежности радиолинии (при расчете для УКВ радиолиний);

Дополнительно: медианного уровня высокочастотного сигнала на входе приемника; запаса уровня высокочастотного сигнала на входе приемника; постоянных составляющих потерь на трассе.

6.12. Расчет дифракционных потерь на полуоткрытых и закрытых трассах в автоматическом режиме.

6.13. Формирование отчета с возможностью настройки его детализации и последующей передачей в Microsoft Excel.

6.14. Сервисные функции: вспомогательные расчеты параметров антенно-фидерного тракта и настройки пользовательского интерфейса.

## **7. Основные отличительные особенности комплекса**

**7.1. Соответствие требованиям к расчетам радиорелейных линий прямой видимости, принятым как в РФ, так и за рубежом.** В результате расчета пользователю выдаются прогнозируемые оценки показателя качества по ошибкам (SESR,%) и показателей неготовности (Кнг,%), для которых установлены соответствующие нормы. Дополнительно выдается список промежуточных (вспомогательных) результатов (параметров), полезных при выборе проектных решений. Перечень промежуточных (вспомогательных) результатов (параметров) признан ведущими производителями радиорелейного оборудования.

**7.2. Использование хорошо апробированных моделей и методик, рекомендованных BR ITU-R.** Используются их последние версии, максимально

ориентированные на программную реализацию. Реализованная комплексная методика, допускающая возможность ее как ручного, так и автоматического конфигурирования, предварительно проверена путем выполнения расчетов на множестве исходных данных и сопоставления результатов с имеющимися данными, полученными другими способами. Сложность реализованной методики практически незаметна для пользователя – интерфейс программного комплекса прост и нагляден.

**7.3. Широкие функциональные возможности:** полная поддержка расчетных задач для всего указанного частотного диапазона. Комплекс обеспечивает расчет как линий прямой видимости (открытых), так и линий с дифракционными потерями (полуоткрытых, закрытых). При этом используются адекватные (а не простейшие) модели дифракции, учитывающие реальный профиль рельефа. Учитываются условия возникновения замираний (гладких и частотно-селективных) вследствие многолучевого распространения радиоволн и субрефракции, поглощения и рассеяния в осадках.

Учет частотно-селективных замираний (на основе метода сигнатуры) позволяет производить расчеты для линий со скоростями до 155 Мбит/с.

Проведение расчетов обеспечивается для любой конфигурации современного радиорелейного оборудования, включая поддержку расчетов для случаев пространственного, частотного, пространственно-частотного и углового разнесения, а также передачи на ортогональной поляризации одной или двумя антеннами, с поляризационным компенсатором или без него на приеме.

**7.4. Высокая степень автоматизации подготовки исходных данных и выполнения расчетов.**

Значительно автоматизирован и упрощен наиболее трудоемкий этап подготовки исходных данных. Этот этап включает формирование профиля, списка параметров и режимов работы станций, настройку модели рельефа и атмосферы (по умолчанию реализована автоматическая настройка моделей).

Новый проект может быть создан путем редактирования прототипа в целом или объединения частей прототипов проектов. Например, новый проект можно создать, загрузив профиль из проекта 1, параметры станций – из проекта 2. При этом при загрузке проекта 1 будут выделены только параметры профиля, а из проекта 2 – параметры станций.

Необходимые исходные данные по геоклиматическим параметрам, а также параметрам подстилающей поверхности автоматически загружаются из встроенных цифровых карт BR ITU по географическим координатам станций. По желанию пользователя эти параметры могут быть введены или скорректированы вручную.

Модель расчета дифракционных потерь по умолчанию определяется автоматически. Для линий прямой видимости предусмотрен режим детального анализа условий возникновения отражений от подстилающей поверхности с учетом ее проводимости, диэлектрической проницаемости, неровности и пространственного положения участка отражения. Предусмотрено автоматическое определение проводимости и диэлектрической проницаемости по типу подстилающей поверхности (по данным BR ITU).

Реализован широкий перечень вариантов ввода или импорта данных по профилю интервала. Комплекс позволяет импортировать данные, полученные с использованием цифровых карт SRTM, SHAPE, ГИС «MapInfo» и «Нева», совместим с форматами ряда других специализированных программ расчета радиорелейных линий. При наличии отсканированных листов обычных топографических карт профиль интервала может быть оперативно снят с использованием встроенной электронной линейки. Снятый профиль непосредственно включается в проект без промежуточных операций записи-чтения файлов.



Для каждого из этих режимов предусмотрена функция анализа профиля, измерений, коррекции, включая коррекцию растительного покрова и местных предметов, сохранения и передачи данных в проект.

**7.5. Предельная простота использования** - достигается не только максимальной поддержкой пользователя по исходным данным и методам решения задач, но и простотой интерфейсов: пользователю выводятся только те данные, которые необходимы в данной ситуации; детализация достигается последовательным «погружением» в соответствующий пункт меню.

## II. Описание работы с комплексом

### 1. Быстрый старт

В этой части руководства описывается, как можно быстро загрузить готовый проект и получить решение подготовленной задачи. Это позволяет на примере продемонстрировать основные приемы работы. В последующих разделах дается подробное описание всех панелей, окон, кнопок с необходимыми разъяснениями.

Для решения своей задачи пользователь должен создать новый проект. Проект включает параметры станций и среды (рельефа и атмосферы). Проект может быть создан на основе уже имеющегося проекта или "с нуля".

#### Шаг 1: Запустить комплекс

Запустите программный комплекс «Территория» путем запуска файла «Terrain.exe». После запуска открывается главная панель комплекса. Все окна ввода и вывода пустые (рис.1.1).

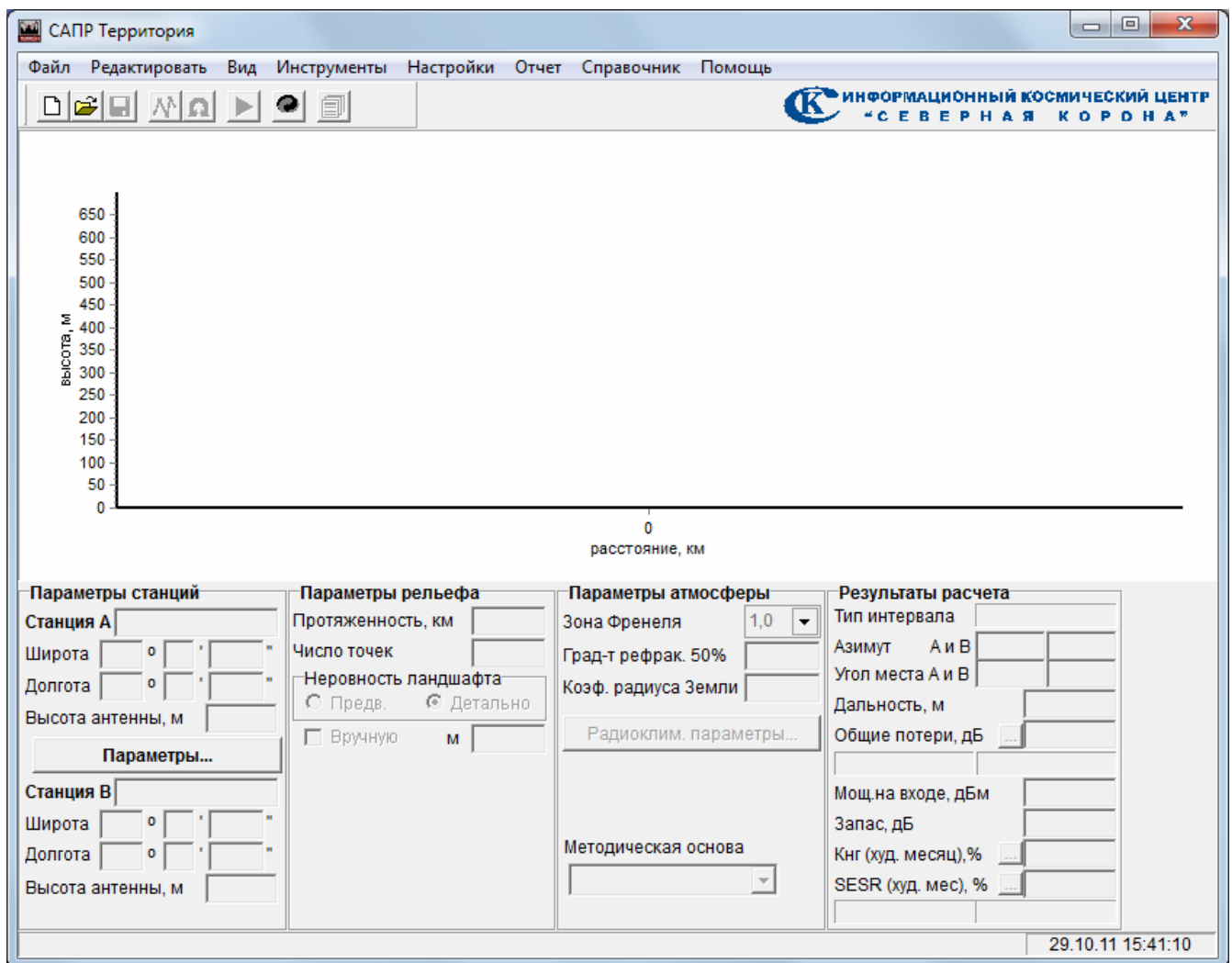


Рис.1.1. Главная панель комплекса при первом запуске

#### Шаг 2: Создать проект (чтение файла готового проекта)

Для дальнейшей работы необходимо открыть существующий проект из файла или создать новый.

А) Для создания нового проекта необходимо в основном меню главной панели выбрать «**Файл – Новый проект**» (варианты: нажать кнопку быстрого доступа «**Новый**

проект»; нажать комбинацию клавиш «*Ctrl-N*»). Откроется панель «Параметры» для ввода основных параметров станций.

В) Для открытия проекта из файла необходимо в основном меню главной панели выбрать «*Файл - Открыть проект*» (варианты: нажать кнопку быстрого доступа «*Открыть проект*»; нажать комбинацию клавиш «*Ctrl-O*») и в диалоговом окне «Открыть проект...» выбрать файл с проектом (например, *TestProectV5.ter*, входящий в комплект поставки и содержащий данные для тестирования). Все окна главной панели заполнятся данными (рис.1.2).

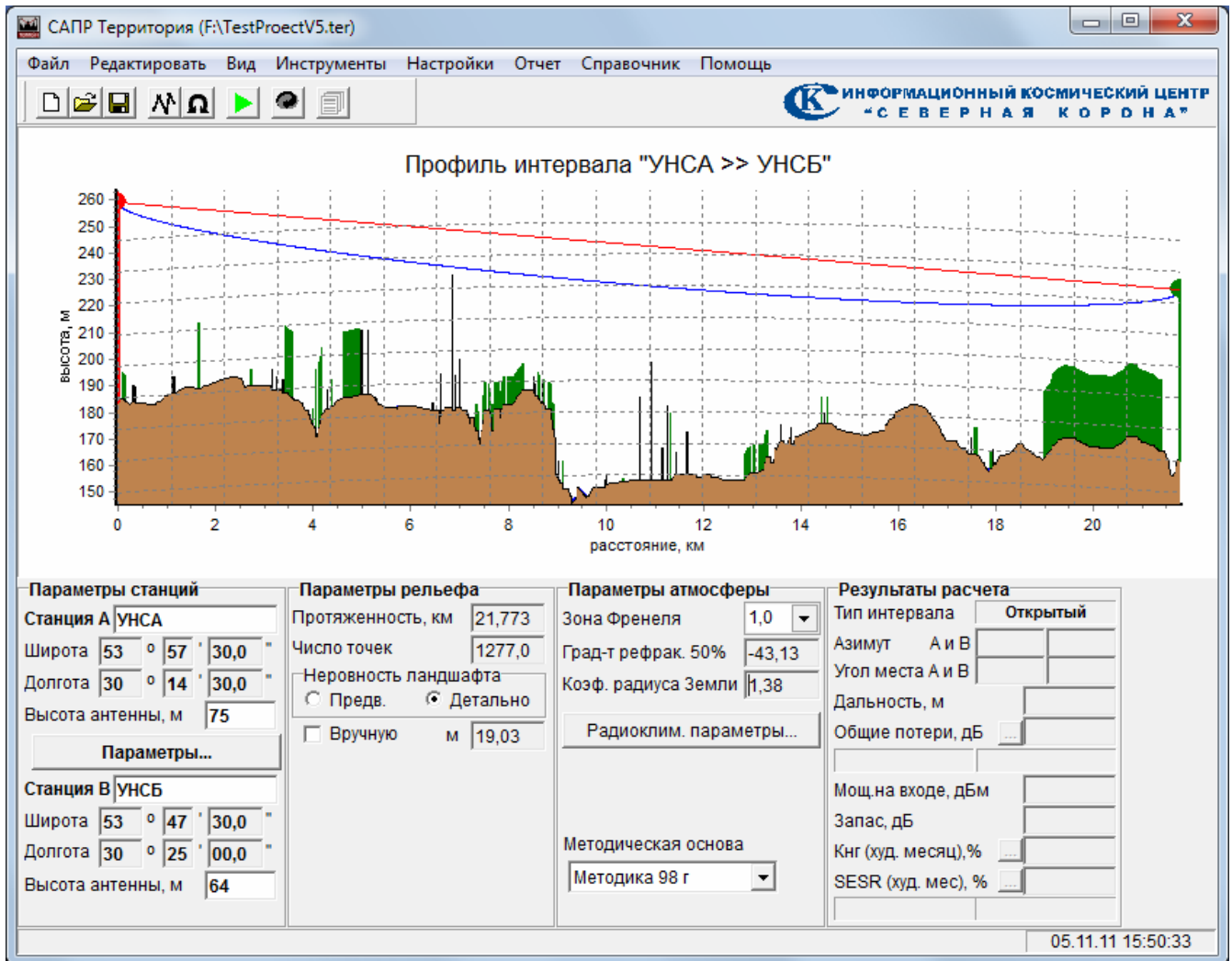


Рис.1.2. Главная панель комплекса после загрузки файла проекта

### Шаг 3: Ввод и редактирование параметров станций

В главной панели в разделе «*Параметры станции*» нажать кнопку «*Параметры...*». Откроется панель ввода и редактирования параметров станций (рис.1.3).

Можно ввести или изменить параметры в соответствии с требованиями задачи.

Можно загрузить параметры оборудования станций из файла проекта. Для этого необходимо открыть из меню «*Сервис*» подменю «*Загрузить из файла проекта...*» и в открывшемся диалоговом окне выбрать файл проекта.

После окончания ввода и редактирования параметров станций нажать кнопку «*ОК*» или «*Применить*» для передачи параметров станций в проект. При нажатии на кнопку «*ОК*» панель закроется.

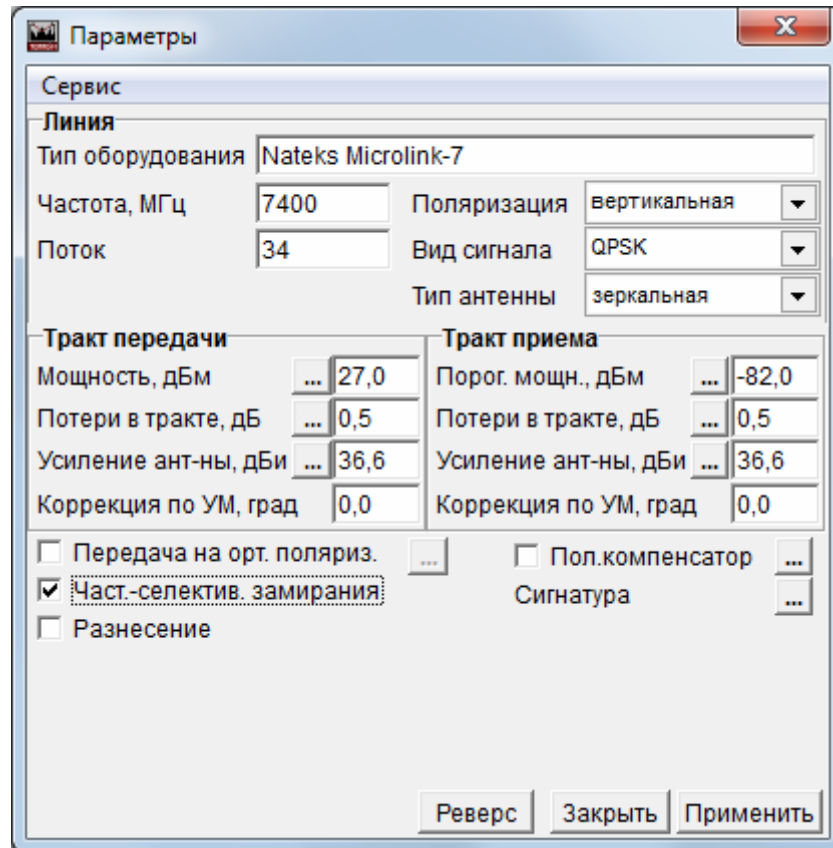


Рис.1.3. Ввод и редактирование параметров станций

#### Шаг 4: Ввод и редактирование данных по рельефу

В главной панели нажать кнопку быстрого доступа «Ввод и редактирование профиля» (варианты: выбор меню «Редактировать - Профиль интервала»). Откроется панель ввода и редактирования профиля местности (рис.1.4).

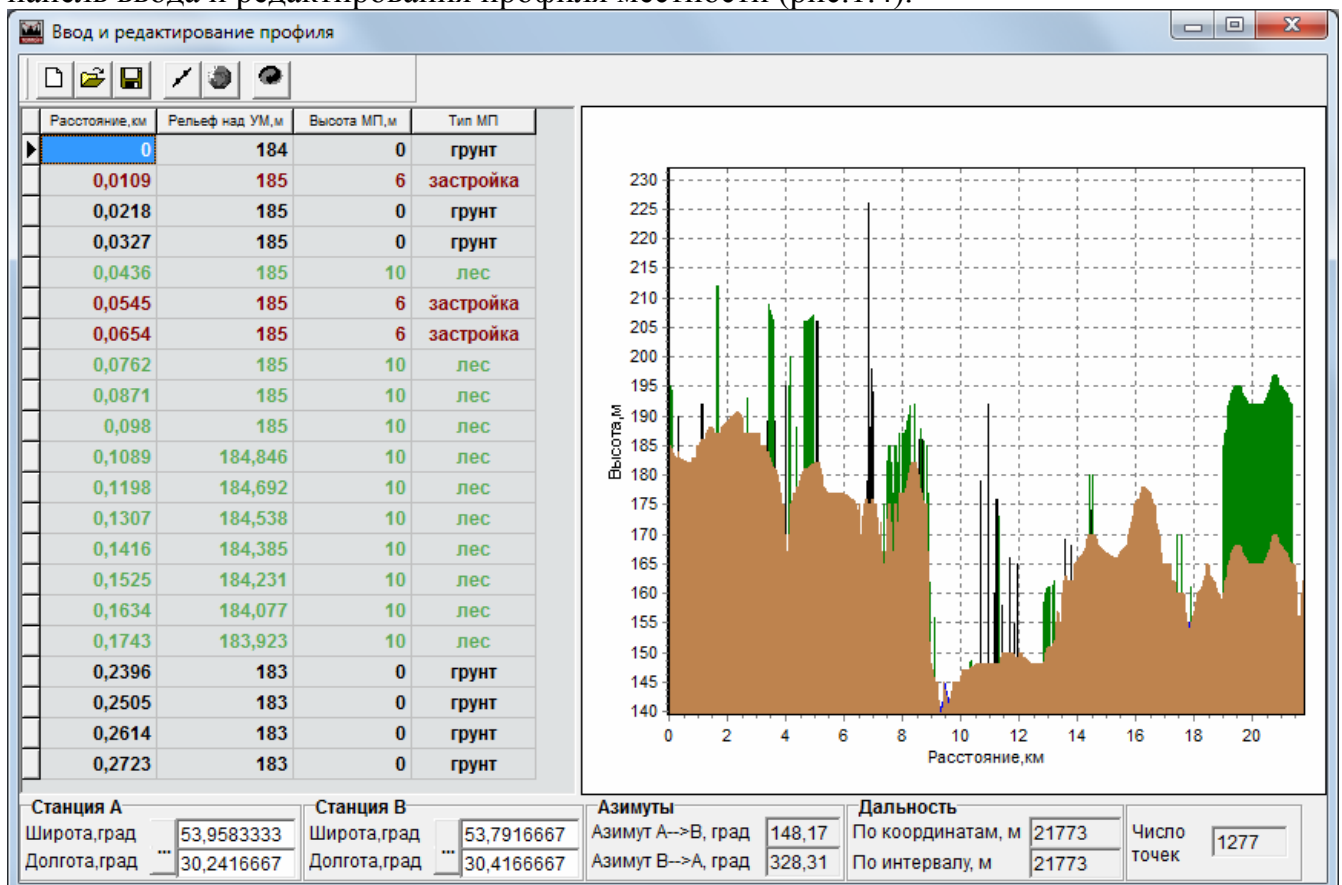


Рис.1.4. Ввод и редактирование профиля интервала

Пользователь может скорректировать текущий профиль или же ввести новый. Для ввода профиля, содержащегося в файлах проектов САПР Территория, или полученных из ГИС «MapInfo» или «Нева» необходимо в диалоговом окне «Открыть профиль из файла» (открывается одноименной кнопкой) выбрать нужный файл. Комплекс автоматически идентифицирует тип файла и загрузит профиль в панель. При необходимости, можно воспользоваться электронной линейкой, которая открывается кнопкой «Создать профиль в электронной линейке». Для импорта данных из SRTM, GTOPO30 или SHAPE необходимо нажать кнопку «Загрузить профиль из ЦКМ» и в выпадающем меню выбрать «Загрузить из SRTM3» или «Загрузить из SHAPE» (меню доступно при наличии подгруженных карт SHAPE). Меню «Загрузить из GTOPO30» предназначено для оценки профиля интервала там, где карты SRTM3 отсутствуют.

После окончания работы с профилем необходимо нажать кнопку **«Вставить профиль в проект»**. Панель ввода и редактирования профиля закроется, а сам профиль отобразится в окне отображения профиля главной панели.

#### **Шаг 5: Выбор высот подвеса антенн**

В разделе «Параметры станций» в полях «Высота антенны, м» главной панели введите предполагаемую высоту подвеса антенн над уровнем Земли.

Убедитесь, что тип интервала определен как «Открытый» (раздел «Результаты расчета»). Убедитесь также, что не горят транспаранты «Отражения» и «Субрефракция». Если интервал не является открытым или горит транспарант «Субрефракция» - измените высоту подвеса антенн. Если горит транспарант «Отражения» - значит на интервале есть протяженные участки отражения. Меняя высоту положения антенн или места размещения РРС необходимо постараться исключить наличие таких участков.

#### **Шаг 6: Задание требований к пролету**

Перед выполнением расчета необходимо получить расчетные значения норм на коэффициент неготовности (Кнг) и SESR. Для этого можно воспользоваться калькулятором расчета требуемых значений SESR и Кнг (см. соответствующий раздел руководства). Для ввода полученных значений, необходимо открыть панель «Требования к пролету» (рис.1.5) и отредактировать значения Кнг и SESR на наихудший месяц в процентах. На основе этих значений комплекс будет принимать решение о готовности интервала.

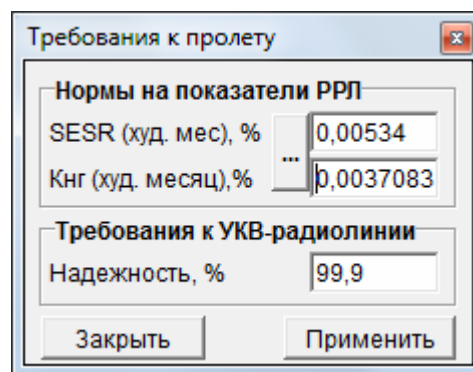


Рис.1.5 Ввод и редактирование требований к пролету

#### **Шаг 7: Выбор методики расчета**

В главной панели из списка «Методическая основа» выберите методику расчета:

- «Р.530-12 (2007 г)»;
- «Р.530-13 (2009 г)»;
- «Методика 98», что соответствует документу «Методика расчета трасс цифровых РРЛ прямой видимости в диапазоне частот 2 – 20 ГГц».

Если в качестве методической основы выбрана «Методика 98», то необходимо дополнительно определить значения эффективного градиента диэлектрической проницаемости воздуха  $g$  и стандартного отклонения  $\sigma$ . Значения можно ввести вручную или определить по номеру зоны карты радиоклиматического районирования Российской Федерации. Для этого откройте панель «Радиоклиматические параметры» и на закладке «Методика 98 г» (рис. 1.6) выберите номер зоны, ориентируясь по подсказке ниже – какой территории соответствует данная зона. Для ручного ввода значений выберите в списке «Номер зоны» - «Не определен» и введите значения градиента и стандартного отклонения в соответствующие строки. Нажмите кнопку «ОК» - панель закроется.

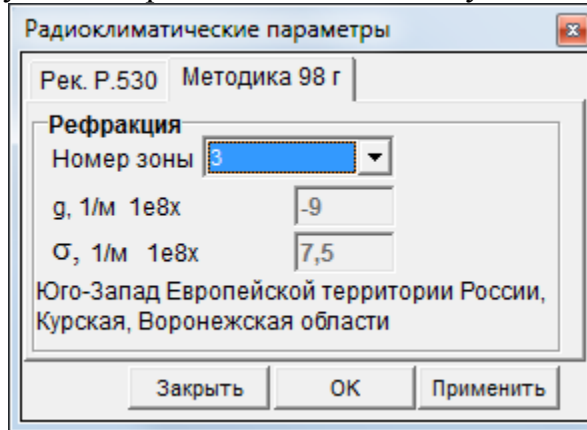


Рис. 1.6 Ввод и редактирование радиоклиматических параметров

### Шаг 8: Решение задачи

В главной панели нажать кнопку быстрого доступа «*Расчет*» (вариант: клавиша *F9*). Результаты расчетов отобразятся в разделе «*Результаты расчета*» главной панели. Главная панель после решения задачи показана на рис.1.7.

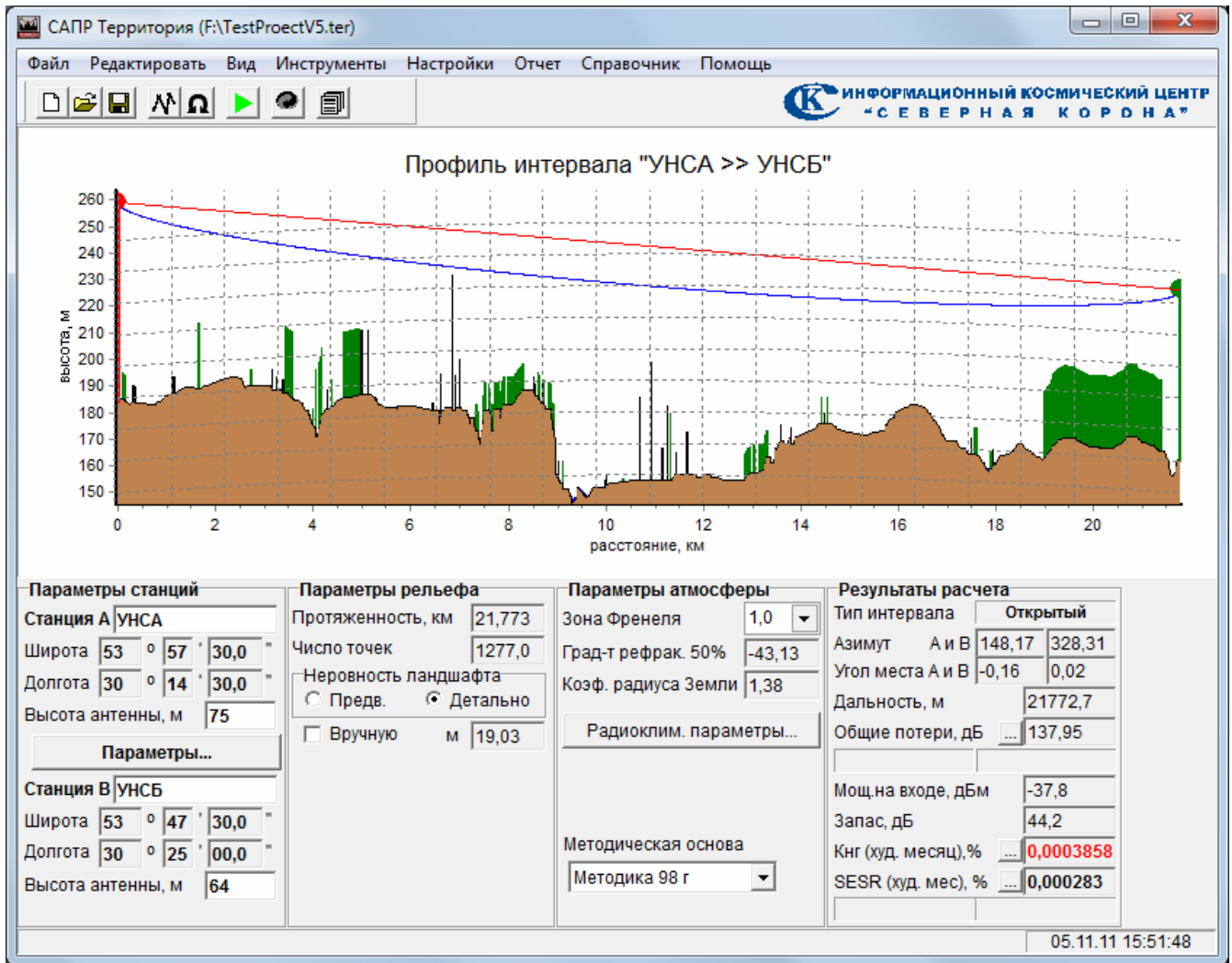


Рис.1.7. Главная панель с результатами решения задачи

В качестве основного формального критерия корректности решения задачи считается выполнение норм по показателям качества (SESR%) и готовности (Кнг%). Расчетные значения показателя качества и готовности отображаются в соответствующих окнах. Если нормы на Кнг и/или SESR не выполнены – загораются соответствующие транспаранты. Кроме того, при проектировании РРЛ необходимо учитывать следующее:

- в строке «Тип интервала» должно быть отображено: «Открытый»;
- не должен гореть транспарант «Субрефракция»;
- требует внимательного изучения ситуация, если горит транспарант «Отражения»;
- запас на линии, как правило, должен превышать 30 дБ.

### Шаг 9: Формирование отчета

Основные исходные данные и результаты расчета могут быть переданы в Excel, где будут динамически сформированы итоговые таблицы и графическая информация. Формирование отчета осуществляется с использованием панели «Генератор отчета». Панель «Генератор отчета» открывается через меню «Отчет»-«Генератор отчета». Внешний вид панели представлен на рис. 1.8.

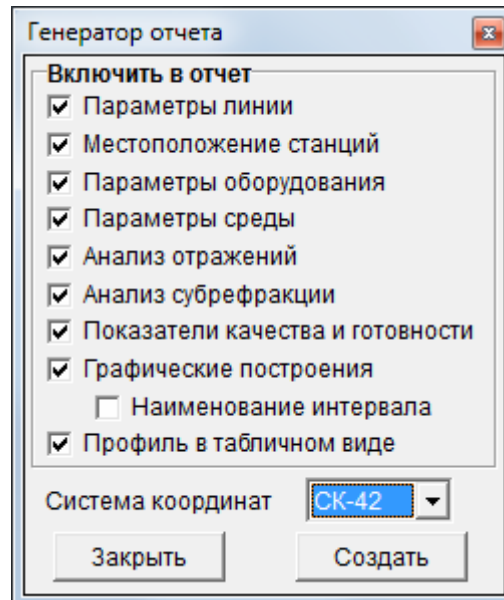


Рис.1.8. Генератор отчета

Щелчком мышки установите «галочки» в позициях, которые должны быть отражены в отчете. Из выпадающего списка выберите систему координат, в которой будут представлены координаты станций в отчете. Для включения в отчет табулированных значений отметок дальностей и высот рельефа и местных предметов включите опцию «*Профиль в табличном виде*».

Нажмите кнопку «Создать» - откроется приложение Excel, в котором будет динамически сформирован отчет, включая рисунки с профилем трассы, отражениями, субрефракцией. Формат отображения данных в Excel показан на рис.1.9.

### **Шаг 10: Сохранение проекта**

Проект может быть сохранен в отдельном файле для последующего использования или просмотра. Для этого необходимо в меню главной панели выбрать «*Файл - Сохранить*» и в диалоговом окне указать путь и название файла проекта.



	А	В	С
88	Уровень сигнала при субрефракции, дБм	-38,25	
89	Запас при субрефракции, дБ	43,75	
90	Параметры субрефракции при нулевом запасе		
91	Процентная вероятность, %	2,1E-4	
92	Коэффициент радиуса Земли	0,1	
93	Градиент рефрактивности, 1/км	1380,76	
94	Дифракционные потери, дБ	44,25	
95	Уровень сигнала, дБм	-82	
96	Значимость субрефракции	нет	
97			
98			
99			
100	<b>Показатели качества и готовности интервала в направлении "Станция А - Станция Б"</b>		
101	Тип интервала	Открытый	
102	Наличие субрефракции для 99.9%	нет	
103	Наличие отражений	нет	
104	Суммарные потери, дБ	137,952	
105	Потери в свободном пространстве, дБ	136,59	
106	Потери на рельефе, дБ	0	
107	Потери в атмосфере, дБ	0,36	
108	Потери в аппаратуре, дБ	1	
109	Потери юстировки антенн, дБ	0	
110	Мощность на входе, дБм	-37,75	
111	Запас, дБ	44,25	
112	SESR требуемый (худший месяц), %	0,00534	
113	SESR суммарный (худший месяц), %	0,000283	
114	SESR из-за отражений от тропосферы, %	4,3E-5	
115	SESR по кросс-поляризации, %	0,0	
116	SESR из-за субрефракции, %	0,000214	
117	SESR по частотно-селектив. замираниям, %	2,6E-5	
118	Пригодность по SESR	Пригоден	
119	Кнг требуемый (худший месяц), %	0,003708	
120	Кнг расчетный (худший месяц), %	0,000386	
121	Кнг расчетный (средний год), %	0,0000317	
122	Пригодность по Кнг	Пригоден	
123	Пригодность по SESR и Кнг в целом	Пригоден	
124			
125	<b>Показатели качества и готовности интервала в направлении "Станция А - Станция Б"</b>		
126	Тип интервала	Открытый	
127	Наличие субрефракции для 99.9%	нет	
128	Наличие отражений	нет	
129	Суммарные потери, дБ	137,952	
130	Потери в свободном пространстве, дБ	136,59	
131	Потери на рельефе, дБ	0	
132	Потери в атмосфере, дБ	0,36	
133	Потери в аппаратуре, дБ	1	
134	Потери юстировки антенн, дБ	0	
135	Мощность на входе, дБм	-37,75	
136	Запас, дБ	44,25	
137	SESR требуемый (худший месяц), %	0,00534	
138	SESR суммарный (худший месяц), %	0,000283	
139	SESR из-за отражений от тропосферы, %	4,3E-5	
140	SESR по кросс-поляризации, %	0,0	
141	SESR из-за субрефракции, %	0,000214	
142	SESR по частотно-селектив. замираниям, %	2,6E-5	
143	Пригодность по SESR	Пригоден	
144	Кнг требуемый (худший месяц), %	0,003708	

Рис.1.9. Формат отображения данных в Excel

## 2. Главная панель

### 2.1. Краткое описание

Взаимодействие пользователя с программным комплексом осуществляется через главную панель. После ввода исходных данных она имеет вид, как показано на рис.2.1.

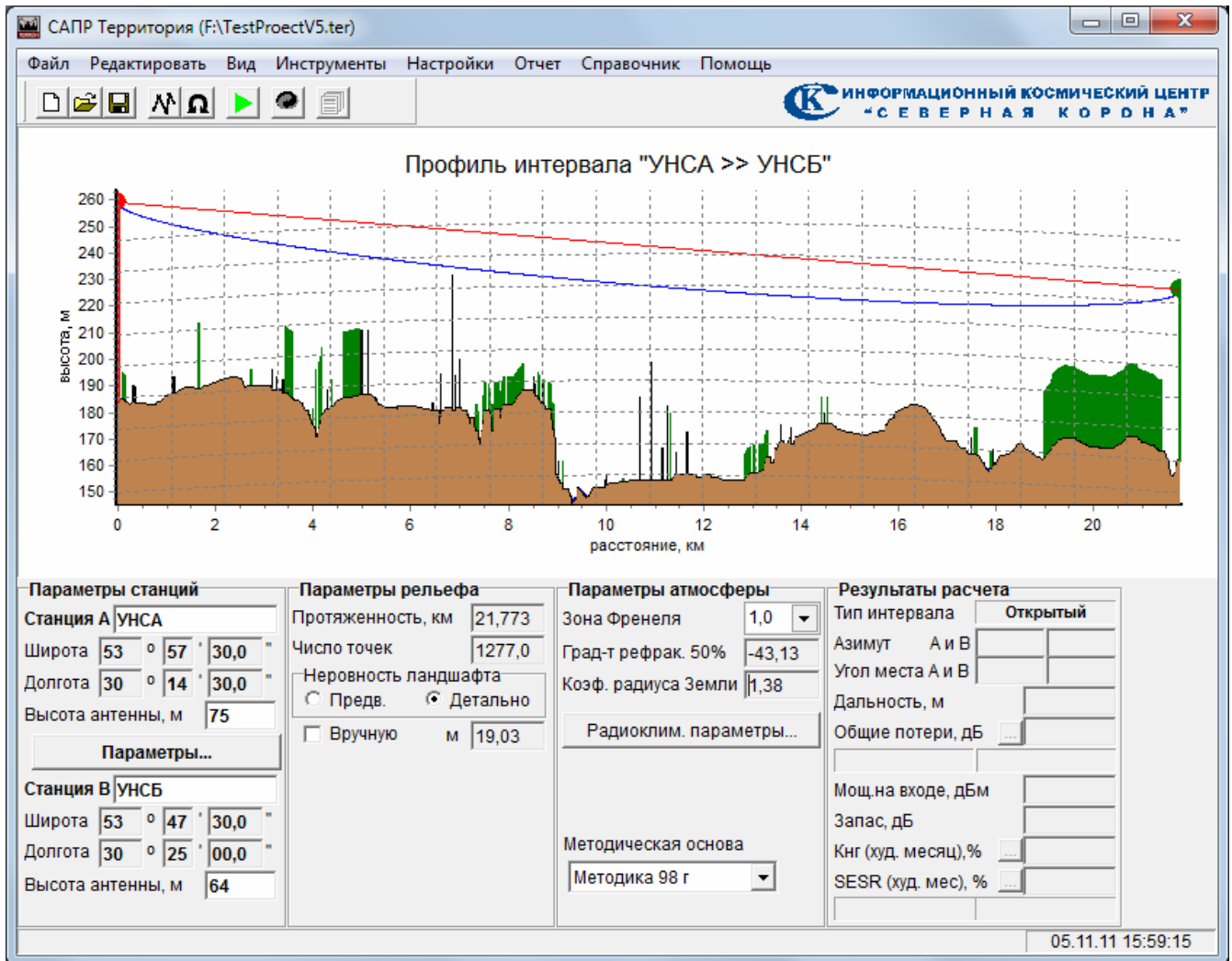


Рис.2.1. Главная панель комплекса

В верхней части расположена панель инструментов. Ниже – панель отображения профиля.

Нижняя часть главной панели разделена на 4 части: левая предназначена для определения параметров станций, правая – для вывода результатов, две центральные – для настройки моделей рельефа и атмосферы и выбора режимов их использования. Здесь же расположен элемент выбора методической основы расчета.

### 2.2. Главное меню комплекса

Меню «*Файл*» включает следующие подменю:

- «Новый проект»: создание нового проекта "с нуля"; дублируется одноименной кнопкой быстрого запуска;
- «Открыть проект...»: загрузка существующего проекта, дублируется одноименной кнопкой быстрого запуска;
- «Открыть повторно»: отображает список 5-ти последних файлов проекта; при выборе одного из них – осуществляется загрузка проекта из выбранного файла;

- «Сохранить проект»: сохранение текущего проекта в связанный с ним файл; дублируется одноименной кнопкой быстрого запуска;
- «Сохранить проект как...»: сохранение текущего проекта в новый файл;
- «Закрыть проект»: закрывает проект, комплекс переводится в исходное состояние;
- «Выход»: закрытие проекта и программного комплекса.

Меню **«Редактировать»** включает следующие подменю:

- «Требования к пролету» - открывает панель «Требования к пролету» для задания требуемых значений SESR и Кнг, а также надежности радиосвязи (для УКВ-линий);
- «Профиль интервала» - открывает панель «Ввод и редактирование профиля»; дублируется одноименной кнопкой быстрого запуска;
- «Параметры оборудования» - открывает панель «Параметры» для ввода параметров оборудования; дублируется одноименной кнопкой в разделе «Параметры станции» главной панели;
- «Радиоклиматические параметры» - открывает панель «Радиоклиматические параметры»; дублируется одноименной кнопкой в разделе «Параметры атмосферы» главной панели.

Меню **«Вид»** включает следующие подменю:

- «Ситуационный план» - открывает панель «Ситуационный план»;
- «Линия профиля для 99.9%» - при включенной опции в зоне отображения профиля интервала дополнительно будет отображаться суммарная линия профиля для градиента рефрактивности 99.9%;
- «Линия нулевого запаса» - при включенной опции в зоне отображения профиля интервала дополнительно будет отображаться суммарная линия профиля для градиента рефрактивности, при котором запас на линии равен нулю;
- «Участки отражений» - при включенной опции при наличии участков, подозрительных на отражения, дополнительно на рисунке профиля будут отображаться все найденные участки отражений и пути от станций до концевых точек найденных участков отражения;
- «Параметры отражений» - открывает панель «Параметры участков отражений»;
- «Параметра субрефракции для 99.9%» - открывает панель «Анализ субрефракции для 99.9%».

Меню **«Инструменты»** включает следующие подменю:

- «Расчет минимальной высоты антенн» – открывает панель «Рекомендуемые высоты антенн» для расчета минимально допустимой (с точки зрения субрефракционных замираний) высоты антенн (по рек. Р.530);
- «Расчет допустимой ошибки ориентации антенн» – открывает панель «Допустимая ошибка ориентации антенн»;
- «Анализ профиля интервала» - открывает панель «Анализ профиля интервала» для проведения детального исследования профиля интервала;
- «Сохранить изображение профиля в файл...» – открывает диалоговое окно для записи изображения профиля в файл;
- «Копировать изображение профиля в буфер...» – позволяет передать изображение профиля интервала в буфер в растровом или векторном формате.
- «Топографические карты» - открывает панель «Топографические карты» для загрузки, привязки и, при необходимости, трансформирования отсканированных листов топографических карт;
- «Карты SHAPE-формата» - открывает панель «Настройка векторных карт SHAPE-формата», для загрузки векторных карт этого формата.

Меню **«Настройки»** включает следующие подменю:

- «Режим расчета УКВ-радиосвязи» - переводит комплекс в режим расчета УКВ-радиосвязи;

- «Установки» - открывает панель «Установки комплекса».

Меню **«Отчет»** включает следующее подменю:

- «Генератор отчета» - открывает панель «Генератор отчета» для подготовки и создания итогового отчета.

Меню **«Справочник»** имеет следующие элементы:

- «База данных ITU» – открывает панель «Справочник по базам данных ITU» для отображения встроенных цифровых карт радиоклиматических параметров, рекомендованных BR ITU;

- «Координаты, дальности и азимуты» - открывает калькулятор «Координаты, дальности и азимуты», который предназначен для преобразования географических координат из одной координатной системы в другую, а также для расчета по известным координатам дальности и углов азимутов;

- «Конвертор «дБм—мкВ» – открывает калькулятор для пересчета значений из дБм в мкВ и обратно;

- «Номенклатура топокарт» – открывает панель «Номенклатура листов топографических карт»;









- «Нормы на SESR и Кнг» - открывает калькулятор расчета требуемых значений SESR и Кнг.

Меню **«Помощь»** имеет следующий элемент:

- «О программе» - открывает одноименную панель с данными о разработчике и версии программного комплекса.

### 2.3. Линейка кнопок быстрого доступа

Основное назначение кнопок представлено в табл. 2.1.

Основное назначение кнопок линейки быстрого доступа		Таблица 2.1
	Новый проект	Создает новый проект
	Открыть проект	Открывает диалоговое окно «Открыть проект» для загрузки готового проекта из файла
	Сохранить проект	Сохраняет текущий проект в файл, а если проект новый – то открывает диалоговое окно «Сохранить проект как...»
	Ситуационный план	Открывает панель «Ситуационный план»
	Реверс	Реверсирует профиль интервала в главной панели с отображением результатов расчета по обратному направлению
	Расчет	Запускает процедуру расчета линии, дублируется клавишей «F9»
	Ввод и редактирование профиля	Открывает специальную панель для ввода и редактирования профиля интервала
	Генератор отчета	Открывает генератор отчета

### 2.4. Контейнер отображения профиля

В контейнере отображаются:

- профиль рельефа местности, лес, застройка, водная поверхность;
- антенные опоры;
- линия прямой видимости и нижняя граница сечения эллипсоида Френеля;
- обнаруженные участки отражений и пути от станций до концевых точек найденных участков отражения (при включенной опции «Участки отражений»);

- линия профиля для градиента рефрактивности 99.9% (при включенной опции «Линия профиля для 99.9%»);
- линия профиля для градиента рефрактивности, при котором запас на линии равен нулю (при включенной опции «Линия нулевого запаса»);
- шкалы расстояний и высот;
- координатная сетка.

Отображаемое в окне изображение автоматически масштабируется так, чтобы независимо от значений абсолютных высот рельефа видимой была часть рельефа от минимальной высоты до максимальной.

Независимо от условий рефракции, изображение представляется так, что радиоволна от станции А к станции В как бы распространяется по прямой; при этом местная рефракция учитывается в кривизне Земли.

Высоты антенн могут изменяться путем перетаскивания мышкой или вводом значений в окнах **Высота ант., м** раздела **Параметры станций**. В последнем случае после ввода значения нужно нажать **Enter** или сменить фокус клавишей **Tab**.

При любом изменении высот подвеса антенн автоматически изменяется отображение профиля. Если при этом возникают участки отражения, загорается транспарант «Отражения». Если возникают условия субрефракции – загорается транспарант «Субрефракция».

Удержание левой клавиши мышки и ее перемещение по диагонали слева-направо и сверху-вниз в пределах интересующего участка изображения вызывает увеличение изображения данного участка (зум). Границы участка в процессе увеличения отображаются штриховой линией. Таким образом можно в деталях рассмотреть интересующий участок изображения. Возврат к исходному изображению осуществляется перетаскиванием мышки в обратном направлении с одновременным удержанием левой клавиши.

С использованием панели «Установки комплекса» все цвета для отображения основных объектов (лес, вода, застройка, грунт и т.д.) могут быть переопределены. Для этого откройте панель (рис.2.2) и измените цвет нажатием мышкой соответствующей цветной кнопки и выбором цвета в открывающейся панели. Цветовые настройки сохраняются в файле «Terrain.ini» на этапе закрытия комплекса.

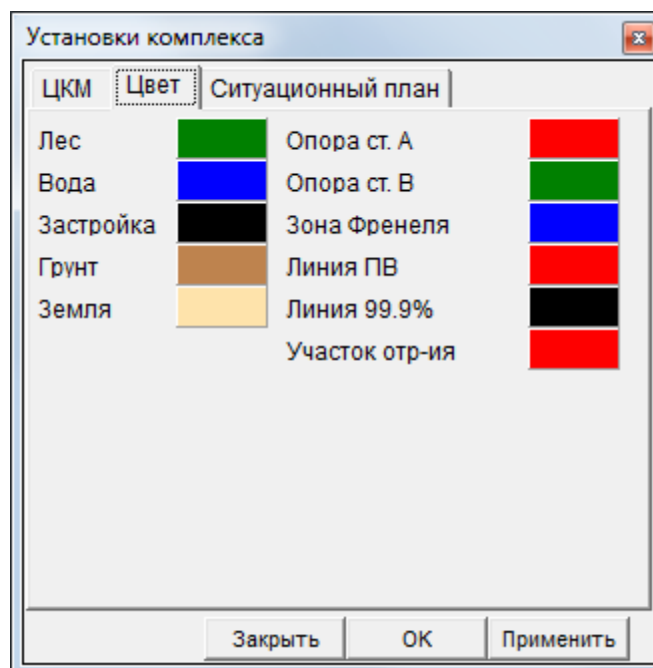


Рис.2.2. Панель «Установки комплекса»

## 2.5. Раздел «Параметры станций»

Раздел «Параметры станций» представлен на рис. 2.3. Предназначен для отображения географических координат станций, ввода и отображения наименований и высот подвеса антенн станций, а также доступа к панели «Параметры» для ввода, коррекции и просмотра параметров станций.

Строки ввода **Станция А** (это станция, которая расположена слева; она является передающей) и **Станция В** (это станция, которая расположена справа; она является приемной) используются для ввода условного наименования станций, присваиваемого пользователем (например, это может быть наименование ближайшего населенного пункта).

Введенные наименования станций отображаются над профилем в виде надписи **Профиль интервала "УНСА>>УНСВ"**, где УНСА(В) - условное наименование станции А (В). Если обе строки **Станция А** и **Станция В** пусты, то надпись **Профиль интервала** над профилем исчезает.

Параметры станций			
Станция А УНСА			
Широта	53 °	57 '	30,0 "
Долгота	30 °	14 '	30,0 "
Высота антенны, м	75		
Параметры...			
Станция В УНСБ			
Широта	53 °	47 '	30,0 "
Долгота	30 °	25 '	00,0 "
Высота антенны, м	64		

Рис.2.3 Раздел «Параметры станций»

В строках **Широта, град** и **Долгота, град** для каждой из станций отображаются географические широта и долгота в системе координат WGS-84 в формате «град-мин-сек», причем секунды отображаются с точностью до сотых долей. Ввод и редактирование географических координат станций допускается только в панели для работы с профилем: «Ввод и редактирование профиля».

В строках ввода **Высота ант., м** вводятся высоты подвеса антенн над уровнем земли в метрах в точке развертывания станций А и В. После ввода или коррекции значения необходимо для подтверждения нажать клавишу **Enter** или сменить фокус клавишей **Tab**.

Кнопка **Параметры...** открывает одноименную панель для ввода и редактирования параметров станций.

## 2.6. Раздел «Параметры рельефа»

Раздел «Параметры рельефа» предназначен для отображения протяженности и числа точек профиля интервала, а также настройки данных по неровности ландшафта.

В окне **Протяженность, км** отображается протяженность пролета, соответствующая последнему отсчету дальности профиля интервала (может отличаться от значения дальности между станциями в разделе **Результаты расчета**, так как там дальность определяется по координатам станций).

В окне **Число точек** отображается число отсчетов расстояний и высот профиля, включая концевые точки.

При расчете радиорелейных линий учитывается неравномерность ландшафта местности. Учет неравномерности ландшафта при расчете РРЛ может выполняться в двух вариантах:

- предварительное проектирование - когда точных данных по профилю интервала нет (например, когда места строительства опор выбраны ориентировочно);
- детальное проектирование - когда имеются точные данные по профилю (места установки антенных опор известны точно).

Выбор варианта осуществляется в панели «Параметры рельефа» путем установки варианта учета неровности ландшафта: **Неровность ландшафта - Предв.** (для первого варианта) или **Неровность ландшафта - Детально** (для второго варианта) - рис.2.4 а.

Неровность ландшафта характеризуется девиацией высот рельефа местности в квадрате 110 на 110 км с центром, соответствующем центру интервала. При выборе **Неровность ландшафта - Детально** открываются:

- опция включения ручного ввода значения девиации высот рельефа местности (**Вручную**);
- окно отображения значения девиации высот рельефа местности.

Если опция **Вручную** выключена, то значение неровности ландшафта в квадрате 110 на 110 км будет вычислено автоматически и выведено в соответствующее окно вывода. Автоматический расчет неровности выполняется по данным цифровых карт ГТОРО30. Если карты ГТОРО30 отсутствуют, то при автоматическом расчете неровность ландшафта будет вычислена по данным профиля интервала.

При включенной опции **Вручную** значение неровности ландшафта можно ввести непосредственно в строку ввода (рис.2.4 в).

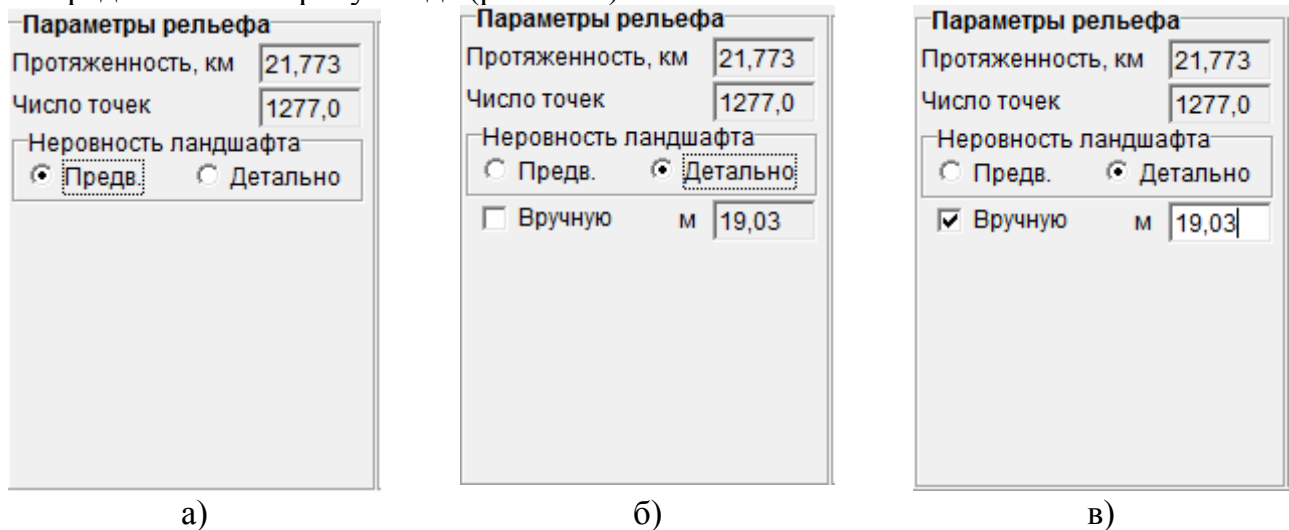


Рис.2.4 Параметры рельефа

## 2.7. Раздел «Параметры атмосферы»

Раздел «Параметры атмосферы» предназначен для настройки параметров атмосферы (рис.2.5).

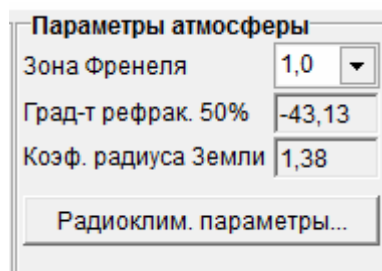


Рис.2.5 Настройка параметров атмосферы

Окно (выпадающий список) **Зона Френеля** позволяет вводить значения номера учитываемого эллипсоида Френеля. При необходимости номер зоны Френеля может быть изменен, в том числе путем введения значения в виде числа с плавающей запятой (в диапазоне от 0.1 до 10). Эта опция предназначена для решения частных задач пользователей. По умолчанию все расчеты проводятся для первой зоны Френеля.

В окне **«Град-т рефрак. 50%»** отображается используемое в расчетах значение градиента рефрактивности в приземном слое высотой 65 м, соответствующее территории развертывания РРЛ, не превышаемое в 50% времени среднего года. Это значение градиента рефрактивности используется для расчета уровня высокочастотного сигнала на входе приемника и соответствующего запаса над порогом. В частности, при этом значении рассчитываются дифракционные потери (для полуоткрытого и закрытого пролетов).

В окне **«Кэф. радиуса Земли»** отображается значение коэффициента эффективного радиуса Земли, соответствующего градиенту рефрактивност 50%.

Кнопка **«Радиоклим. параметры»** открывает панель (рис.2.6), в которой дополнительно отображаются и могут быть изменены используемые при расчете радиоклиматические параметры.

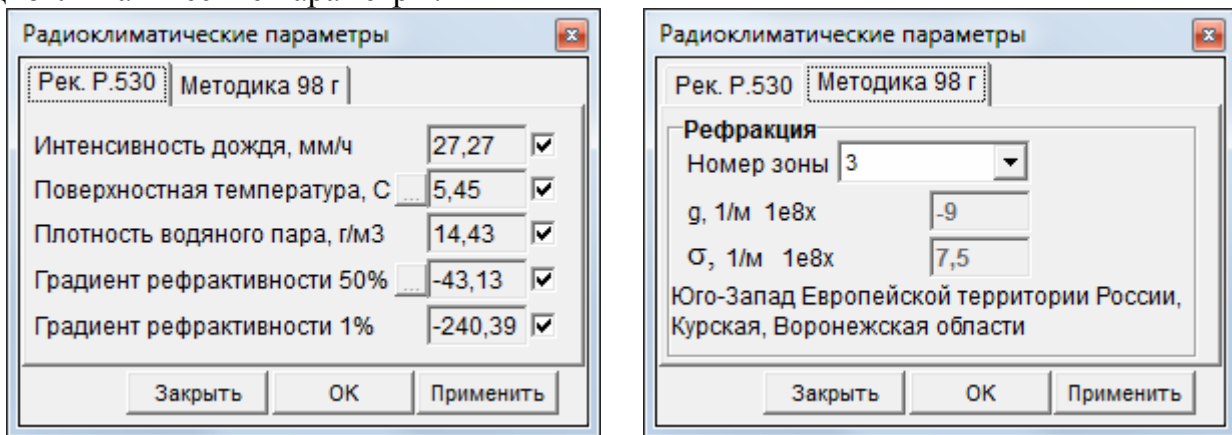


Рис.2.6 Радиоклиматические параметры

На закладке «Рек. Р-530» отображаются следующие радиоклиматические параметры, соответствующие географической точке, расположенной в центре интервала:

- интенсивность дождя для 0.01%, мм/ч;
- поверхностная температура, С;
- плотность водяного пара, г/м<sup>3</sup>;
- градиент рефрактивности, не превышаемый в 50% времени среднего года;
- градиент рефрактивности  $dN_1$  в нижнем 65 м слое атмосферы, не превышаемый в 1% времени среднего года.

Наличие «галочек» справа от полей ввода информирует пользователя о том, что численные значения автоматически подгружаются из встроенных цифровых карт BR ITU. Пользователь может в любой момент перейти в ручной режим и отредактировать значения параметров. Для перехода в ручной режим необходимо снять «галочку» редактируемого параметра и ввести значение вручную.

Дополнительные кнопки (слева от строк ввода) позволяют:

- ввести поверхностную температуру в Кельвинах;
- изменить градиент рефрактивности для 50% путем ввода коэффициент эффективного радиуса Земли.

Если в качестве методической основы выбрана «Методика 98», то необходимо дополнительно определить значения эффективного градиента диэлектрической проницаемости воздуха  $g$  и стандартного отклонения  $\sigma$ . Значения можно ввести вручную



или определить по номеру зоны карты радиоклиматического районирования Российской Федерации.

При выборе значений по номеру зоны - ориентируйтесь по подсказке ниже (какой территории соответствует данная зона). Подгружаемые значения  $g$  и  $\sigma$  соответствуют худшим месяцам года из таблицы 2.1. «Параметры статистических распределений эффективных градиентов на территории Российской Федерации».

Для ручного ввода значений выберите в списке «Номер зоны» - «Не определен» и введите значения градиента и стандартного отклонения в соответствующие строки. Вводятся табличные значения, умноженные на  $10^8$ . Например, если среднее значение градиента, взятое из таблицы, составляет минус  $9 \cdot 10^{-8}$ , то вводить надо "-9".

## 2.8. Выбор методики расчета

При выполнении расчетов пользователь может использовать три методики расчета:

- «Р.530-12 (2007 г)» (использовалась по умолчанию в ПК «Территория» верс.4);
- «Р.530-13 (2009 г)»;
- «Методика 98», что соответствует документу «Методика расчета трасс цифровых РРЛ прямой видимости в диапазоне частот 2 – 20 ГГц».

Выбор методики расчета осуществляется из выпадающего списка в главной панели (Рис. 2.7).

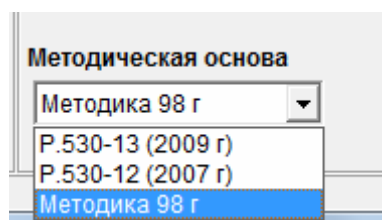


Рис. 2.7 Выбор методики расчета

Если в качестве методической основы выбрана «Методика 98», то необходимо дополнительно определить значения эффективного градиента диэлектрической проницаемости воздуха  $g$  и стандартного отклонения  $\sigma$  (см. Раздел «Параметры атмосферы»).

Данный инструментарий позволяет оперативно провести расчет по любой методике расчета. Нужно отметить, что расчеты по Рек. Р.530-12 (ПК «Территория» версия 4) прошли достаточно широкую апробацию на территории России и стран СНГ, зарекомендовав себя как наиболее надежные. Методика по Рек. Р.530-13, как правило, дает более оптимистичный результат, поэтому использовать ее желательно осторожно (во всяком случае до тех пор, пока не появится статистика). Результаты расчета по «Методике 98» могут отличаться от расчетов по Рек. Р530-12 как в лучшую, так и в худшую стороны. В связи с этим, желательно, чтобы результаты расчета удовлетворяли требованиям к РРЛ при расчете по любой методике.

## 2.9. Задание требований к пролету

Для автоматизации принятия решения о готовности интервала в панели «Требования к пролету» необходимо задать требуемые значения коэффициента неготовности ( $K_{нг}$ ) и SESR на наихудший месяц в процентах.

Панель «Требования к пролету» открывается через меню «Редактировать» - «Требования к пролету». Внешний вид панели представлен на рис.2.8.

Рис.2.8 Панель ввода и редактирования требований к пролету

Для расчета норм можно воспользоваться соответствующим калькулятором, нажав на кнопку «...» слева от строк ввода. Описание калькулятора представлено в соответствующем разделе руководства.

На основе введенных данных комплекс будет принимать решение о готовности интервала с подсветкой соответствующих транспарантов, если условия не выполнены.

Введенные значения выдаются в отчет и сохраняются в файле проекта.

### 2.10. Раздел «Результаты расчета»

Запуск решения задачи осуществляется нажатием кнопки «Расчет» или клавишей «F9» главной панели. Расчет осуществляется сразу по прямому и обратному направлениям. Результаты расчета отображаются в разделе «Результаты расчета» (рис.2.9). Причем, если кнопка «Реверс» не нажата, то отображаются результаты расчета по прямому направлению. Для просмотра результатов расчета по обратному направлению - нажмите кнопку «Реверс» - профиль интервала реверсируется, а в разделе «Результаты расчета» отобразятся расчетные данные по обратному направлению.

Результаты расчета			
Тип интервала	Открытый		
Азимут А и В	148,17	328,31	
Угол места А и В	-0,16	0,02	
Дальность, м	21772,7		
Общие потери, дБ	...	137,95	
Мощ.на входе, дБм	-37,8		
Запас, дБ	44,2		
Кнг (худ. месяц), %	...	0,0003858	
SESR (худ. мес), %	...	0,000283	
а)			
Результаты расчета			
Тип интервала	Полуоткрытый		
Азимут А и В	148,17	328,31	
Угол места А и В	-0,06	-0,08	
Дальность, м	21772,7		
Общие потери, дБ	...	137,95	
Отражения		Субрефракция	
Мощ.на входе, дБм	-37,8		
Запас, дБ	44,2		
Кнг (худ. месяц), %	...	0,0003858	
SESR (худ. мес), %	...	0,000264	
Кнг (худ.мес.)		SESR (худ.мес.)	
б)			

Рис.2.9 Результаты расчета

Формальным признаком правильно выполненного расчета РРЛ является отсутствие горящих транспарантов «Отражения», «Субрефракция», «Кнг (худ. мес), %», «SESR (худ. мес), %», а также наличие не менее 30 дБ запаса на линии (рис. 2.9.а). Тип интервала должен быть «Открытый». Горящие транспаранты (рис.2.9. б) сигнализируют о наличии проблем в выполненном расчете.

В окне **Тип интервала** цветом и строкой отображается тип интервала:

- открытый (цветом не закрашивается): есть прямая видимость, препятствий в области зоны Френеля нет;

- полуоткрытый (синий цвет): есть оптическая видимость, но в области зоны Френеля есть препятствия;

- закрытый (красный цвет): нет оптической видимости.

Отображение типа интервала происходит интерактивно при соответствующих изменениях в исходных данных проекта, например, если с помощью мышки увеличивать или уменьшать высоту антенн.

В окнах *Азимут А и В* отображаются значения *истинных* азимутов станции А и станции В, которые вычисляются по географическим координатам станций.

В окнах *Угол места А и В* отображаются значения углов места *направления* от станции А на станцию В и обратно с учетом градиента рефрактивности 50%. Здесь не учитывается коррекция по углу места антенн РРС.

В окне *Дальность, м* отображается расстояние между станциями А и В, вычисленное по их географическим координатам. Это значение должно совпадать со значением в окне *Протяженность, км* раздела *Параметры рельефа*. Однако, если профиль вводится вручную и географические координаты задаются приближенно, то между указанными значениями допускается незначительное расхождение.

В окне *Общие потери, дБ* отображаются суммарные потери, включающие потери в свободном пространстве, потери в аппаратуре, потери в атмосфере и дифракционные потери на рельефе, а также потери юстировки антенн.

Потери в аппаратуре являются суммой потерь в антенно-волноводных трактах на передачу и прием. Потери в атмосфере включают потери атмосферных газах (в водяном паре и кислороде). Дифракционные потери на рельефе рассчитываются при градиенте рефрактивности 50% (медианные дифракционные потери). Потери юстировки учитывают введенное угловое рассогласование (в вертикальной плоскости) антенных систем приемной и передающей станций (коррекция по углу места).

Составляющие общих потерь могут быть раскрыты в панели *«Потери»*, которую можно открыть кнопкой «...» слева от строки вывода информации. Панель показана на рис.2.10.а.

Составляющие потерь в атмосфере также раскрываются в отдельной панели *Атмосфера* (рис.2.10.б) нажатием кнопки «...» слева от строки вывода информации панели *Потери*.

Потери	
В свободном пр-ве, дБ	136,59
В аппаратуре, дБ	1,0
Юстировки антенн, дБ	0,0
В атмосфере, дБ	0,36
На рельефе, дБ	0,0
Суммарно, дБ	137,95

а) составляющие потерь

Потери в атмосфере	
В водяном паре, дБ	0,18
В кислороде, дБ	0,18
Суммарно, дБ	0,36

б) потери в атмосфере

Рис.2.10. Детализация основных составляющих потерь

При наличии участков, подозрительных на отражения, загорается транспарант *«Отражения»*. Поиск участков отражения проводится для всех возможных условий рефракции атмосферы и по всему интервалу с учетом местных предметов. Каждый отдельный участок считается подозрительным на отражения, если (см. Рек. Р.530 и «Методика 98»):

- протяженность участка больше минимального значения;

- участок является «гладким» (для каждого участка методом наименьших квадратов МНК строится отрезок прямой и оценивается разброс значений отметок высот);

- выполнено условие видимости каждой точки участка (рельеф+местные предметы) от обеих РРС (нет перекрытия рельефом или местными предметами);

- выполнено условие равенства углов скольжения;

- отраженная волна «попадает» в диаграмму направленности приемной антенны.

Оценка проводится на наихудший случай – коэффициент отражения принят равным единице. Тем не менее необходимо принять все меры, чтобы исключить наличие участков отражений на интервале.

Участки, подозрительные на отражения, отображаются на профиле интервала в виде отрезков, полученных методом МНК. Дополнительно показываются линии от концевых точек отрезков до каждой антенны РРС. Один из вариантов отображения представлен на рис. 2.11.

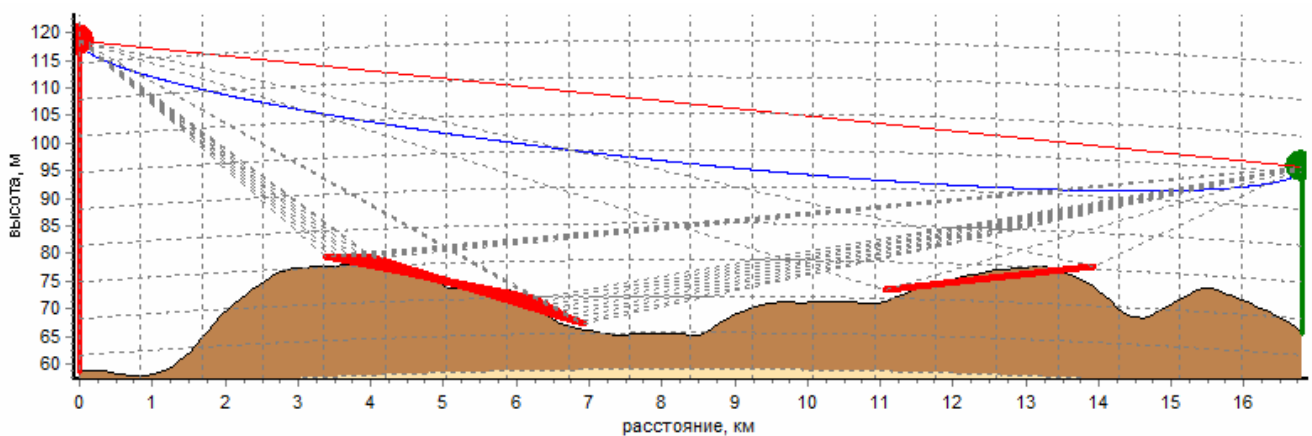


Рис. 2.11 Отображение участков отражения

При необходимости, двойным щелчком мышки по транспаранту «Отражения» (или используя основное меню) можно открыть панель детализации ситуации по отражениям (Рис. 2.12).

Параметры участков отражений	
Число участков	13
Протяженность, м	5142
Процентная веро-ть., %	50
Козф-т радиуса Земли	1,38
Градиент рефр., 1/км	-43,13

Рис. 2.12 Параметры участков отражения

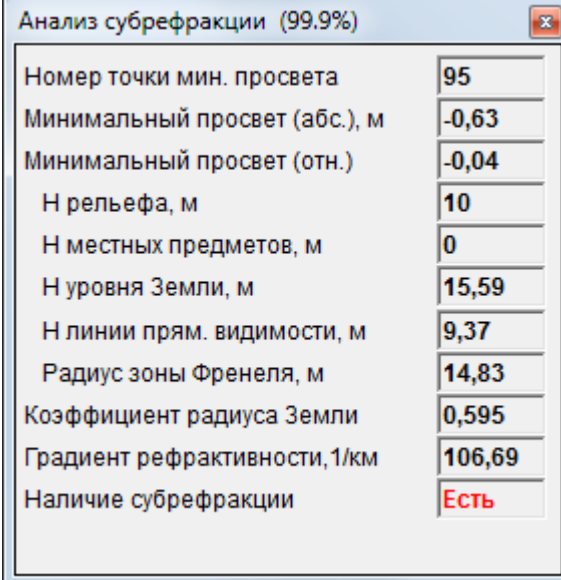
Здесь представлены данные по общему числу участков отражения, их суммарной протяженности (наложение участков друг на друга при расчете протяженности рассматривается как один участок), а также информация для какого градиента рефрактивности и коэффициента радиуса Земли получены участки отражения и соответствующая процентная вероятность.

Отрисовку участков отражений можно отключить в меню «Вид» - «Участки отражений». Процедуру анализа отражений и работу соответствующего транспаранта отключить нельзя.

Если комплексом выявлены условия возникновения субрефракции для 99.9%, то загорается транспарант «**Субрефракция**» (рис.2.9б). Это означает, что для данной процентной вероятности будет перекрытие первой зоны Френеля более чем на 1/3 (относительный просвет на трассе - менее 0.3). Красный цвет транспаранта означает выполнение условия для основных антенн. Розовый цвет транспаранта означает выполнение условия для нижней антенны приемной РРС (в случае использования пространственного разнесения).

Линию профиля для 99.9% можно отобразить графически используя основное меню «Вид» - «Линия профиля для 99.9%».

При необходимости, двойным щелчком мышки по транспаранту «Субрефракция» (или используя основное меню) можно открыть панель детализации ситуации по субрефракции (Рис. 2.13).



Анализ субрефракции (99.9%)	
Номер точки мин. просвета	95
Минимальный просвет (абс.), м	-0,63
Минимальный просвет (отн.)	-0,04
Н рельефа, м	10
Н местных предметов, м	0
Н уровня Земли, м	15,59
Н линии прям. видимости, м	9,37
Радиус зоны Френеля, м	14,83
Коэффициент радиуса Земли	0,595
Градиент рефрактивности, 1/км	106,69
Наличие субрефракции	Есть

Рис. 2.13 Анализ субрефракции 99.9%

Высоты антенн желательно подобрать так, чтобы исключить влияние субрефракции (обеспечить требуемый просвет в течение заданного времени). Выбор высот антенн, удовлетворяющих критерию требуемого просвета, реализуется с использованием специального инструмента: «Рекомендуемые высоты антенн», который открывается выбором в меню комплекса **Инструменты-Расчет минимальной высоты антенн**. Более подробно данный инструмент описан в отдельном разделе руководства.

В окне **Мощ. на входе, дБм** отображается уровень медианной мощности высокочастотного сигнала на входе приемника радиорелейной станции, выраженной в дБм.

В окне **Запас, дБ** отображается запас уровня высокочастотного сигнала на входе приемника радиорелейной станции как разница между мощностью сигнала и пороговой мощностью приемника.

В окне **Кнг (худ. месяц), %** отображается значение коэффициента неготовности в худший месяц, выраженное в процентах. Так как **Кнг** связан с периодом неготовности линии длительностью 10 и более последовательных секунд, то его минимальное значение соответствует одному событию неготовности длительностью 10 сек в худший месяц и составляет 0,0003858% (30 дней \* 24 ч \* 60 мин \* 60 сек = 2592000 сек в месяц; 10 сек составят 0,0003858% от полного числа секунд в месяц). Если значение **Кнг (худ. месяц), %** отображается красным цветом, то это означает, что отображается его минимальное значение, а реальное расчетное значение существенно лучше.

Для просмотра значения коэффициента неготовности на средний год *Кнг (средний год)*, % необходимо открыть панель «Показатели неготовности» (рис. 2.14). В этой панели также отображается требуемое значение Кнг, введенное в панели «Требования к пролету».

Показатели неготовности	
Кнг (средний год),%	0,0000317
Кнг (худ. месяц),%	0,0003858
Кнг треб. (худ. месяц),% ...	0,0037083

Рис. 2.14 Показатели неготовности

В окне *SESR (худ. месяц)*, % отображается значение коэффициента секунд со значительным количеством ошибок (относительной доли сильно пораженных секунд) в период готовности для худшего месяца. Составляющие SESR могут быть раскрыты в панели «Показатели качества» (рис.2.15).

Показатели качества (SESR)	
Из-за отраж. от тропосфер.	3,83E-5
По кросс-поляризации	0,0
По частотно- сеп. замиран.	2,35E-5
Из-за субрефракции	0,000203
Суммарно	0,000265
Требуемое значение, % ...	0,00534

При расчете по «Методике 98»

Показатели качества (SESR)	
По многолучевости	5,57E-5
По кросс-поляризации	0,0
По частотно- сеп. замиран.	3,11E-5
Суммарно	8,68E-5
Требуемое значение, % ...	0,00534

При расчете по Р.530

Рис. 2.15. Показатели качества (SESR)

Если используется разнесение, то дополнительно отображается суммарное значение SESR для выбранного варианта разнесения.

### 3. Ввод и редактирование параметров станций

Ввод и редактирование параметров станций осуществляется в панели **Параметры**, которая открывается клавишей «Параметры...» раздела «Параметры станций» главной панели комплекса. Внешний вид панели представлен на рис.3.1.

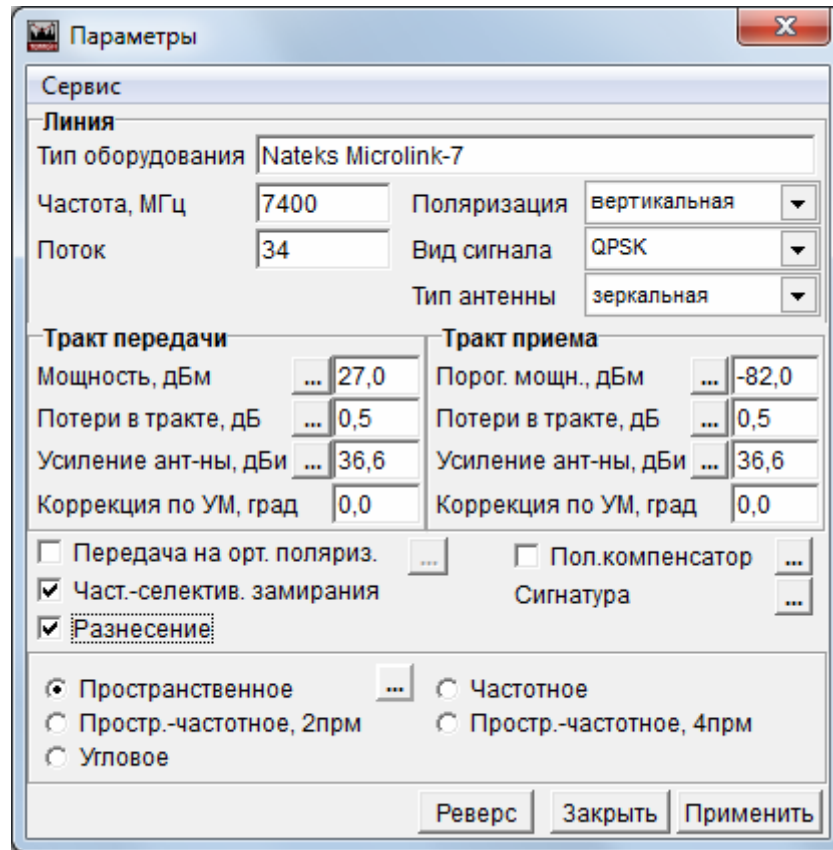


Рис.3.1. Панель для ввода и редактирования параметров станций

Допускается загрузка уже имеющихся данных из файлов готовых проектов с расширением «\*.ter». Для этого необходимо воспользоваться меню «Сервис» - «Загрузить из файла» и в диалоговом окне указать путь и название файла.

Строка **Тип оборудования** используется для ввода наименования (условного обозначения) типа оборудования, которое будет фигурировать в отчете.

В строку **Частота, МГц** вводится значение рабочей частоты передачи в МГц.

Строка **Поток** позволяет ввести описание цифрового потока (например «E1» или «STM-1» или «34 Мбит/с» и т.д.). Параметр информационный, на расчет не влияет, выводится в отчет.

Список **Поляризация** позволяет выбирать вид поляризации сигнала (вертикальная или горизонтальная), значение выбирается из выпадающего списка.

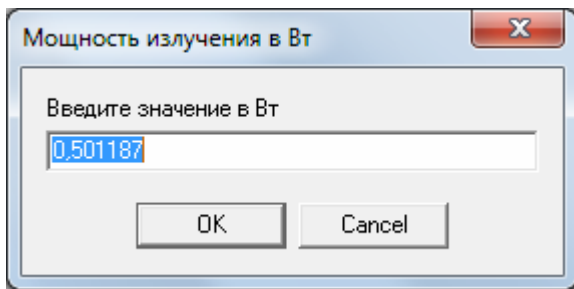
Список **Вид сигнала** позволяет выбирать из выпадающего списка или ввести с клавиатуры вид сигнала. Параметр информационный, на расчет не влияет, выводится в отчет.

Список **Тип антенны** позволяет выбрать тип антенны – зеркальная или не зеркальная.

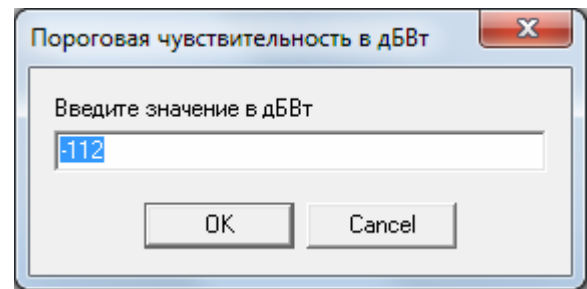
В строку **Мощность, дБм** вводится уровень мощности на выходе передатчика (входе антенно-фидерного тракта), выраженный в дБм.

В строку **Порог. мощн., дБм** вводится значение пороговой мощности по техническим условиям на РРС.

Используя диалоговые окна мощность излучения можно ввести в Вт, а пороговую мощность в дБВт, как это представлено на рисунке 3.2.



а) мощность в Вт



б) пороговая чувствительность в дБВт

Рис.3.2

В строках **Потери в тракте, дБ** вводятся суммарные значения потерь в антенно-фидерных трактах с учетом дополнительных ВЧ-устройств (фильтры, разветвители и т.д.), которые могут быть включены между выходом передатчика и входом антенны (выходом антенны и входом приемника).

Суммарное значение потерь в антенно-фидерных трактах может быть детализировано путем задания потерь собственно в фидере (через длину и погонное затухание), а также в дополнительных устройствах (фильтрах, разветвителях и т.п.). Для этого используется панель «Потери в тракте» (рис. 3.3), которая открывается кнопкой **Потери в тракте, дБ...**

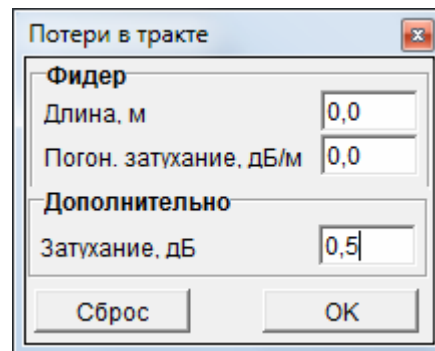
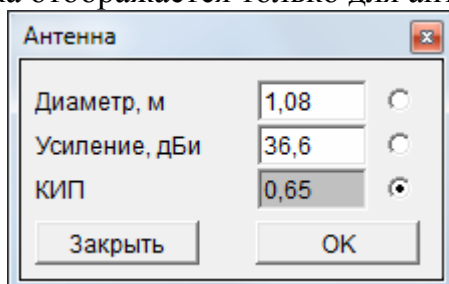


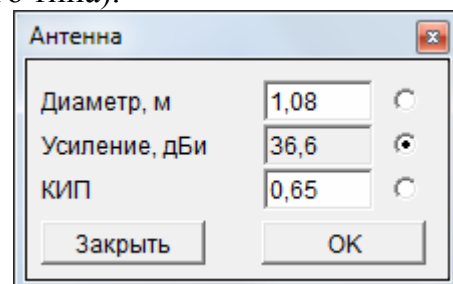
Рис.3.3.Панель «Потери в тракте»

В панели **«Потери в тракте»** вводится длина фидера в метрах; погонное затухание в фидере в дБ/м; а также дополнительные потери (затухание) за счет включения дополнительных устройств в дБ. Кнопка **OK** приводит к закрытию панели, при этом суммарное значение потерь отобразится в окне **Потери в тракте, дБ**.

В строку **Усиление ант-ны, дБ** вводится значение коэффициента усиления антенны в дБи. Значение диаметра антенны вводится с использованием панели «Антенна» (рис.3.4). Панель открывается кнопкой, расположенной слева от строки ввода (кнопка отображается только для антенн зеркального типа).



а) ввод диаметра и усиления по паспортным данным



б) усиление задается путем выбора диаметра и КИП

Рис.3.4 Панель «Антенна»



В панели представлены три основных связанных между собой параметра антенны: диаметр, усиление и коэффициент использования поверхности (КИП). Указанные значения соответствуют рабочей частоте, заданной в панели «Потери». Для снятия неопределенности, какой из параметров оставлять неизменным при изменении оставшихся двух – необходимо включить опцию справа от строки ввода.

**Пример 1.** Дано усиление антенны и диаметр. В панели «Параметры» (рис.3.1) в строке ввода «Усиление антенны, дБи» вводим значение усиления. Открываем панель «Антенна». Включаем опцию неизменности параметра справа от поля «Усиление, дБи» (рис. 3.4.б). Вводим значение диаметра и нажимаем кнопку «Enter» или «Tab». Значение введено. В строке «КИП» отобразится соответствующее значение КИП для данной антенны (как правило в диапазоне от 0.5 до 0.7).

**Пример 2.** Исходные данные по параметрам антенны не определены. Необходимо определиться, какую антенну можно использовать в проекте. Делаем доступной для ввода строку КИП. Вводим значение КИП и нажимаем кнопку «Enter» или «Tab». Строку ввода КИП делаем недоступной для коррекции. Вводим диаметр антенны и нажимаем кнопку «Enter» или «Tab». В строке «Усиление, дБи» отобразится соответствующее значение усиления антенны.

Для сброса введенных значений нажмите кнопку **Заккрыть**. Для ввода данных по антенне нажмите кнопку **ОК**.

В строках «**Коррекция по УМ, град**» при необходимости может вводиться угловое рассогласование в вертикальной плоскости между электрической осью антенны и направлением на другую станцию. Данный параметр может использоваться, например, для снижения влияния отражений.

Нижняя часть панели «**Параметры**» предоставляет пользователю возможность учесть особенности используемого радиорелейного оборудования:

- использование передачи на ортогональной поляризации и наличие поляризационного компенсатора;
- влияние частотно-селективных замираний при высокоскоростной передаче с учетом параметров сигнатуры;
- наличие углового, пространственного, частотного или пространственно-частотного разнесения с 2 или 4 приемниками.

Если предполагается передача в совпадающих (перекрывающихся полосах частот на ортогональной поляризации), то необходимо включить опцию **Передача на орт. поляризации** и отредактировать параметры передачи в панели «**Параметры поляризационного уплотнения**» (см рис.3.5а):

- отношение сигнал/помеха, дБ;
- гарантированная поляризационная развязка, дБ.

В этом случае будет учитываться ухудшение кросс-поляризационной дескриминации (XPD) при замираниях в ясном небе.

а) передача одной антенной

б) передача двумя антеннами

Рис.3.5. Панель ввода параметров передачи на ортогональной поляризации

Если передача осуществляется двумя антеннами, то необходимо включить опцию «Передача двумя антеннами» и ввести значение разноса между антеннами (см рис.3.5 б).

Если в этом случае на приеме для улучшения характеристик включается поляризационный компенсатор, то необходимо включить опцию **Поляризационный компенсатор** и отредактировать значение параметра «Выигрыш при его использовании» (рис.3.6).

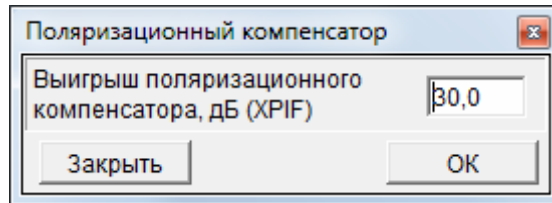


Рис.3.6.Панель ввода параметров поляризационного компенсатора

При передаче широкополосного сигнала учет частотно-селективных замираний осуществляется опцией «**Част.-селектив. замирания**».

Расчет потерь по частотно-селективным замираниям осуществляется общепринятым методом сигнатуры. Параметры сигнатуры вводятся по техническим условиям на РРС в панели **Сигнатура** (рис.3.7).

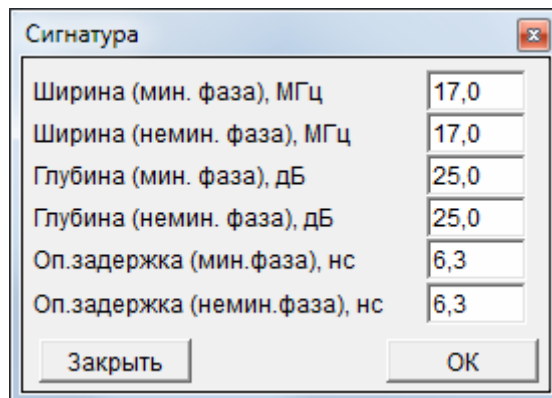


Рис.3.7.Панель ввода параметров сигнатуры

Должны быть введены ширина и глубина сигнатуры для условий минимально-фазовых и неминимально-фазовых замираний, а также соответствующая величина опорной задержки.

При использовании разнесения необходимо включить опцию «**Разнесение**» и выбрать тип разнесения. Имеется возможность выбора с помощью соответствующих кнопок выбора одного из следующих вариантов разнесения:

- **Пространственное** - пространственное разнесение;
- **Частотное** - частотное разнесение;
- **Простр.-частотное, 2 прм.** - пространственно-частотное разнесение с двумя приемниками;
- **Простр.-частотное, 4 прм.** - пространственно-частотное разнесение с четырьмя приемниками;
- **Угловое** - угловое разнесение.

Для каждого варианта необходимо вводить параметры разнесения. Ввод этих параметров осуществляется через вспомогательные панели, которые открываются кнопками ... рядом с названием варианта. Например для ввода параметров пространственного разнесения необходимо нажать кнопку **Пространственное ...**.

Эта кнопка открывает панель **Пространственное разнесение** (рис.3.8).

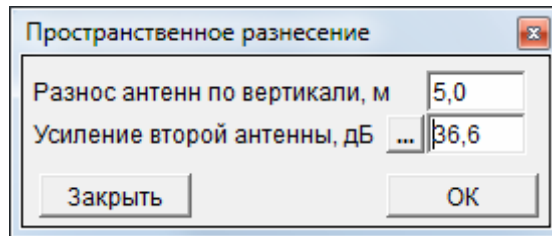


Рис.3.8. Панель ввода параметров пространственного разнесения

В строку *Разнос антенн по вертикали, м* вводится пространственный разнос нижней антенны от основной по вертикали в м. В строку *Усиление второй антенны, дБ* вводится коэффициент усиление второй (нижней) антенны. Аналогично рассмотренному выше можно ввести диаметр антенны. Для подтверждения введенной информации нажмите на кнопку **ОК**.

Для ввода параметров частотного разнесения необходимо нажать кнопку *Частотное ...*. Откроется панель *Частотное разнесение* (рис.3.9).

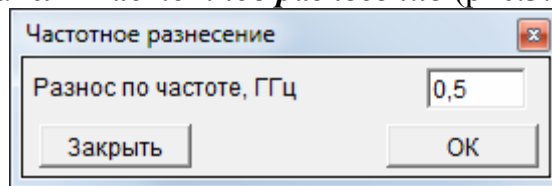


Рис.3.9. Панель «Частотное разнесение»

Для частотного разнесения вводится один параметр - *Разнос по частоте, ГГц*. Для подтверждения введенной информации нажмите на кнопку **ОК**.

В варианте разнесение *Простр. - частотное, 2 прм.* при нажатии кнопки ... открывается панель ввода параметров *Простр.-част. разнесение, 2 прием-ка* (рис.3.10).

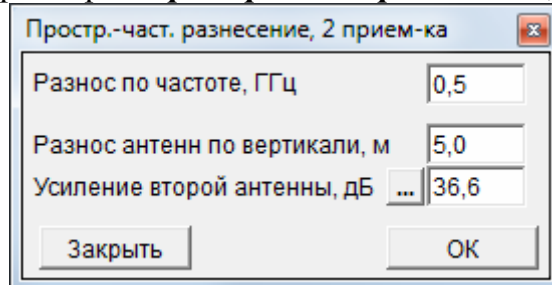


Рис.3.10. Панель ввода параметров разнесения

В этом варианте в соответствующих окнах вводятся параметры:

- разнос по частоте, ГГц;
- разнос антенн по вертикали, м;
- усиление второй антенны, дБ.

Для подтверждения введенной информации нажмите на кнопку **ОК**.

В варианте разнесение *Простр. - частотное, 4 прм.* при нажатии кнопки ... открывается панель ввода параметров *Пространственно-частотное разнесение, 4 прием-ка* (рис.3.11).

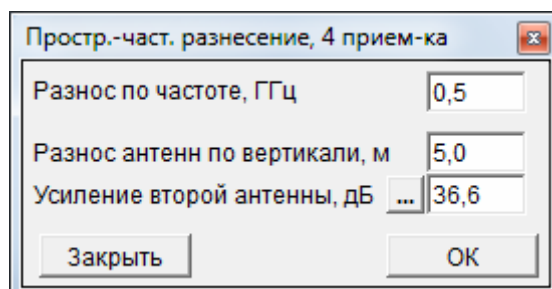


Рис.3.11. Панель ввода параметров разнесения

В этом варианте в соответствующих окнах вводятся параметры:

- разнос по частоте, ГГц;
- разнос антенн по вертикали, м;
- усиление второй антенны, дБ.

Для подтверждения введенной информации нажмите на кнопку **ОК**.

В варианте разнесения *Угловое* при нажатии кнопки ... открывается панель ввода параметров *Угловое разнесение* (рис.3.12).

Рис.3.12. Панель ввода параметров разнесения

В этом варианте необходимо ввести угол места для верхней антенны, град. Здесь также отображаются расчетные значения:

- углового разноса между ДН (диаграммами направленности), град;
- ширины ДН по уровню половинной мощности, град.

После ввода исходных данных не закрывая панель «Параметры» можно провести оценку запаса на линии при учете только потерь в свободном пространстве. Для этого достаточно выбрать меню «Сервис» - «Расчет запаса» и указав в диалоговом окне (Рис. 3.13) предполагаемую дальность интервала нажать кнопку «ОК». Комплекс отобразит расчетное значение запаса на линии (рис. 3.14). Если профиль интервала уже введен, дальность уже будет отображена в строке ввода.

Рис. 3.13. Ввод дальности между станциями для оценки запаса на линии

Рис. 3.14. Экспресс-оценка запаса на линии

Скорректируйте параметры и режимы работы оборудования для обратного направления. Для этого нажмите кнопку «Реверс» и, при необходимости, измените параметры. Внешний вид панели в режиме «Реверса» представлен на рис. 3.15.

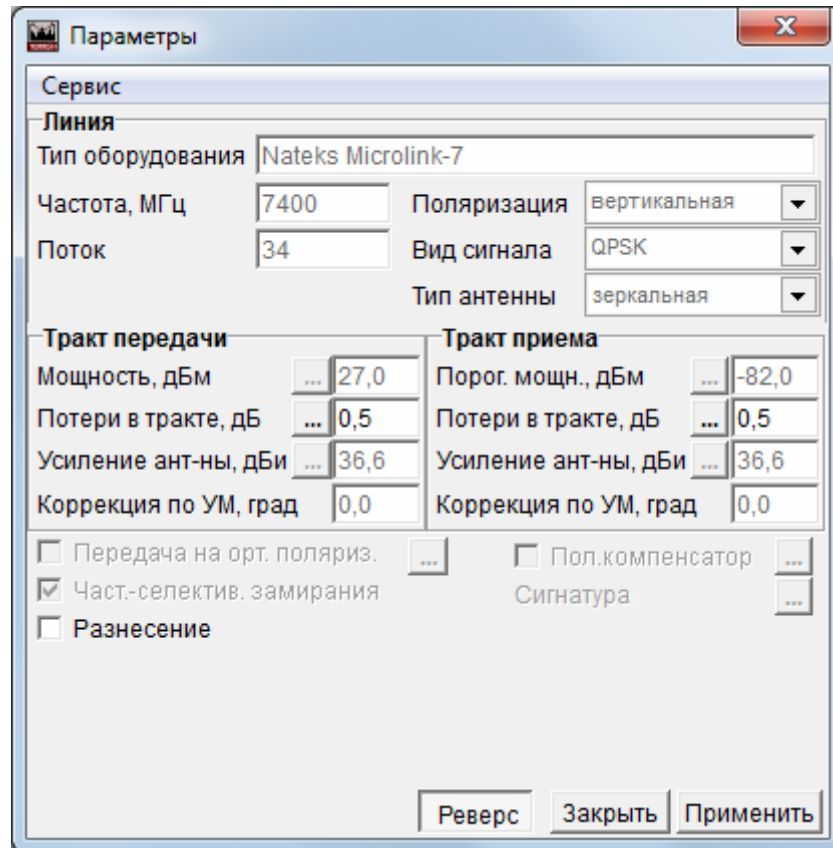


Рис.2.15. Коррекция параметрво обратного направления (режим «Реверс»)

В режиме «Реверс» допускается коррекция значений мощности передачи, потерь в трактах приема и передачи, а также типа и параметров разнесения.

Все введенные данные и установки сохраняются в файле проекта и могут быть в последующем импортированы в новый проект путем загрузки данных по параметрам станций из панели «Параметры».

## 4. Ввод и редактирование данных по рельефу

### 4.1. Краткое описание панели для работы с рельефом

Работа с данными по рельефу осуществляется в специальной панели «Ввод и редактирование профиля» (рис.4.1). Панель открывается кнопкой быстрого доступа «Открыть профиль для редактирования» или из меню «Редактировать» – «Профиль интервала» в главной панели.

Панель предназначена для ввода данных по профилю интервала в табличном виде; импорта данных из файлов САПР «Территория», геоинформационных систем (ГИС «MapInfo» и «Нева»), электронной линейки; редактирования данных с интерактивной визуализацией результата; импорта результирующих данных в проект (в главную панель) и сохранения данных по профилю в файл.

Панель условно разделена на две части: левая – для ввода, отображения и редактирования профиля в табличном виде, правая – для его отображения.

В верхней части панели расположена линейка кнопок быстрого доступа.

В нижней части панели вводятся географические координаты положения станций и РТР (при наличии), а также отображаются расчетные значения дальностей (по координатам станций и по контрольным точкам интервала) и общее число контрольных точек интервала.

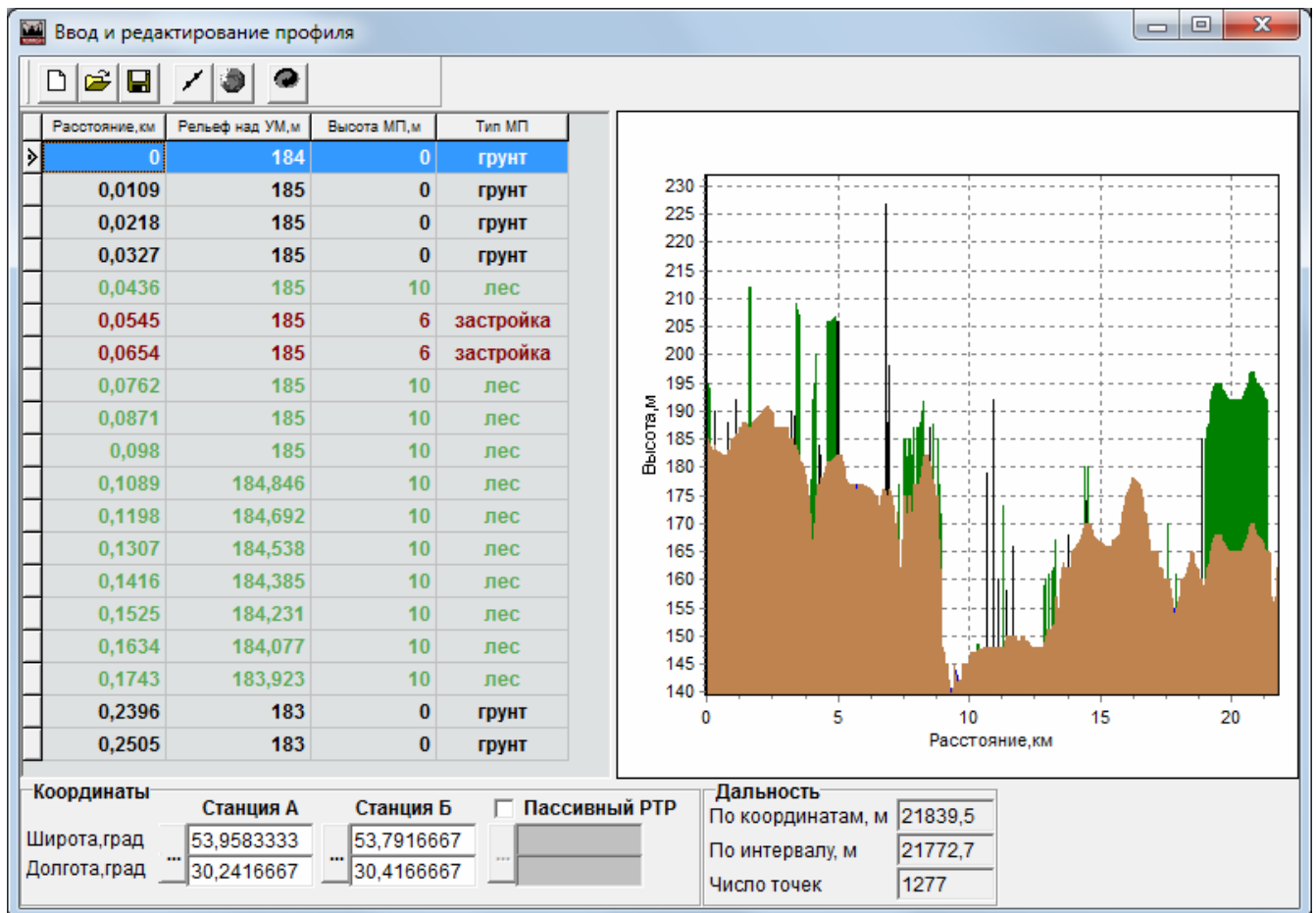


Рис.4.1. Панель для работы с данными по рельефу

Данные по рельефу могут быть введены одним из следующих способов:

- ручной ввод, если отсчеты расстояний и высот, а также местные предметы и их высоты представлены таблично (сняты с листовых топокарт);
- импорт данных готовых проектов из файлов формата САПР «Территория»;
- импорт данных цифровых карт SRTM3, SRTM1;
- импорт данных ГИС и других программных комплексов;

- импорт данных с отсканированных листов топографических карт (электронная линейка).

#### 4.2. Формат представления данных профиля интервала

Профиль вводится отсчетами расстояний и высот рельефа над уровнем моря. Каждый отсчет (контрольная точка профиля) помимо дальности и высоты рельефа включает так же тип и высоту местных предметов (МП).

К основным типам местных предметов отнесены: застройка, лес, водная поверхность. Если местные предметы отсутствуют, то пользователь в качестве типа МП должен выбрать «грунт».

К свойствам объекта «профиль интервала» дополнительно включены: наименования станций; координаты положения начальной и конечной точки, а также высоты подвеса антенн. Это необходимо иметь ввиду при загрузке профиля из готовых проектов или файлов с профилем интервала – автоматически будут импортированы все данные (географические координаты и наименования станций, а также высоты подвеса антенн).

Максимальное число контрольных точек профиля ограничено значением в 10 тыс. Рекомендуемое (номинальное) число точек зависит от протяженности интервала и характера местности и может составлять от 300 до 500 точек.

#### 4.3. Линейка кнопок быстрого доступа

В линейке кнопок быстрого доступа расположены следующие кнопки (слева на право).

**Создать новый профиль** – после запроса удаляет текущий профиль и создает новый из 11-ти точек с дальностью 10 км без местных предметов; координаты положения станций не определены.

**Открыть профиль из файла** – открывает диалоговое окно для выбора файла, из которого будет проводиться импорт профиля; допустимые расширения файлов: «\*.ter», «\*.txt»; поддерживается импорт в форматах «Территория», «Балтика-РРЛ», ГИС «MapInfo», ГИС «Нева».

**Сохранить профиль в файл** – обеспечивает сохранение текущего профиля в файл формата САПР Территория (расширение «\*.ter») или в текстовый формат (расширение «\*.txt») для последующего использования; в файл формата «\*.ter» дополнительно включаются наименования и географические координаты станций, а также высоты подвеса антенн.

**Загрузить профиль из электронной линейки** – открывает панель «Ситуационный план» для снятия профиля с отсканированных листов топографических карт и при необходимости его коррекции по спутниковым снимкам.

**Загрузить профиль из ЦКМ** – позволяет загрузить профиль из цифровых карт формата SRTM3, SRTM1, GTOPO30, SHAPE.

**Вставить профиль в проект** – передает созданный (отредактированный) профиль в проект (в главную панель) и закрывает панель «Ввод и редактирование профиля».

#### 4.4. Ввод координат станций

Географические координаты станций в строках ввода задаются в градусах, причем значение может иметь до семи знаков после запятой. При вводе координат непосредственно в полях панели предполагается, что они соответствуют системе координат WGS-84.

Координаты станций могут быть введены в любой системе координат (WGS-84, СК-42, СК-95) или в формате «град-мин-сек», причем желательно вводить координаты с

точностью до сотых долей секунды. Для этого необходимо открыть панель «Координаты» (рис. 4.2) нажатием на кнопку слева от строк ввода координат станций.

Рис.4.2 Ввод координат в формате «град-мин-сек»

По умолчанию принимается, что станции расположены в Северном полушарии восточнее Гринвичского меридиана. Если это не так, то необходимо включить опции «Ю.Ш.» и/или «В.Д.».

Перед нажатием на кнопку «Применить» необходимо убедиться, что из выпадающего списка выбрана система координат, которой соответствуют введенные значения. В дальнейшем при выполнении расчетов комплекс обеспечит автоматическую конвертацию координат в «нужную» систему.

Географические координаты станций должны быть однозначно определены. В противном случае профиль не может быть импортирован в проект. Если дальность по координатам и по контрольным точкам будет существенно отличаться, то перед импортом профиля в проект будет выдано предупреждающее сообщение (рис. 4.3).

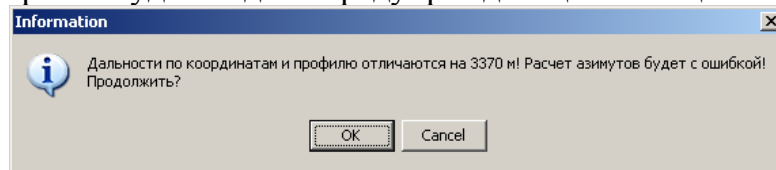


Рис.4.3 Предупреждение о существенном расхождении дальностей

#### 4.5. Работа с профилем в ручном режиме

Для отображения, редактирования, вставки и удаления любой контрольной точки интервала предназначена специальная таблица. Таблица включает четыре колонки:

- **Расстояние, км** – используется для ввода отсчетов расстояний от станции А; первый отсчет всегда должен начинаться с нуля;
- **Рельеф над УМ, м** - служит для ввода высот рельефа над уровнем моря в метрах;
- **Высота МП, м** - служит для ввода высот местных предметов над уровнем рельефа в метрах;
- **Тип МП** - служит для указания типа местного предмета (вода, лес, застройка, грунт), расположенного в данной контрольной точке.

Контрольные точки автоматически сортируются по возрастанию расстояния. Первый отсчет всегда должен быть равен нулю. Если в колонке «Высота МП, м» данной строки стоит 0, то выбор типа местного предмета ничего не меняет и данная точка интерпретируется как рельеф. Если в качестве МП выбран грунт или водная поверхность, то высота МП автоматически приравнивается к нулю.

Для создания нового проекта в ручном режиме необходимо нажать кнопку «Создать новый профиль». При этом автоматически сгенерируется и отобразится как в таблице, так и на графике типовой профиль, включающий 10 точек. Если данные о координатах Станции А и Станции В не заданы, то длина интервала будет равна 10 км. В противном случае длина интервала будет соответствовать дальности между станциями.

Для добавления новой строки необходимо нажать клавишу Insert. При этом открывается новая пустая строка. После щелчка мышкой в ячейке строки можно вводить



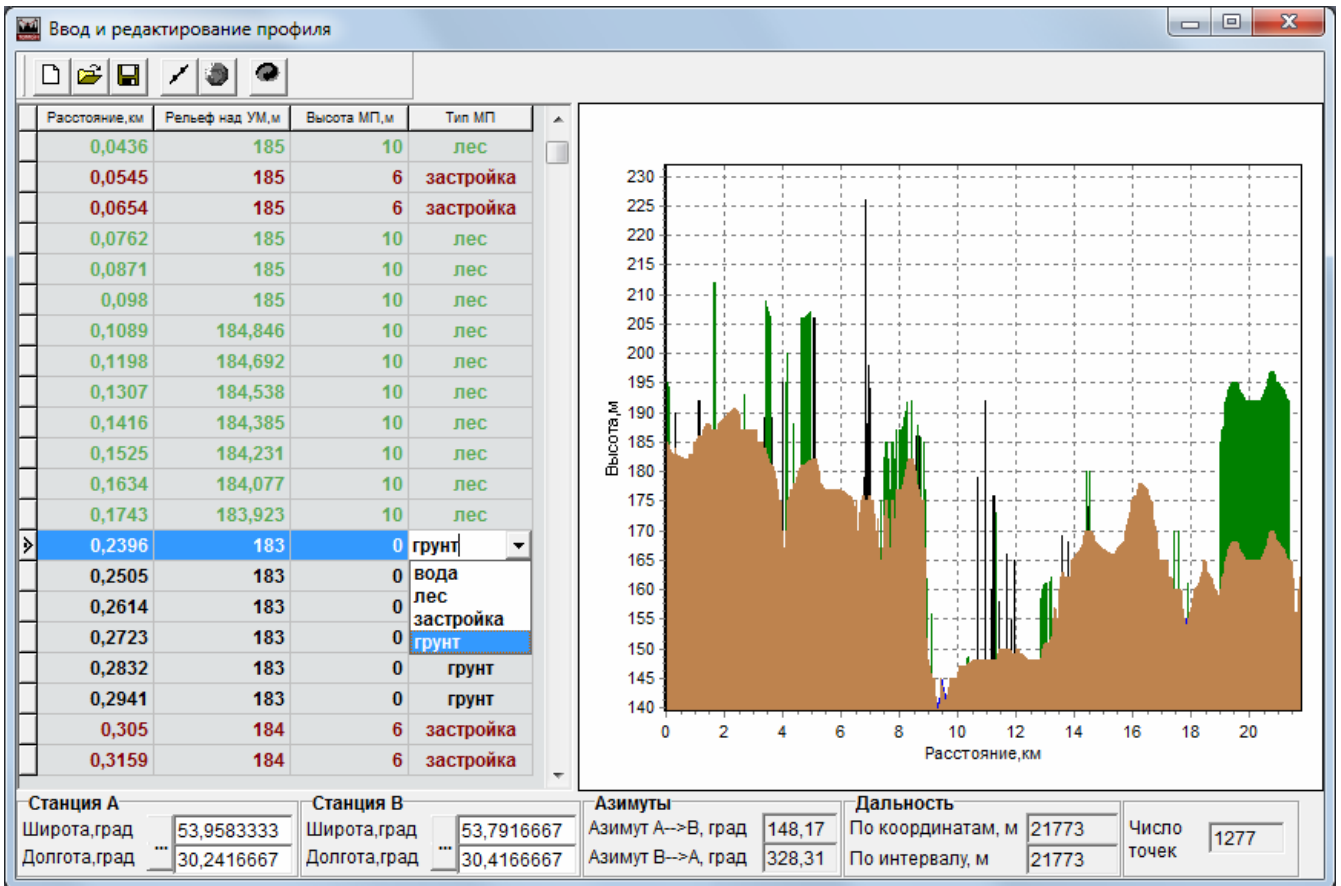
данные. В поле «Тип МП» необходимо выбрать из выпадающего списка тип местного предмета (рис. 4.4.а). Если местных предметов нет, то необходимо выбрать «тип МП» – «грунт». Если пользователь не ввел данные типу МП, то точке автоматически присвоится тип «грунт». Если пользователь не ввел высоту МП или рельефа, то им автоматически присвоится значение «0».

После ввода в каждую ячейку строки данных необходимо перейти на новую строку, что будет интерпретировано как подтверждение введенных данных. Для удаления строки необходимо выделить ее целиком и из локального меню выбрать «Удалить».

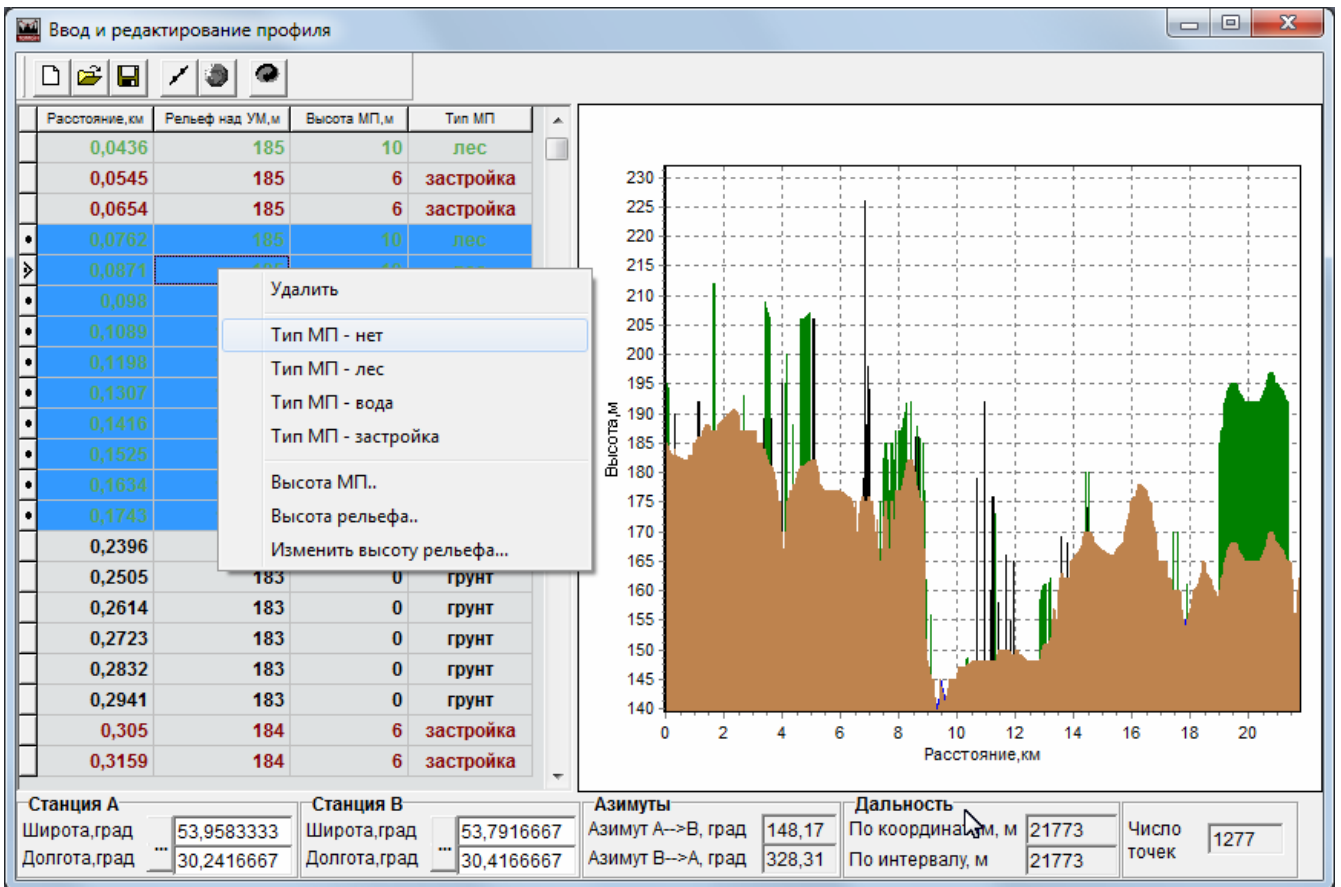
Поддерживается режим группового редактирования данных. Это удобно при нанесении, например, лесных массивов или застройки. Для группового редактирования данных необходимо выделить редактируемые строки путем выбора одной строки и при нажатой клавише «Shift» провести выделение строк стрелками «вверх» или «вниз». После окончания щелкнуть правой кнопкой мышки в выделенной области и выбрать один из вариантов группового редактирования (рис. 4.4.б):

- Удалить – все выделенные контрольные точки будут удалены;
- Тип МП – все выделенные контрольные точки будут иметь тип МП, соответствующий выбранному;
- Высота МП – после введения численного значения в диалоговом окне «Высота местных предметов» все выделенные контрольные точки будут иметь это значение высоты МП (при условии, что тип МП - лес или застройка);
- Высота рельефа - после введения численного значения в диалоговом окне «Высота рельефа» все выделенные контрольные точки будут иметь это значение высоты рельефа;
- Изменить высоту рельефа - после ввода значения высота всех выделенных контрольных точек будут уменьшена (или увеличена) на заданную величину.

***Важно! При вводе профиля желательно обозначать начало и конец основных слоев (вода, лес, застройка). В частности, перед точками начала леса (воды, застройки) поставить на минимальном удалении точку грунта. То же выполнить после завершающей точки этого слоя.***



а) ввод и редактирование данных в строке



б) групповое редактирование данных

Рис.4.4. Панель для работы с данными по рельефу

#### 4.6. Импорт данных готовых проектов формата САПР «Территория»

Комплекс обеспечивает импорт данных по профилю интервала из готовых проектов формата САПР «Территория». Для этого необходимо открыть диалоговое окно выбора файлов и выбрать требуемый файл проекта. Комплекс автоматически идентифицирует тип файла и импортирует данные по профилю в панель.

В состав импортируемых данных включается профиль интервала, географические координаты станций, высоты подвеса антенн, условное наименование станций.

#### 4.7. Импорт данных цифровых карт SRTM, GTOPO30 и SHAPE

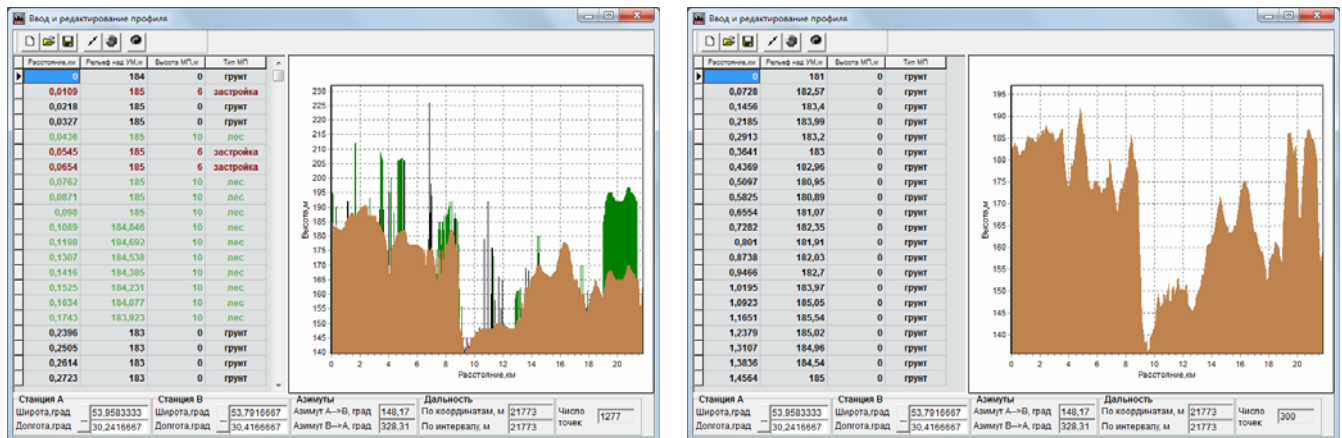
Импорт данных цифровых карт SRTM3, SRTM1 (опционно) и SHAPE обеспечивает максимальную оперативность построения профиля интервала.

Для импорта данных из ЦКМ SRTM или GTOPO30 файлы с картами должны быть размещены в отдельной папке, а в панели «Установки» должны быть указаны пути к этим папкам.

Для импорта данных из ЦКМ SHAPE необходимо загрузить карты в специальный контейнер. Порядок загрузки и настройки векторных карт представлен в соответствующем разделе руководства.

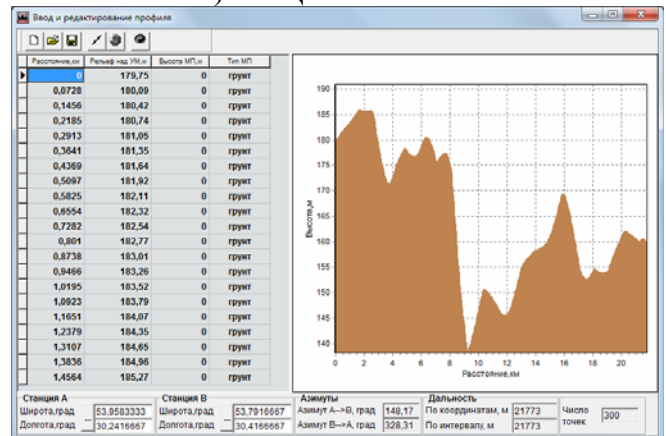
Для получения профиля интервала необходимо ввести координаты станций, нажать кнопку загрузки данных из ЦКМ и выбрать источник: SRTM3, GTOPO30 или SHAPE. Появится специальное окно, в котором пользователю будет предложено указать количество точек, по которым будет представлен профиль. После выбора количества точек в окне отобразится профиль интервала.

Примеры загрузки профиля интервала из разных ЦКМ представлены на рис. 4.5.



а) по ЦКМ SHAPE

б) по ЦКМ SRTM3



в) по ЦКМ GTOPO30

Рис.4.5. Примеры импорта данных по профилю из ЦКМ

**Важно!** Карты GTOPO30 используются в САПР «Территория» только для расчета неровности ландшафта местности и не могут быть использованы для получения профиля интервала и последующего расчета РРЛ. Загрузка профиля по данным карт GTOPO30 может быть проведена только для грубой оценки.

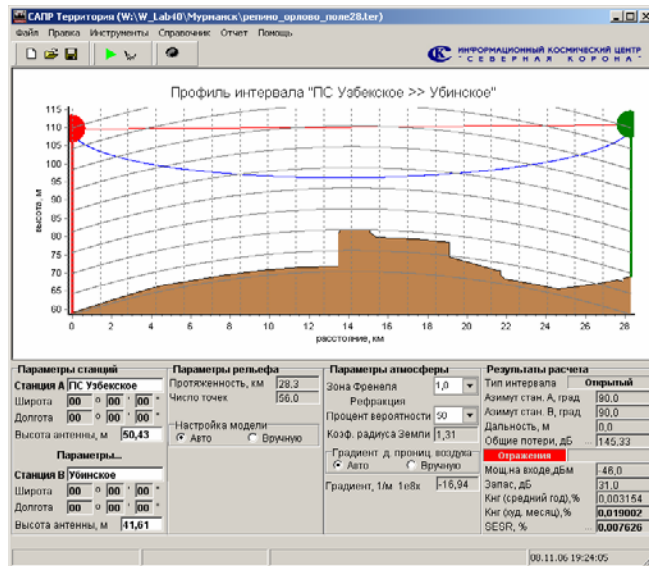
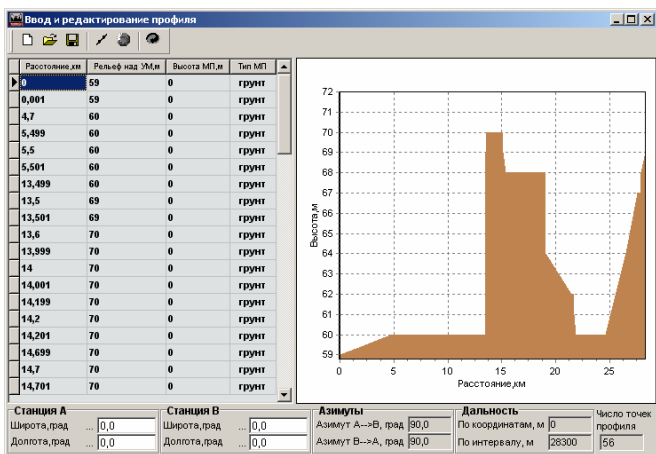
#### 4.8. Импорт данных ГИС и других программных комплексов

Комплекс обеспечивает импорт данных, полученных с использованием ГИС «MapInfo» или «Нева». При необходимости, может быть обеспечен импорт данных и с других ГИС.

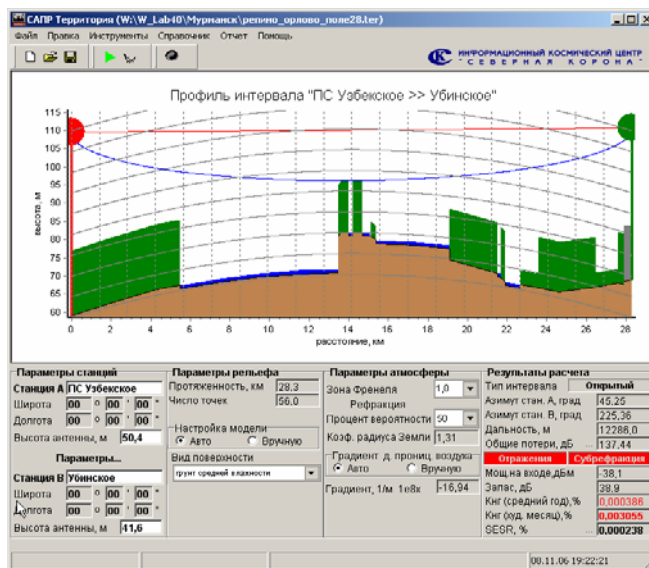
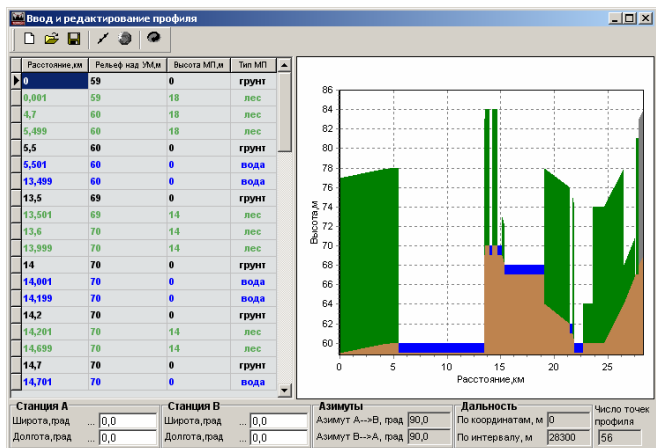
Процедура импорта данных аналогична процедуре импорта данных готовых проектов формата САПР «Территория» - необходимо открыть диалоговое окно выбора файлов и выбрать требуемый файл. Комплекс автоматически идентифицирует тип файла и выполнит импорт данных.

При импорте данных формата ГИС «Нева» комплекс автоматически подгружает дополнительный файл с расширением «\*.mst». Основное требование: дополнительный файл должен иметь такое же название и находиться в этой же папке, где и основной.

Примеры представлены на рисунках 4.6 и 4.7.



а) в панели для редактирования профиля  
 Рис.4.6 Пример профиля интервала, полученного путем импорта данных из ГИС MapInfo



а) в панели для редактирования профиля  
 Рис.4.7 Пример профиля интервала, полученного путем импорта данных из ГИС «Нева»

Одним из недостатков использования профиля в формате ГИС «MapInfo» является отсутствие в импортируемых данных информации о координатах положения станций. Точное знание координат необходимо как для автоматического получения данных по радиоклиматическим параметрам из встроенных цифровых карт BR ITU, так и для получения расчетных значений углов азимута.

Одним из недостатков использования профиля в формате ГИС «Нева» является пересечение слоев. Например, застройка указана на интервале от 10 км до 12 км, но на этом же интервале от 8 км до 15 км обозначен лес. В связи с этим при импорте данных могут возникнуть неопределенности в интерпретации данных. Для исключения этого целесообразно всегда проверять правильность ввода слоев леса, застройки и водной поверхности.

#### **4.9. Получение данных с использованием электронной линейки**

Режим «Электронная линейка» предназначен для упрощения ввода и коррекции данных по рельефу и местным предметам с отсканированных листов обычных топографических карт.

Режим «Электронная линейка» поддерживается в панели «Ситуационный план». Для работы с отсканированными листами топографических карт (графический формат JPEG или BMP) необходимо предварительно загрузить, привязать и, при необходимости, трансформировать топографические карты. Трансформирование необходимо для обеспечения бесшовной склейки карт в случаях, когда РРЛ расположена на листах с разной номенклатурой.

Процедура загрузки, привязки и трансформирования карт выполняется в специальной панели «Топографические карты» и детально описана в разделе «Работа с топографическими картами».

Для перехода в режим «Электронная линейка» нажмите одноименную кнопку – откроется панель «Ситуационный план» где будет отображено положение станций. Позиции станций автоматически соединяются отрезком линии.

Пользователь может щелчком мышки по линии устанавливать контрольные точки и редактировать ее свойства. В частности, указать высоту над уровнем моря; тип поверхности (грунт или вода); обозначить местные предметы (лес или застройка) и их высоту. Отсчет расстояний для каждой точки выставляется автоматически.

Результирующий профиль может быть возвращен в главную панель или передан на коррекцию в панель «Ввод и редактирование профиля».

Детально режим работы с электронной линейкой представлен в разделе «Ситуационный план» настоящего руководства.

#### **4.10. Сохранение профиля в файл и импорт профиля в проект**

Профиль может быть сохранен в виде файла формата САПР Территория (расширение «\*.ter») или в обычном текстовом формате «\*.txt» для дальнейшего повторного использования. В файл «\*.ter» дополнительно включаются наименования и географические координаты станций, а также высоты подвеса антенн.

Подготовленный профиль передается в проект нажатием кнопки «Вставить профиль в проект». Панель «Ввод и редактирование профиля» при этом закрывается и результирующий профиль отображается (с учетом заданного коэффициента рефрактивности) в главной панели.

## 5. Режим расчета УКВ-радиосвязи

Режим расчета УКВ-радиосвязи предназначен для расчета линий технологической радиосвязи в УКВ-диапазоне. Для перехода в этот режим необходимо включить опцию «Режим расчета УКВ-радиосвязи» в меню «Настройки» главной панели.

Откройте панель «Параметры» (рис.5.1.). Введите исходные данные по оборудованию. Скорректируйте данные по обратному направлению. Для этого нажмите кнопку «Реверс».

Рис.5.1. Ввод исходных данных в режиме расчета УКВ-радиолинии

Нажмите кнопку «Применить» и «Закреть» для передачи данных в проект и закрытия панели.

Работа с профилем в этом режиме не отличается от работы с профилем при расчете РРЛ.

В режиме расчета УКВ-радиолиний при нажатии на клавишу «Расчет» в секции «Результаты расчета» главной панели вместо параметров «Кнг» и «SESR» будет отображаться один параметр, характеризующий надежность связи - «Р связи, %» (рис.5.2).

В режиме расчета УКВ-радиолиний участки отражений не анализируются. Транспаранты «Отражения» и «Субрефракция» не используются.

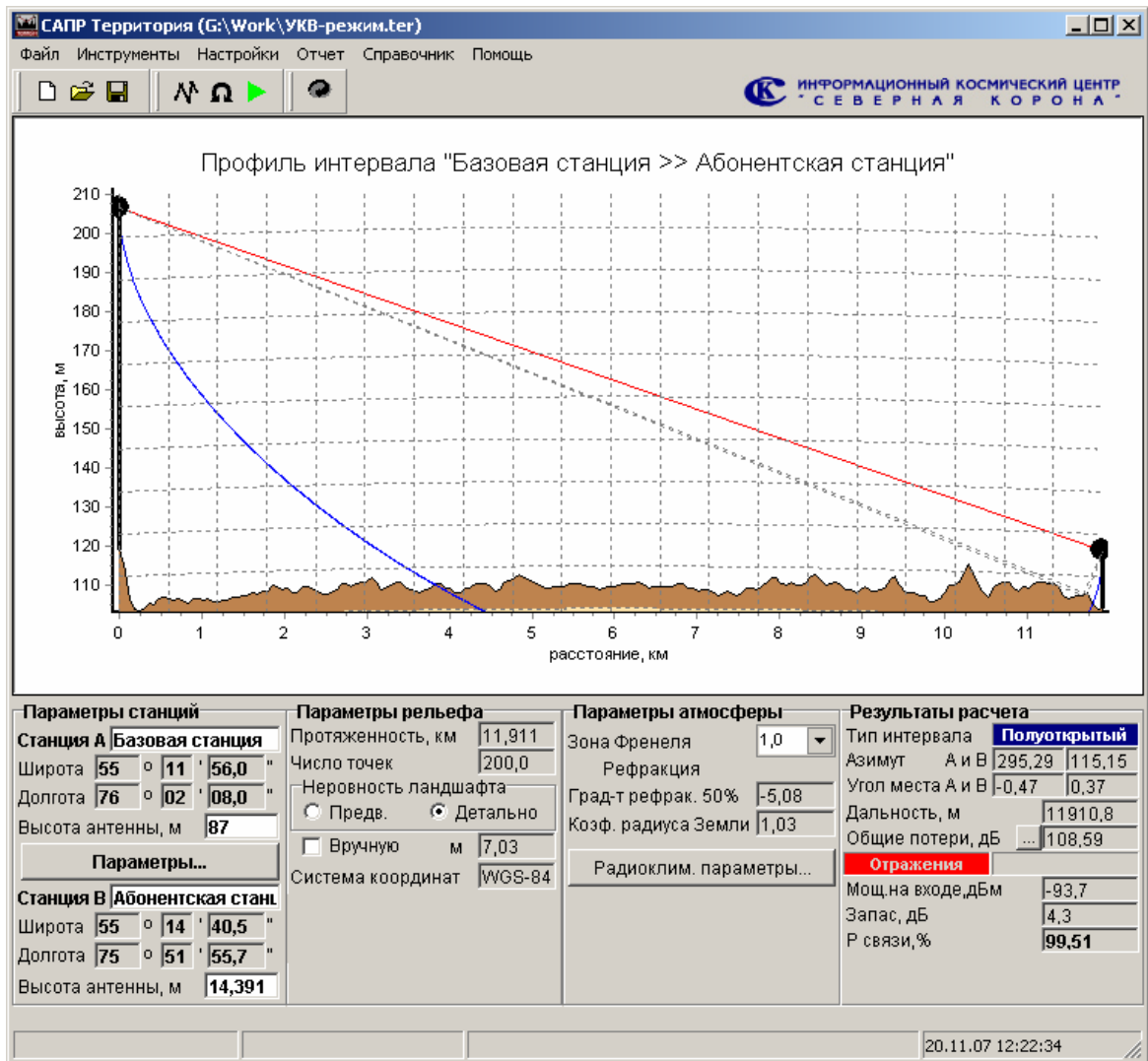
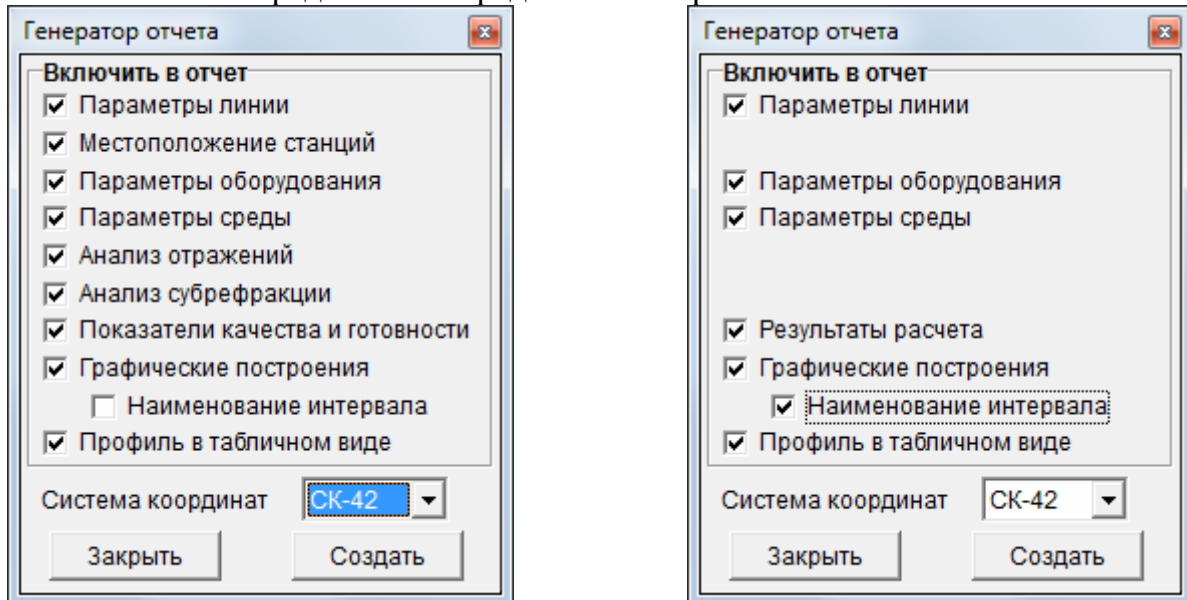


Рис.5.2. Внешний вид главной панели в режиме «Расчет УКВ-радиосвязи»

## 6. Генератор отчета

Основные исходные данные и результаты расчета могут быть экспортированы в Microsoft Excel (это приложение должно быть установлено на компьютере). Для этого откройте генератор отчета, используя меню «Отчет» - «Генератор отчета», или нажмите соответствующую кнопку в главной панели. Внешний вид генератора отчета в режимах расчета РРЛ или УКВ-радиолинии представлен на рис.6.1.



а) В режиме расчета РРЛ

б) В режиме расчета УКВ-радиолинии

Рис.6.1 Генератор отчета

Генератор отчета позволяет пользователю определить структуру отчета. Точнее указать перечень таблиц, которые будут включены в отчет.

Опция «Параметры линии» включает в отчет таблицу с исходными данными по линии в целом (протяженность, тип оборудования, частота, установленные пользователем нормы на SESR и Кнг и т.д.).

Опция «Местоположение станций» включает в отчет таблицу с исходными и расчетными данными по координатам РРС, высотам положения, углам места и азимута и т.д.

Опция «Параметры оборудования» включает в отчет таблицу с исходными данными по параметрам оборудования (антенна, тракт приема, тракт передачи, разнесение и т.д.).

Опция «Анализ отражений» включает в отчет таблицу результатами анализа участков отражений (если они есть).

Опция «Анализ субрефракции» включает в отчет таблицу результатами анализа субрефракции для 99.9%. Если расчет выполняется по «Методике 98», то таблица дополняется параметрами субрефракции при нулевом запасе.

Опция «Показатели качества и готовности» включает в отчет таблицу с детальными результатами расчета энергетики линии, SESR и Кнг с формированием заключения «Пригоден» или «Не пригоден».

Опция «Графические построения» включает в отчет профили интервала с отображением участков отражения, субрефракции, линии нулевого запаса (только для «Методики 98»). Для режима УКВ-радиосвязи выдается только профиль. При включенной опции «Наименование интервала» в верхней части профиля интервала отображается направление: «Станция А – Станция Б».



При включенной опции «Профиль в табличном виде» в отчете Excel формируется дополнительный лист, где отображаются данные по профилю интервала в табличном виде.

Координаты станций, выводимые в отчет, могут быть представлены в любой системе координат (WGS-84, СК-42, СК-95). Выбор системы координат осуществляется из выпадающего списка.

Внутренняя структура таблиц может автоматически меняться в зависимости от методики расчета, установленных режимов работы оборудования и результатов промежуточных расчетов.

Для генерации отчета нажмите кнопку «Создать». Через несколько секунд будет открыто приложение Excel с отображением отчета (рис. 6.2.).

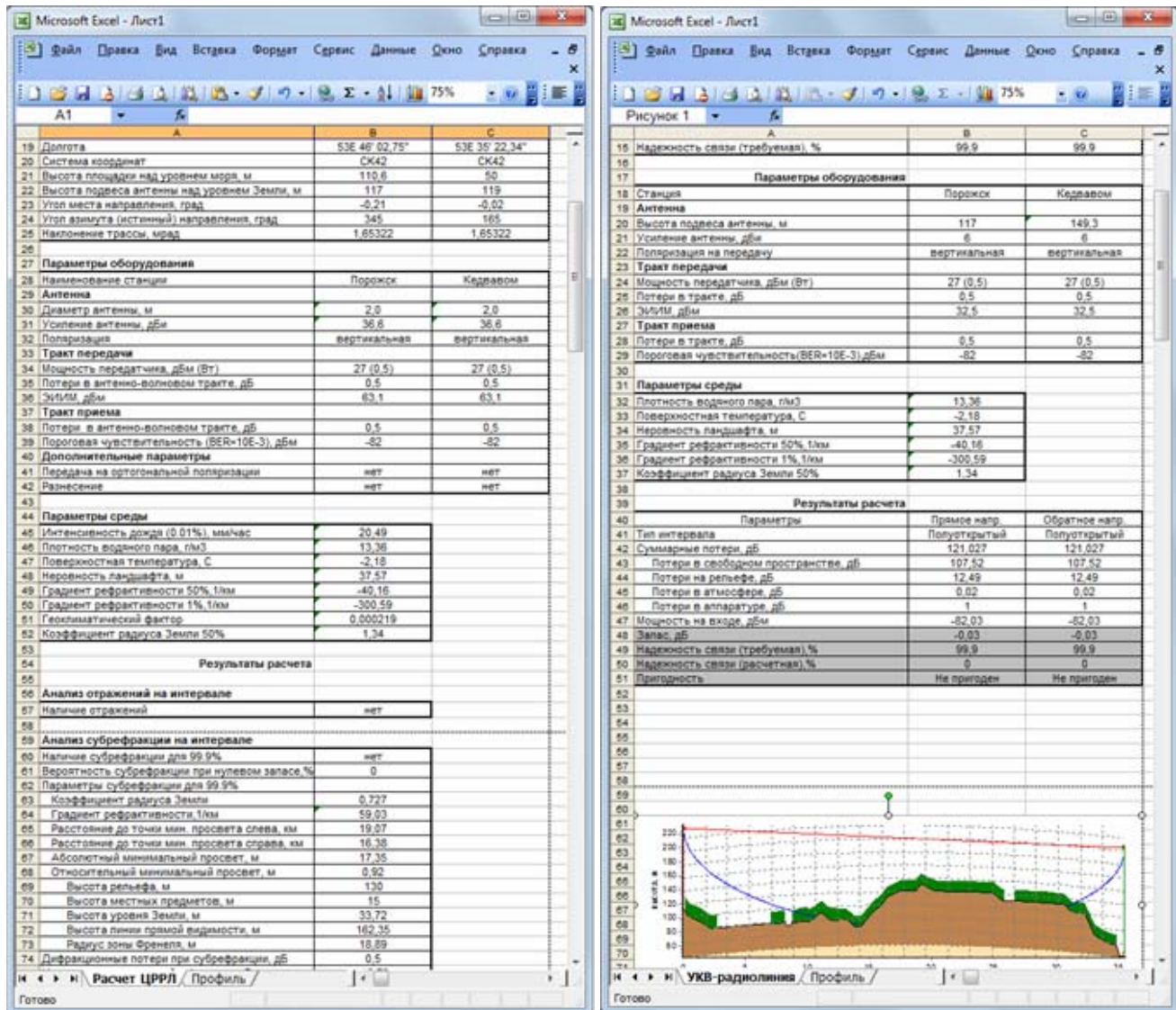


Рис.6.2 Примеры отчетов по РРЛ и УКВ-радиолинии

## 7. Ситуационный план

### 7.1. Назначение и основные элементы

Панель «Ситуационный план» предназначена для:

- отображения интервала на всех доступных источниках геоданных (SRTM, GTOPO30, топографические карты, карты SHAPE-формата, спутниковые снимки и карты Google), включая их комбинации;
- копирования полученного изображения в файл или буфер;
- создания нового или коррекции существующего профиля интервала путем установки (коррекции) контрольных точек по топографическим картам, спутниковым снимкам, картам SHAPE-формата (режим «Электронная линейка»);
- оперативного планирования (путем смещения положения станций мышкой на карте с интерактивным отображением профиля интервала).

Панель может быть открыта:

- из главной панели кнопкой «Ситуационный план»;
- из панели «Ввод и редактирование профиля» кнопкой «Электронная линейка».

При открытии панели сразу отображаются положение станций и отрезок линии между ними. Причем, при открытии в режиме «Электронная линейка» сразу отображаются и контрольные точки с возможностью их коррекции.

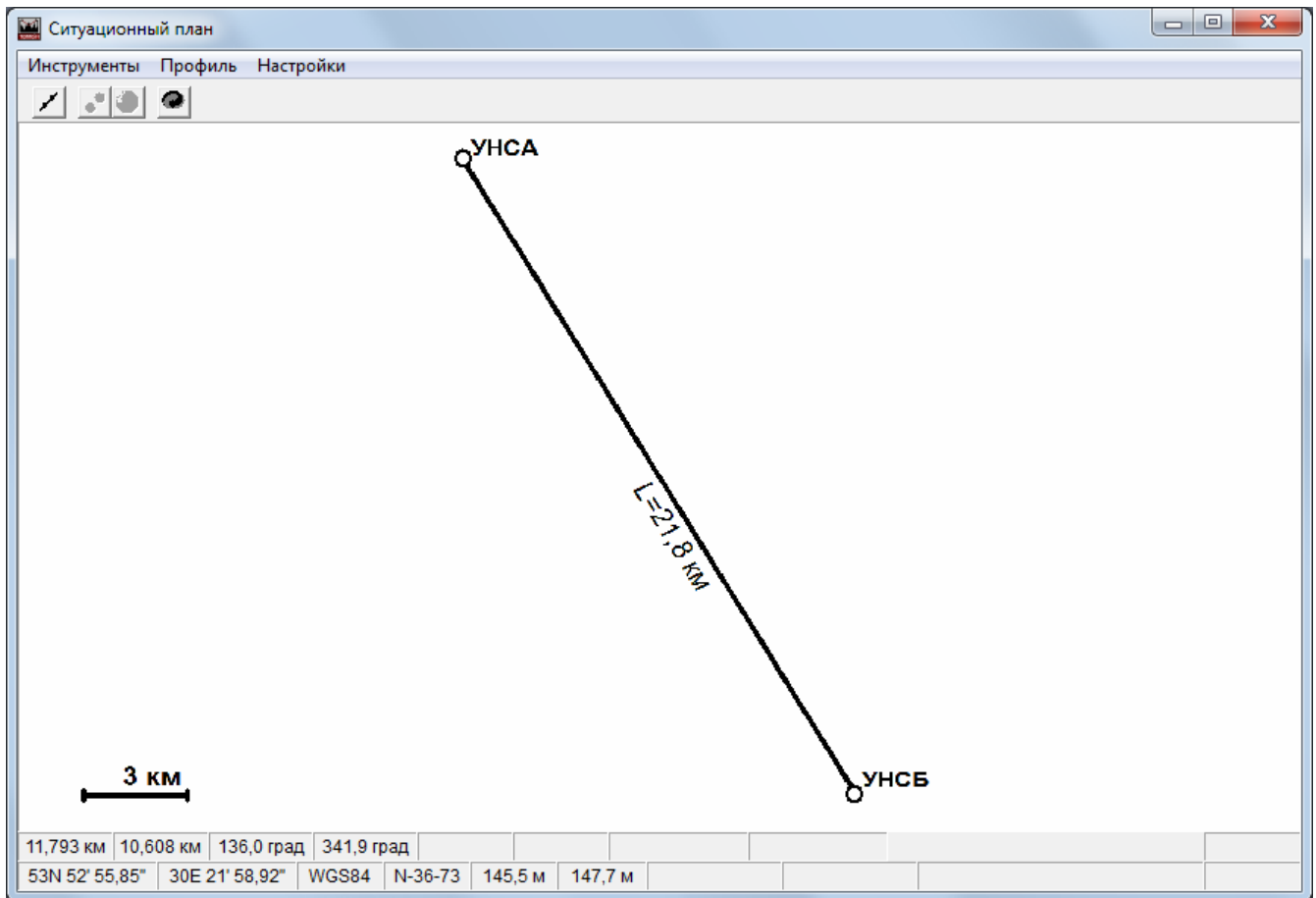


Рис.7.1 Ситуационный план

В нижней части панели в статусной строке отображаются:

- координаты положения мышки и соответствующая система координат;
- номенклатура листа топографической карты (масштаб 1:100000), соответствующего положению мышки на плане;
- высоты точки положения мышки по данным карт SRTM3 и GTOPO30;
- дальности от точки положения мышки до каждой из станций;

- азимуты направлений от каждой из станций в точку положения мышки.

Если подгружены карты SHAPE, то дополнительно отображаются: высота изолинии, тип и высота местного предмета, над которым расположена мышка.

Дополнительные настройки отображения ситуационного плана можно отредактировать в панели «Установки комплекса» на закладке «Ситуационный план» (рис.7.2).

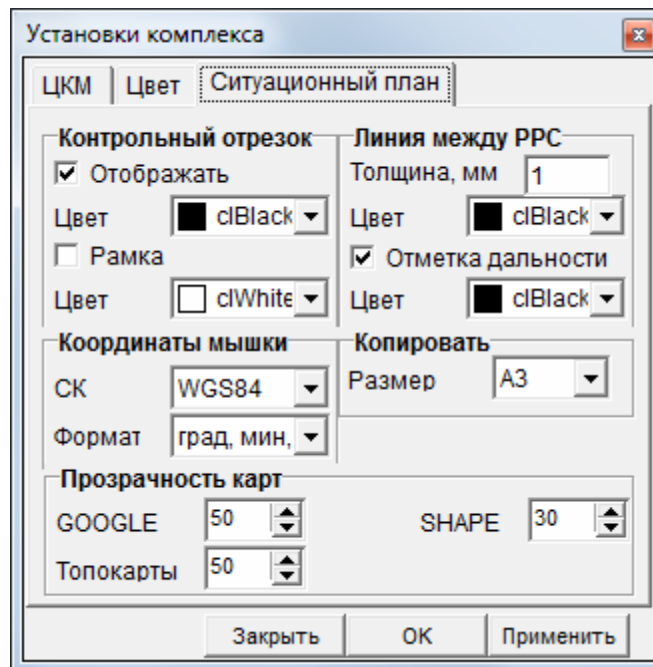


Рис.7.2 Настройка отображения ситуационного плана

Основные элементы меню:

- «Инструменты» - «Топографические карты»: открывает панель для загрузки и привязки отсканированных листов топографических карт;
- «Инструменты» - «Карты SHAPE-формата»: открывает панель для загрузки цифровых карт SHAPE-формата;
- «Профиль» - «Загрузить из SRTM3»: загружает профиль по картам SRTM3;
- «Профиль» - «Загрузить из GTOPO30»: загружает профиль по картам GTOPO30;
- «Профиль» - «Загрузить из SHAPE»: загружает профиль по картам SHAPE;
- «Профиль» - «Передать профиль в проект»: передает профиль в проект и отображает его в главной панели;
- «Профиль» - «Передать профиль на редактирование»: загружает профиль в панель «Ввод и редактирование профиля» для коррекции контрольных точек в табличном виде;
- «Профиль» - «Загрузить профиль из проекта»: загружает профиль из основного проекта (главная панель) очищая существующий;
- «Профиль» - «Очистить профиль»: удаляет все контрольные точки профиля, оставляя только концевые.
- «Настройки» - «Установки»: открывает панель «Установки комплекса» (рис.7.2).

Назначение кнопок в верхней части панели:

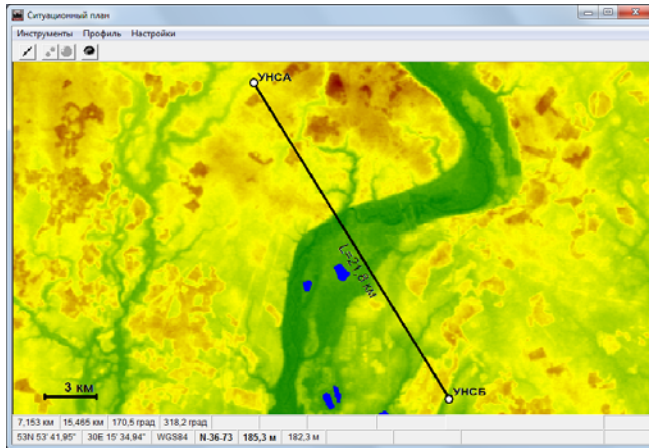
- «Показать контрольные точки» - отображает все контрольные точки профиля;
- «Перемещение и ввод новых контрольных точек» - включает режим электронной линейки, позволяющей устанавливать новые или корректировать положение существующих контрольных точек;

- «Автоподгрузка данных ЦКМ» - при установке новой или перемещении текущей точки автоматически корректируем высоту рельефа и тип и высоту местных предметов по данным доступной ЦКМ;

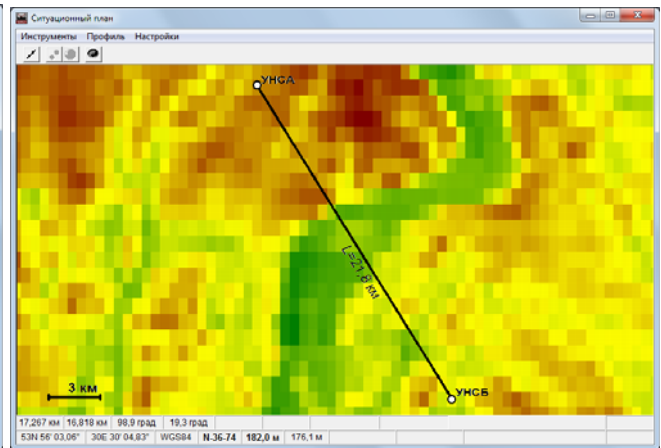
- «Передать профиль в проект» - передает профиль в проект и отображает его в главной панели.

## 7.2. Подложка

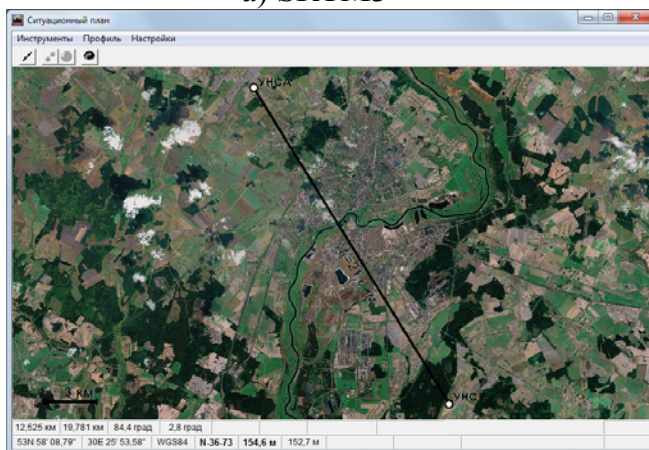
Подложка формируется путем отображения выбранного типа карт. Выбор типа карт осуществляется в локальном меню основного окна ситуационного плана.



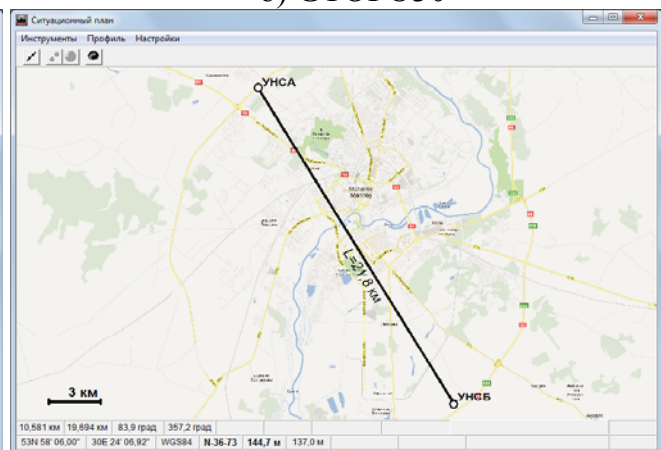
а) SRTM3



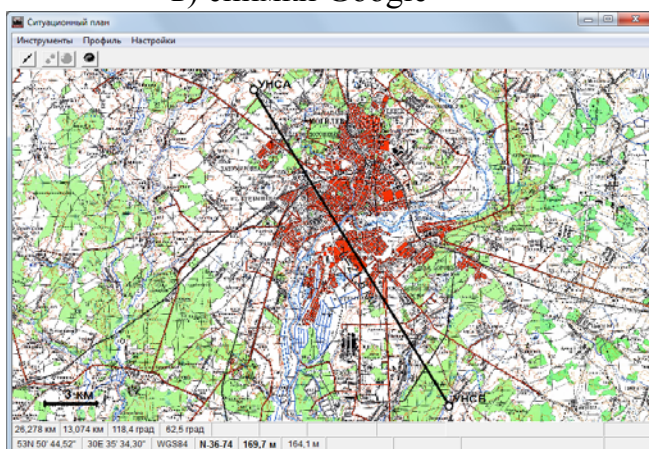
б) GTOPO30



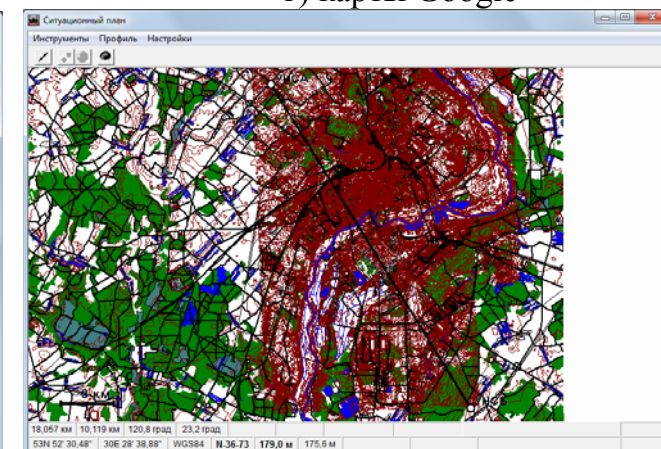
в) снимки Google



г) карты Google



д) топографические карты



е) SHAPI

Рис. 7.3 Примеры формирования подложек

Для отображения карт SRTM и GTOPO30 файлы карт должны быть доступны, а пути к ним указаны в панели «Настройки».

Для отображения карт или снимков Google персональный компьютер должен быть подключен к сети Internet.

Для отображения топографических карт – они должны быть загружены и привязаны в панели «Топографические карты».

Для отображения карт SHAPE-формата – они должны быть загружены и настроены в панели «Настройка векторных карт SHAPE-формата».

Возможно комбинированное отображение разных карт. Прозрачность задается в панели «Настройки».

Для изменения масштаба подложки пользуйтесь колесиком мышки или клавишами «+» и «-» клавиатуры.

Для линейного смещения подложки просто перетащите его мышкой.

Результирующая картинка может быть сохранена в файл или записана в буфер путем использования локального меню главного окна панели.

### 7.3. Снятие и коррекция профиля (режим «Электронная линейка»)

Для перехода в режим просмотра и коррекции контрольных точек утопите кнопку «Показать контрольные точки». Все контрольные точки будут отображены на ситуационном плане (Рис.7.4). Цвет точки определяется типом местных предметов.

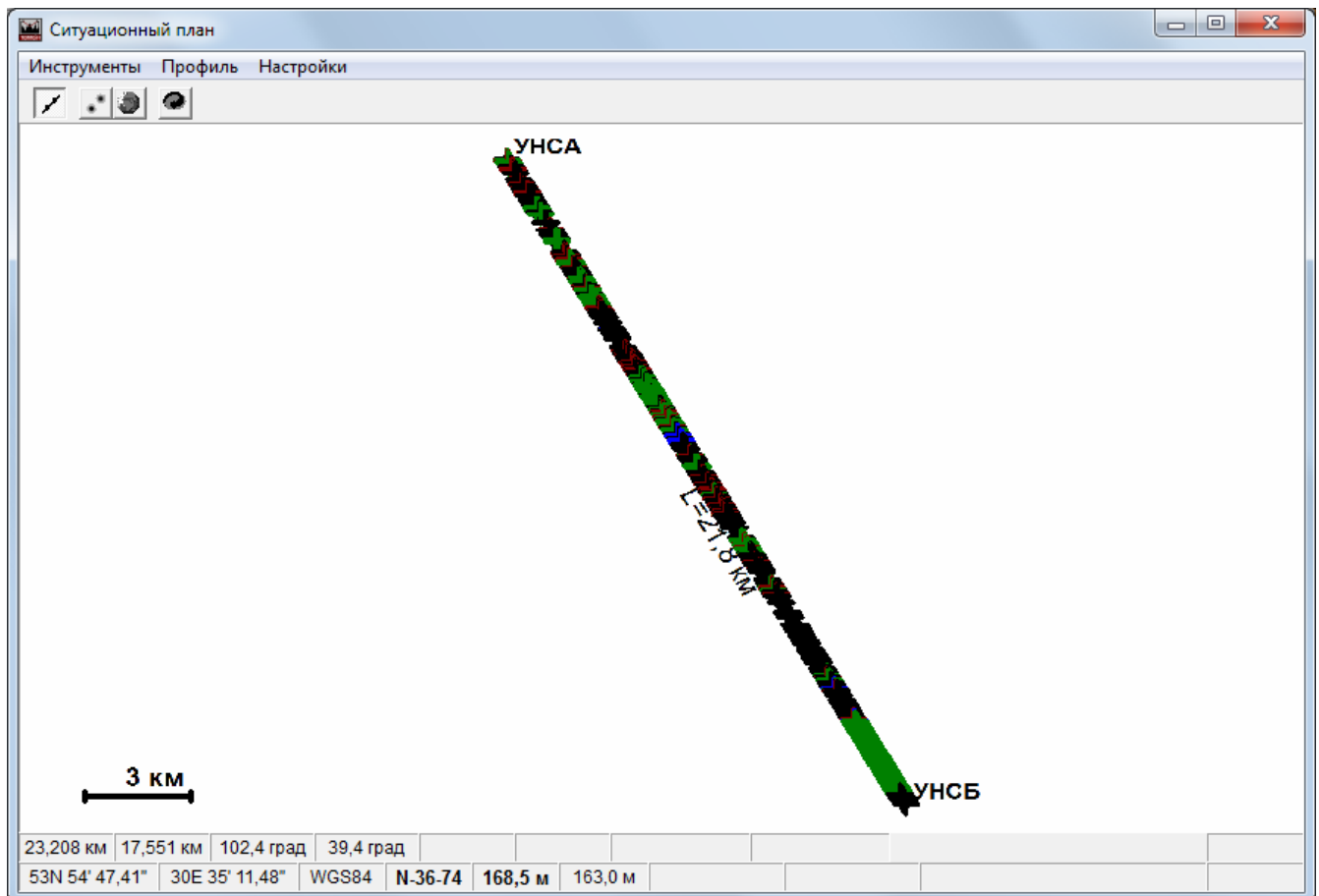


Рис.7.4. Отображение контрольных точек

Для доступа к свойствам любой контрольной точки выберите из ее локального меню «Свойства» (или двойной щелчок мышкой). Откроется панель (рис.7.5), позволяющая скорректировать высоту рельефа, тип местного препятствия и его высоту. Для удаления контрольной точки подведите мышку к ее обозначению и выберите локальное меню «Удалить».

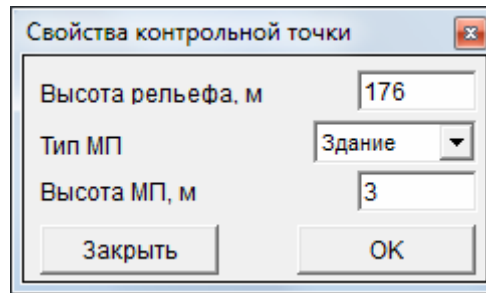


Рис.7.5. Коррекция свойств контрольных точек

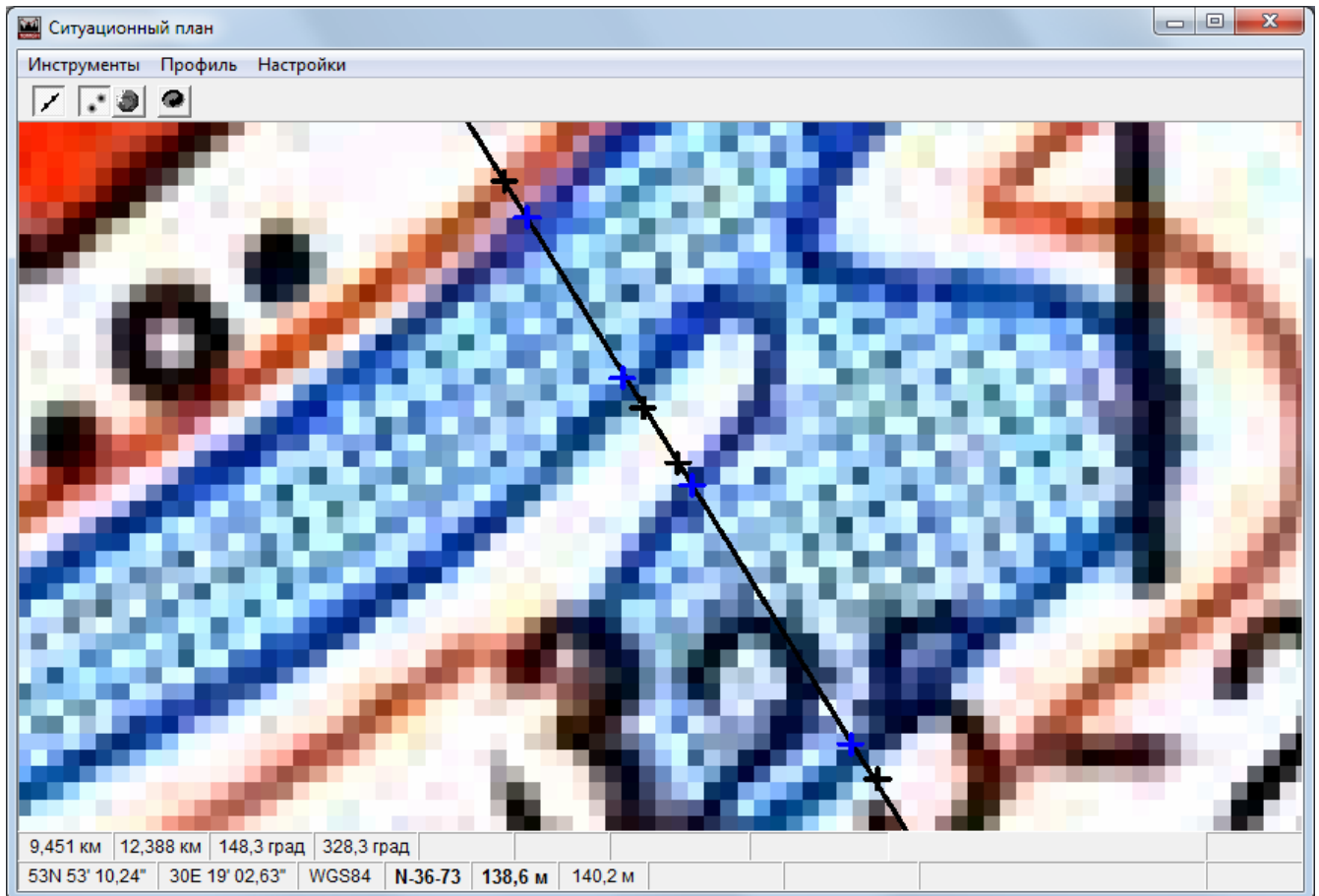


Рис.7.6. Ввод новых контрольных точек

Для ввода новой контрольной точки утопите кнопку «Перемещение и ввод новых контрольных точек» - включается режим электронной линейки. Подведите мышку в место установки новой контрольной точки. Сделайте щелчок – контрольная точка отобразится на карте. Откройте панель «Свойства» точки и введите данные по высоте рельефа и типу местного предмета (если он есть).

Высота рельефа может выставляться автоматически, если включен режим «Автоподгрузка данных ЦКМ» (кнопка в верхней части панели).

Для перемещения контрольной точки установите курсор мышки над ней и при нажатой левой кнопке перетащите точку. Если режим «Автоподгрузка данных ЦКМ» включен – высота рельефа будет скорректирована в соответствии с новым положением точки. Точки можно перемещать в любое место на трассе, не выходя за пределы линии профиля.

При попытке изменить положение конечных точек (мета размещения станций) комплекс интерпретирует это действие как изменение положения станций.

Все изменения в положении или параметрах контрольных точек не затрагивают данные основного проекта. Для передачи результатов ситуационной панели в проект или

на редактирование необходимо выбрать соответствующую команду в меню панели «Ситуационный план».

При повторном открытии панели «Ситуационный план» из главной панели или панели «Ввод и редактирование профиля» - все данные в ситуационной панели будут заменены.

#### 7.4. Оперативное планирование

Для проведения оперативного планирования функционал комплекса имеет режим изменения положения РРС (пассивного РТР) путем их «перетаскивания» мышкой по карте с интерактивным отображением результирующего профиля интервала.

По умолчанию режим «перетаскивания» станций заблокирован. Для разблокировки режима необходимо подвести мышку к обозначению станции, вызвать локальное меню правой кнопкой мышки и выбрать опцию «Перемещение мышкой». Разблокировку необходимо выполнить для каждой РРС (РТР), которую необходимо переместить. Для блокировки смещения РРС необходимо выключить опцию «Перемещение мышкой».

Для перемещения РРС (или РТР) подведите мышку к обозначению разблокированной станции, нажмите левую кнопку мышки и переместите РРС в новую позицию. При перемещении станции автоматически откроется панель для отображения профиля интервала, линии прямой видимости и первой зоны Френеля (рис.7.7). Данная панель может быть открыта в любое время одноименной кнопкой быстрого доступа в панели «Ситуационный план».

При интерактивной загрузке профиля интервала в качестве ЦКМ используется та, которая отображена на подложке. Если ни одна ЦКМ не отображена, то для загрузки профиля по умолчанию используется комбинированный режим: SRTM3+GTOPO30.

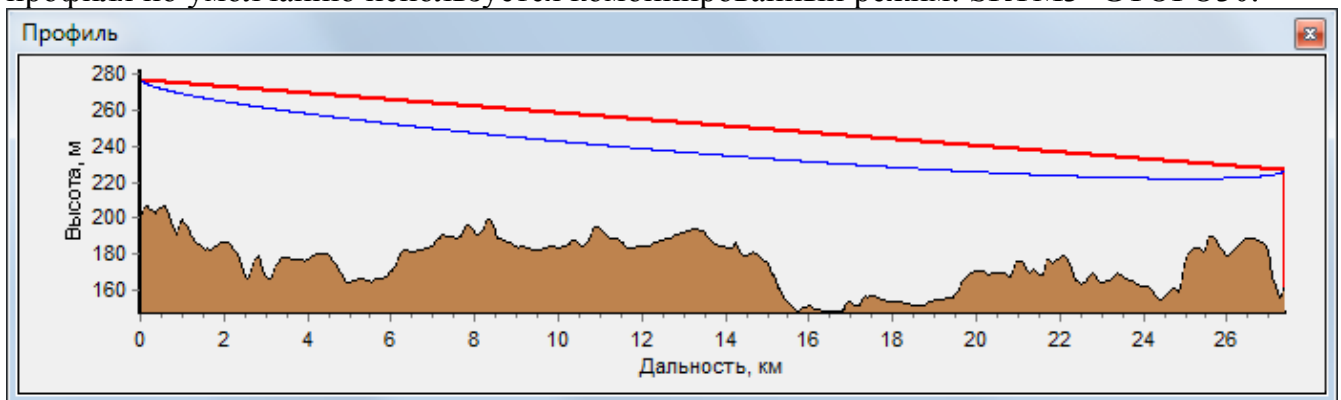


Рис.7.7. Интерактивное отображение профиля интервала

Если необходимо ввести новые фиксированные координаты РРС (РТР), или изменить высоту подвеса антенн – откройте панель «Свойства РЭС» (двойным щелчком мышки по обозначению РРС) и скорректируйте значения.

Рис.7.8. Панель для изменения координат РРС или высот подвеса антенн

**Важно!** При изменении положения станций в панели «Ситуационный план» введенный ранее профиль интервала удаляется. Для того чтобы вернуть исходный

*профиль необходимо воспользоваться меню «Перезагрузить проект». Перед передачей профиля в проект необходимо загрузить профиль, выбрав соответствующее подменю в меню «Профиль».*

### **7.5. Передача профиля в проект**

Для передачи профиля в проект или на редактирование необходимо выбрать соответствующее меню ситуационной панели:

- «Профиль» - «Передать профиль в проект»: передает профиль в проект и отображает его в главной панели;

- «Профиль» - «Передать профиль на редактирование»: загружает профиль в панель «Ввод и редактирование профиля» для коррекции контрольных точек в табличном виде.



## 8. Режим расчета РРЛ с пассивным ретранслятором

Комплекс поддерживает расчет РРЛ с пассивным ретранслятором (плоский отражатель или «спина к спине»).

Перед выполнением расчета необходимо:

- ввести координаты положения пассивного РТР;
- задать параметры пассивного РТР.

Для ввода координат положения РТР необходимо (см. рис. 8.1):

- открыть панель «Ввод и редактирование профиля»;
- включить опцию «Пассивный РТР»;
- ввести координаты положения РТР;
- загрузить профиль интервала кнопкой «Загрузить профиль из ЦКМ».

Суммарный профиль интервала (первое плечо + второе плечо) будет отображен в окне панели. Положение РТР будет обозначено в виде мачты высотой 20 м на графике и строкой красного цвета в табличной форме. В разделе «Дальность до РТР» будут представлены значения дальностей каждого плеча.

Координаты положения РТР в последующем могут быть уточнены в панели «Ситуационный план».

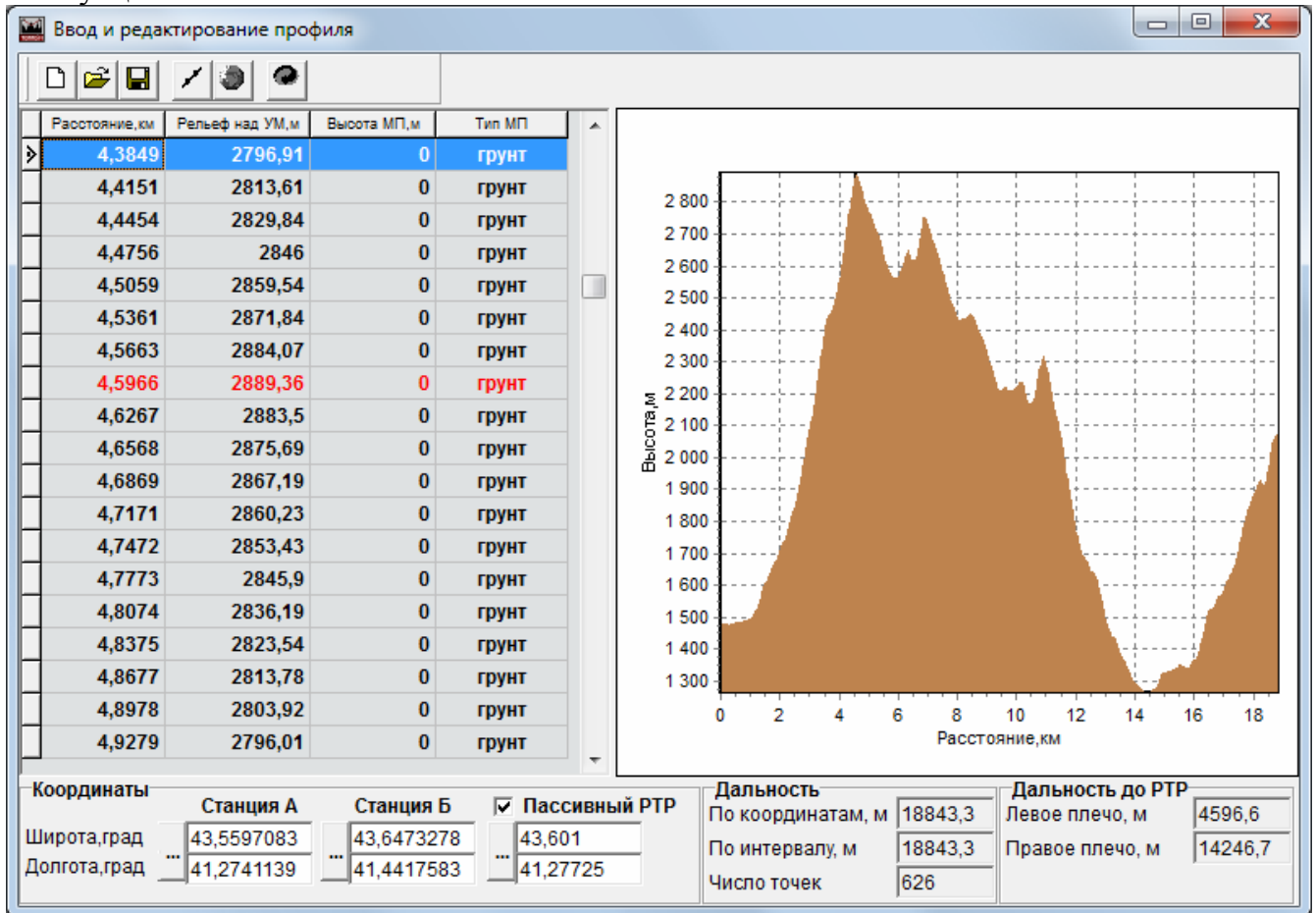


Рис.8.1. Ввод координат пассивного РТР

Нажмите кнопку «Вставить профиль в проект» - профиль будет передан в основной проект и откроется главная панель комплекса.

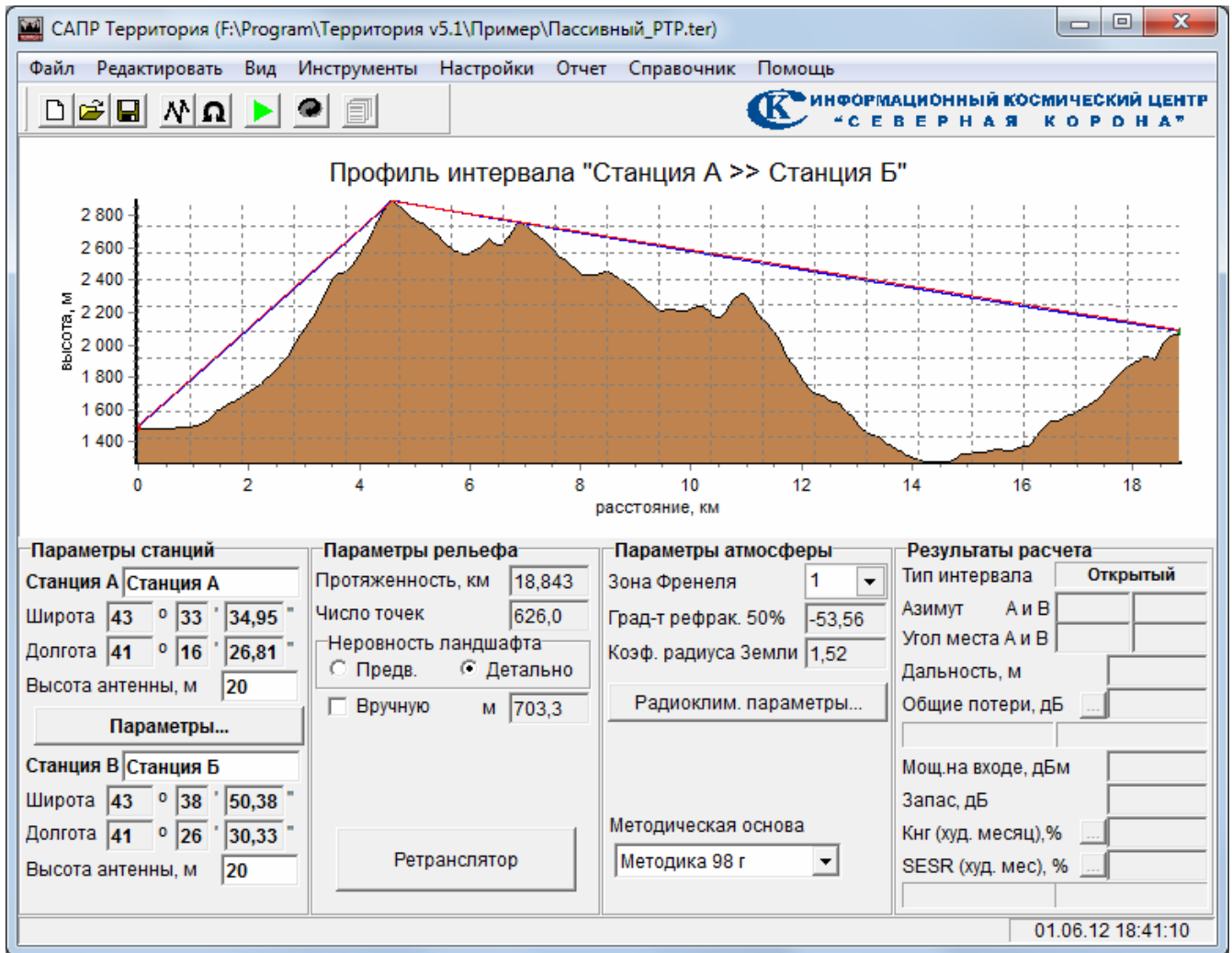


Рис.8.2. Главная панель в режиме «Расчет РРЛ с пассивным РТР»

Для ввода параметров пассивного ретранслятора нажмите кнопку «Ретранслятор» (кнопка недоступна в обычном режиме). Откроется панель «Пассивный ретранслятор» (рис. 8.3).

The dialog box 'Пассивный ретранслятор' (Passive RTR) is shown with the 'Spine to Spine' type selected. The parameters are as follows:

- Тип ретранслятора:**  "Спина к спине",  Плоский отражатель
- Параметры РТР:**
  - Go в напр. ст. А, дБи: 43,8
  - Go в напр. ст. В, дБи: 43,8
  - Потери в тракте, дБ: 0
  - Высота подвеса, м: 7
- Ориентация антенн:**
  - Азимут на ст А, град: 183,16
  - Угол места на ст. А, град: -17,42
  - Азимут на ст Б, град: 68,75
  - Угол места на ст. Б, град: -3,29

Buttons: 'Закрыть', 'Применить'

а) РТР типа «Спина к спине»

The dialog box 'Пассивный ретранслятор' (Passive RTR) is shown with the 'Flat Reflector' type selected. The parameters are as follows:

- Тип ретранслятора:**  "Спина к спине",  Плоский отражатель
- Параметры:**
  - Высота отражателя, м: 5
  - Ширина отражателя, м: 5
  - Высота центра, м: 7
  - Угол переотражен., град: 112,11
  - Площадь эфф., м2: 13,96
  - Усиление, дБи: 101,93
- Ориентация нормали:**
  - Азимут, град: 125,96
  - Угол места, град: -10,36

Buttons: 'Закрыть', 'Применить'

б) РТР типа «Плоский отражатель»

Рис.8.3. Панель ввода параметров пассивного РТР

Выберите тип РТР: «Спина к спине» или «Плоский отражатель». Введите основные параметры РТР:

- усиления антенн и потери в антенно-фидерном тракте (для типа «спина к спине»);

- геометрические размеры по высоте и ширине (для типа «Плоский отражатель»).

Введите высоту (над уровнем Земли) подвеса фазового центра антенн или центра плоского отражателя. Нажмите кнопку «Применить» - данные будут переданы в модель, при этом дополнительно будут отображены расчетные значения:

- а) для РТР типа «спина к спине»: углов наведения каждой из антенн;

- б) для РТР типа «плоский отражатель»:

- угла переотражения (пространственный угол между направлениями на каждую РРС из точки РТР);

- эффективной площади РТР (зависит от геометрических размеров и угла переотражения);

- усиления РТР (зависит от геометрических размеров и угла переотражения);

- требуемой ориентации нормали пассивного РТР в виде угла места и азимута направления.

По окончании ввода параметров РТР закройте панель кнопкой «Заккрыть».

Выполните расчет. В строках «Азимут» и «Угол места» главной панели будут отображены соответствующие углы в направлении на пассивный РТР.

При формировании отчета в него будут выведены все основные исходные и расчетные данные по радиорелейной линии с пассивным РТР.

## III КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ, СПРАВОЧНИКИ

### 9 Работа с картами SRTM и SWBD

#### 9.1. Карты SRTM

Карты SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) были получены в 2000 г в результате радарной топографической съемки (11-и дневной миссии Space Shuttle Endeavour) территории земного шара в широтной полосе от 60 град. ю.ш. до 60 град с.ш. с максимальным разрешением 1 угл. сек.

Карты SRTM3 имеют разрешение 3 угл сек и получены из карт SRTM1. Карты SRTM3 разбиты на 6 регионов: Евразия, Африка, Австралия, Северная Америка, Южная Америка и острова. Разбивка карт SRTM3 представлена на рис. 9.1.

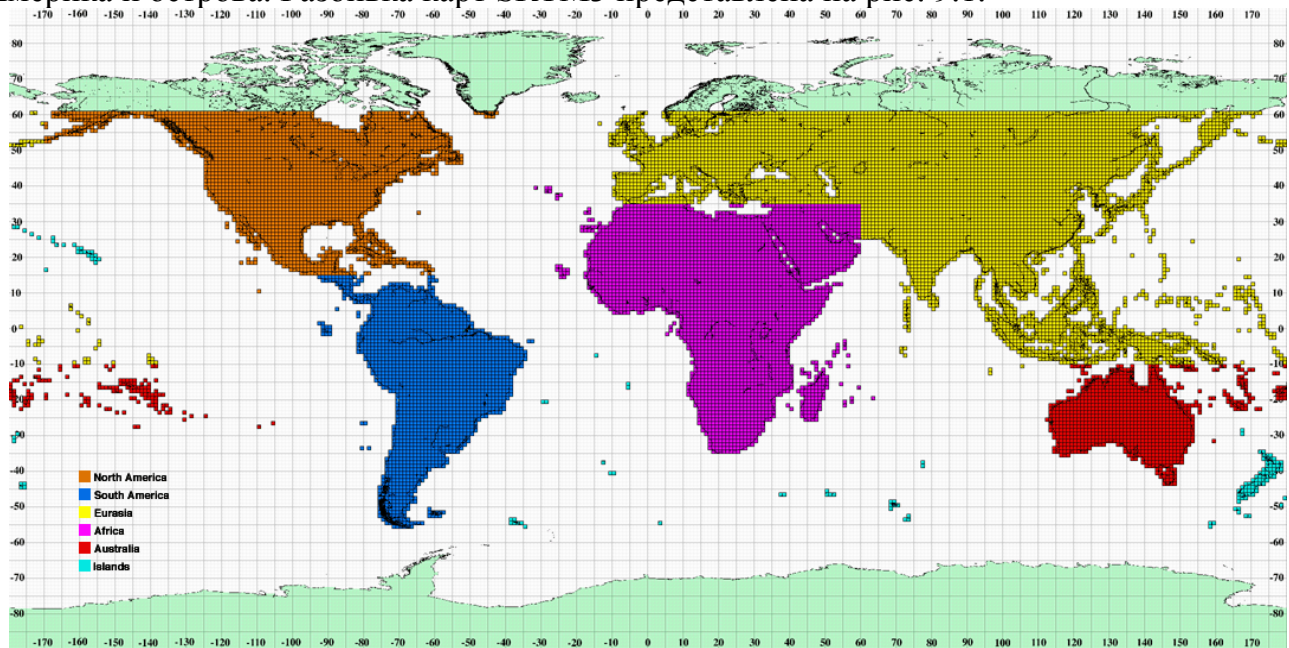


Рис. 9.1 Разбивка карт SRTM3

В комплекте поставки представлены карты по региону «Евразия».

Специальная установка и инициализация карт SRTM не требуется. Папка с картами должна быть доступна для программного комплекса, а путь к папке указан в панели «Установки».

#### 9.2. Карты SWBD

Карты SWBD (SRTM Water Body Data) – по своей сути являются дополнением к картам SRTM и содержат информацию по крупным водным поверхностям в составе каждого блока SRTM.

Карты SWBD разбиты на 2 региона: западный (Water West) и восточный (Water East). В комплекте поставки представлены карты восточному региону: от Гринвичского меридиана до 180 град в.д.

Специальная установка и инициализация карт SWBD не требуется. Папка с картами должна быть доступна для программного комплекса, а путь к папке указан в панели «Установки».

## 10 Работа с картами ГТОРО30

Карты ГТОРО30 предназначены для расчета неровности ландшафта местности в зоне размещения РРЛ в квадрате 110 на 110 км в соответствии с рекомендацией ITU-R P.530.

Карты ГТОРО30 имеют разрешение 30 угл сек и были созданы US Geological Survey в период с 1993 по 1996 годы. Карты разбиты на 33 блока, каждый из которых записан в один файл. Разбивка карт ГТОРО30 представлена на рис.10.1.

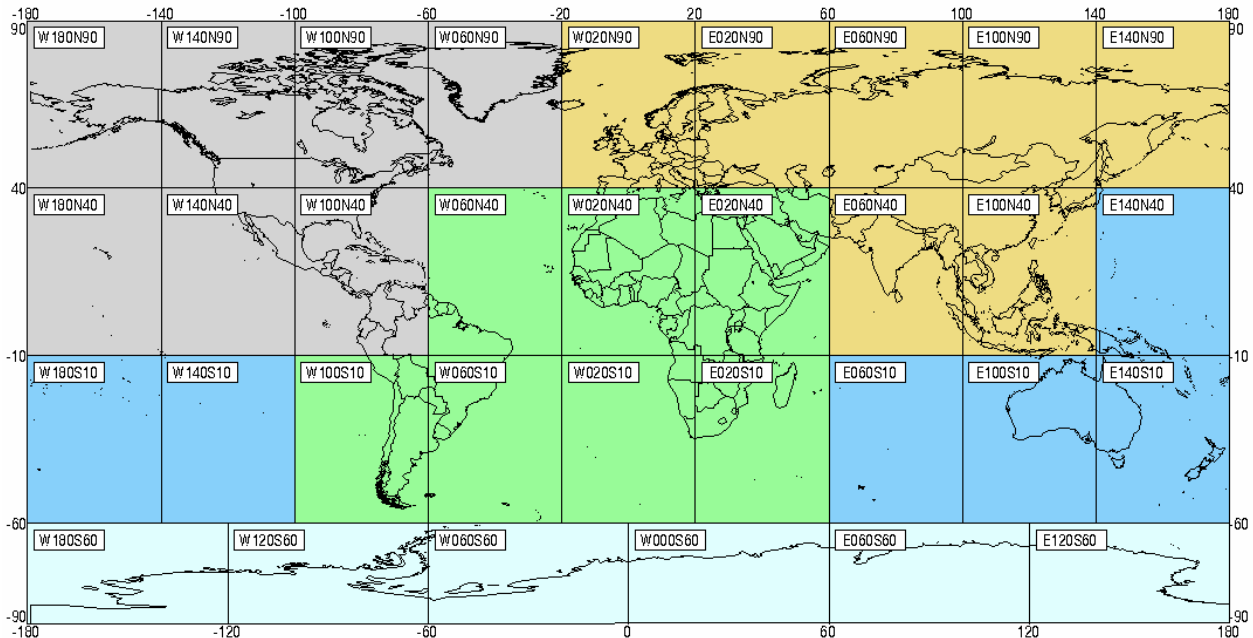


Рис. 10.1 Разбивка карт ГТОРО30

В комплекте поставки представлен полный набор карт.

Специальная установка и инициализация карт ГТОРО30 не требуется. Папка с картами должна быть доступна для программного комплекса, а путь к папке указан в панели «Установки»

## 11 Работа с топографическими картами

### 11.1 Краткая характеристика

Программный комплекс поддерживает работу с отсканированными топографическими картами масштаба от 1:200000, 1:100000 и ниже. Наряду с топографическими картами могут быть использованы также и планы местности (городов, кварталов). В общем случае могут быть использованы любые отсканированные карты (планы), выполненные в равноугольной цилиндрической проекции.

Карты привязываются - по установленным на карту фишкам, координаты которых известны, формируется географическая сетка. Система координат сетки – СК-42.

При формировании подложки программа просмотрит все загруженные и привязанные карты, выберет необходимые участки и отобразит их с установленной степенью прозрачности в основном окне, формируя при этом непрерывное картографическое поле.

Для загрузки, привязки и, при необходимости, трансформирования отсканированных карт используется панель «Топографические карты», внешний вид которой представлен на рис.11.1.

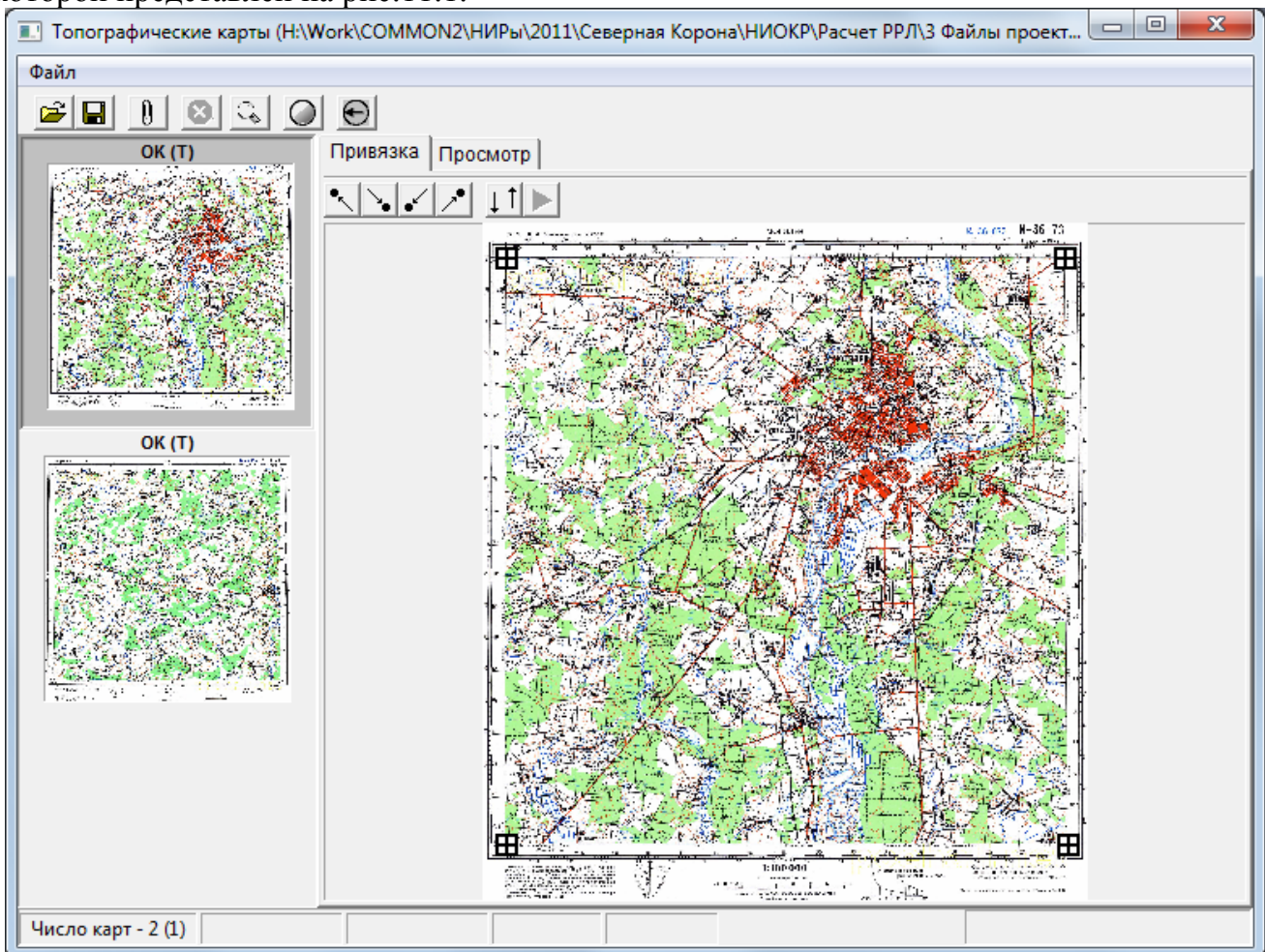


Рис. 11.1 Панель «Топографические карты»

### 11.2 Загрузка и привязка топографических карт

Откройте панель «Топографические карты».

Для загрузки новой карты:

- нажмите кнопку «Добавить карту» или выберите меню «Добавить новую карту»;
- в открывшемся диалоговом окне выберите файл с картой и нажмите кнопку «Открыть» - карта загрузится в окно в левой части панели.

Установите четыре специальные фишки по всем четырем углам карты в точках границы координатной сетки. Для этого увеличьте изображение, используя колесико

мышки. Используя кнопки для быстрого перемещения к углам карты и линейное перетаскивание карты мышкой, установите карту так, чтобы была доступна первая из четырех фишек. Переместите фишку на обозначение координатной сетки (рис.11.2). Повторите процедуру для остальных фишек.

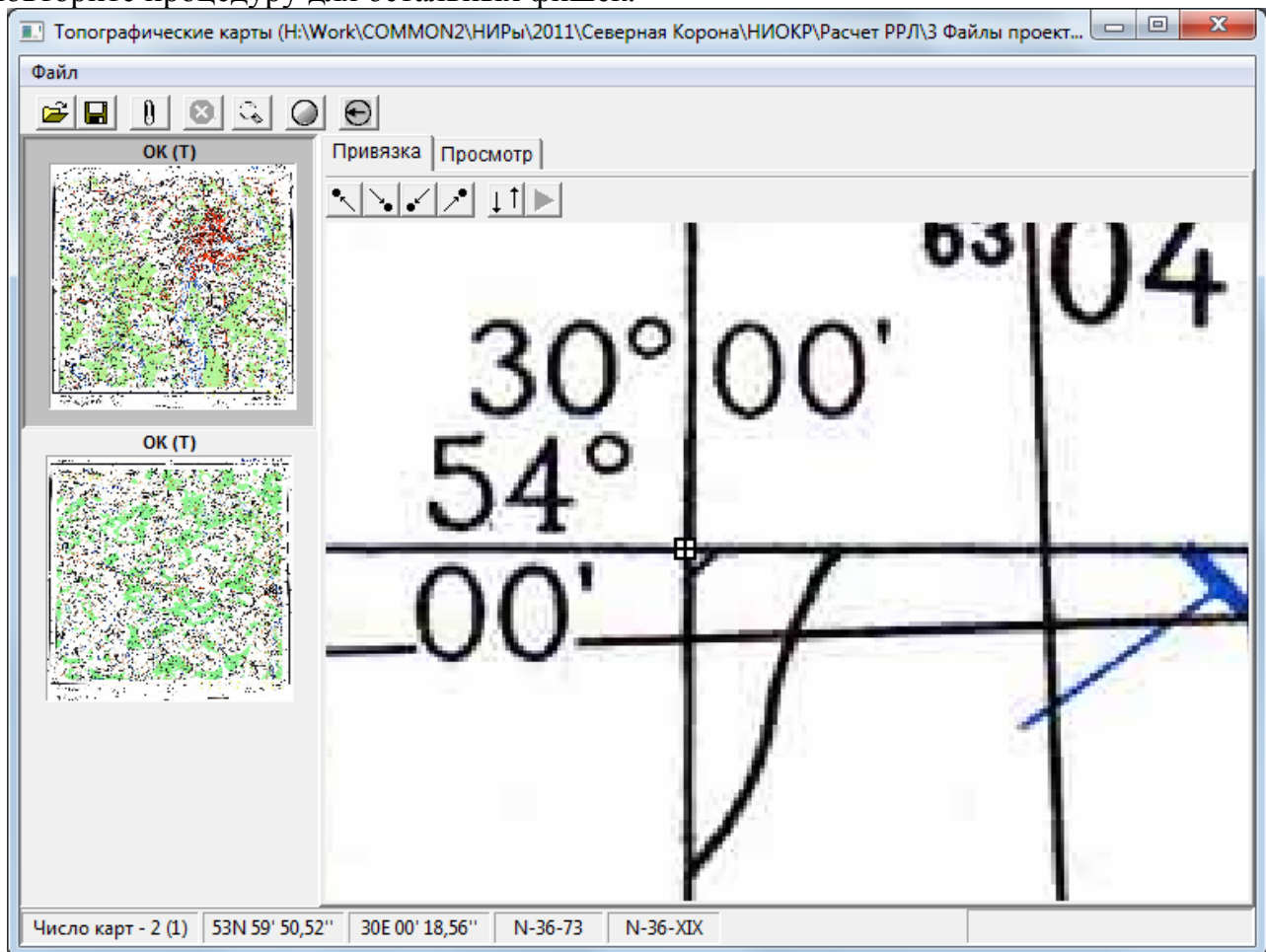


Рис. 11.2 Установка фишки на границу координатной сетки

Координатная сетка формируется по двум фишкам: левая верхняя и нижняя правая. Необходимо ввести географические координаты этих фишек. Для этого сделайте двойной щелчок на обозначении фишки – откроется панель для ввода координат (рис.11.3).

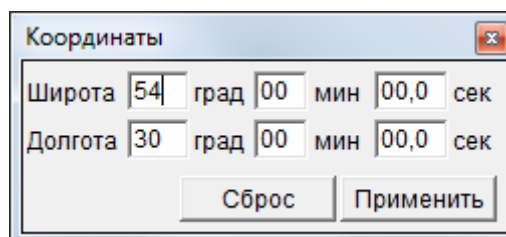


Рис. 11.3 Панель для ввода координат фишки

Введите координаты соответствующие координатам границы координатной сетки карты, на которой установлена фишка. Повторите процедуру для второй фишки.

Фишки не только формируют координатную сетку, но и обозначают границы карты – все, что выходит за пределы прямоугольника, образованного фишками, не принимается комплексом во внимание.

По умолчанию предполагается, что система координат - СК-42. Если осуществляется привязка карт (планов), где координаты мест установки фишек заданы в отличной от СК-42 системы координат (например, WGS-84), то необходимо перевести

координаты в СК-42. Там, где это необходимо, комплекс обеспечит автоматическое преобразование систем координат.

Сохраните результаты привязки карты нажатием на кнопку «Сохранить привязку». Если привязка сделана правильно в верхней части окна отображения карты в списке появится обозначение «ОК». Если привязка не сохранена – при переходе к новой карте все выполненные действия по привязке будут удалены.

Повторите процедуру для всех загруженных топографических карт.

При необходимости любая загруженная карта может быть удалена. Для этого воспользуйтесь локальным меню «Удалить...» в области удаляемой карты.

### 11.3 Просмотр качества привязки

Если загружены и привязаны несколько топографических карт, то на закладке «Просмотр» можно визуально оценить качество привязки (рис. 11.4).

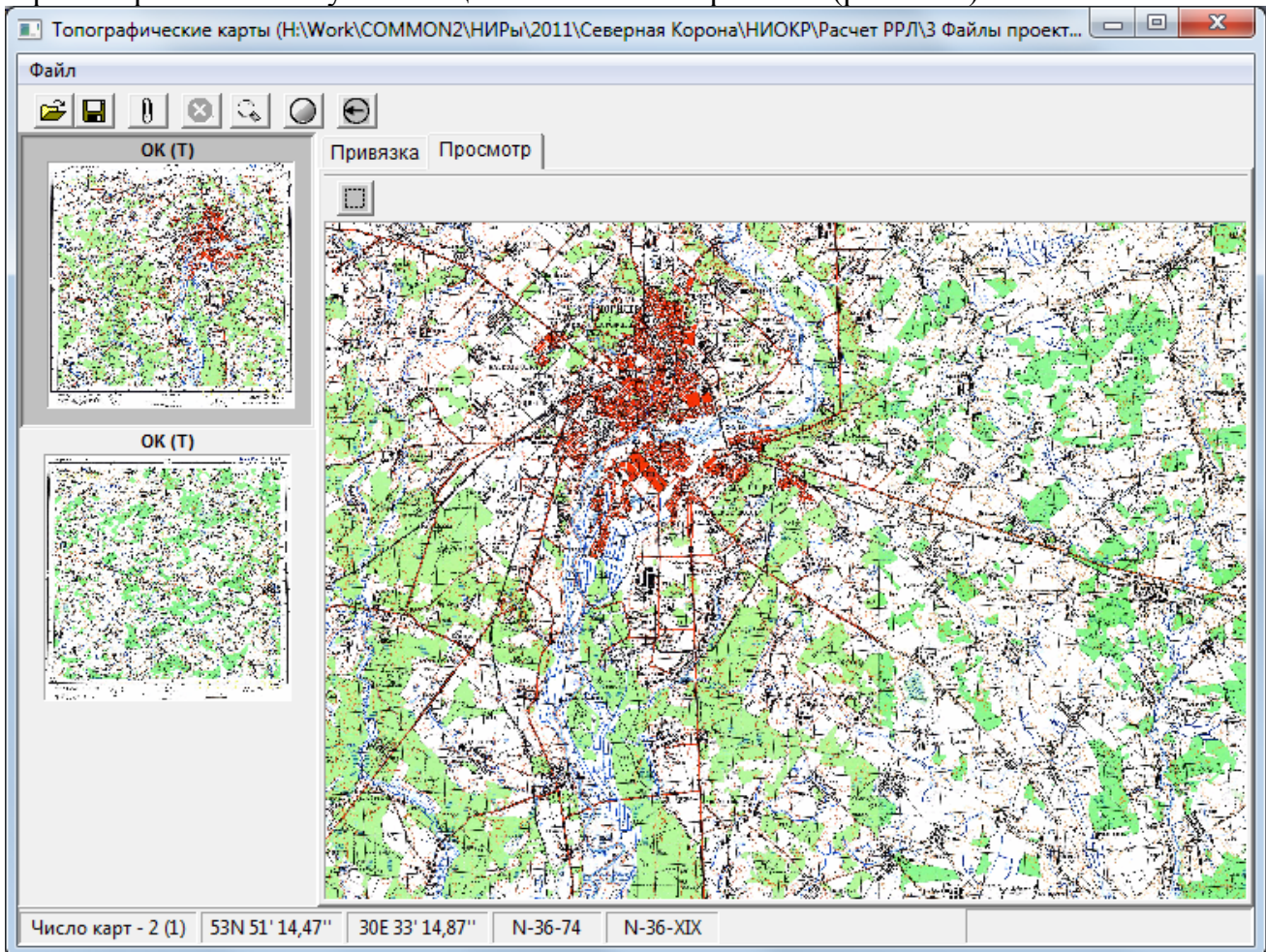


Рис. 11.4 Просмотр качества привязки

Меняя масштаб и положение суммарной картинки проверьте, что обеспечена бесшовная склейка карт, а координаты реперных точек карты (отдельные точки карты, координаты которых указаны на самой карте) совпадают с приемлемой точностью с координатами мышки, если поставить ее на такую точку. Географические координаты положения мышки отображаются в статусной строке в нижней части панели. Здесь же отображается номенклатура листа топографической карты (сотка и двухсотка).

Если не обеспечена бесшовная склейка или выявлены существенные расхождения координат мышки и реперных точек – значит необходимо проведение трансформации карт.

### 11.4 Трансформация карт

Трансформация карт проводится в случае, если не обеспечивается бесшовная склейка или наблюдается существенное расхождение координат мышки и реперных



точек карты. Суть трансформации - преобразование изображения топокарты из произвольного четырехугольника, углы которого определены положением четырех фишек, к строгому прямоугольнику.

Для проведения трансформации перейдите в режим привязки карт. Нажмите кнопку включения режима трансформации. Нажмите кнопку запуска режима трансформации. Дождитесь окончания режима трансформации. В окне отобразится карта, обрезанная по фишкам. Нажмите кнопку «Сохранить привязку». Над картой в контейнере появится надпись «ОК (Т)», что означает, что карта привязана и трансформирована.

При необходимости повторите трансформацию для всех карт. Проверьте, что обеспечена бесшовная склейка, а координаты реперных точек соответствуют координатам положения мышки над ними.

Для снятия трансформирования изображения – загрузите карту в окно привязки и повторите режим трансформирования. Изображение вернется к исходному размеру.

Необходимо отметить, что любые изменения изображения карт не влияют на исходный файл топографической карты.

### **11.5 Режим «Градации серого»**

Если для работы необходимо загрузить большое число листов топографических карт, то размера памяти, выделенного операционной системой программе, может не хватить.

Для снижения нагрузки на оперативную память можно включить режим «Градации серого» соответствующей кнопкой в верхней части панели. При этом все загруженные и загружаемые позже карты будут конвертированы в цветовую модель «градации серого». Снятие режима «градации серого» применим только для карт, которые будут загружаться позже.

Данная опция не сохраняется в файле проекта и может использоваться на любом этапе работы с изображениями.

### **11.6 Другие растровые карты**

Предоставляется возможность загрузки и автоматической привязки других растровых карт, выполненных в проекции «WGS 84 / World Mercator». Для реализации этой возможности необходимо наличие двух файлов: файла растровой карты в одном из поддерживаемых форматов (jpg, bmp, gif, png), а также файла привязки в формате «\*.kml». Генерация данных файлов может быть выполнена, например, программой «SAS Planet» (свободно распространяемая программа).

Для загрузки и автоматической привязки карты выберите меню «Импорт карты с kml-привязкой (WGS 84, Меркатор)», в открывшемся диалоговом окне выберите файл привязки (расширение \*.kml) и нажмите кнопку «Открыть». Карта загрузится в программу, которая автоматически выполнит ее привязку. Включите опцию «Вкл/выкл из обработки» в контейнере-хранилище карты для отображения карты в основном окне программного комплекса.

### **11.7 Сохранение результатов**

Результаты работы можно сохранить в файл настройки нажатием на кнопку «Сохранить проект». В файле настройки сохраняются пути к картам (карты обычно очень большого размера, что делает крайне неудобным сохранение их в файле настроек) и данные по привязкам. Файл можно записать в любое удобное место на диске. Если реальные пути к картам будут изменены (например, переименована папка с картами), то при открытии файла настроек будет выдано предупреждающее сообщение с предложением указать новое положение файла.

В последующем для загрузки привязанных топографических карт достаточно будет только открыть сохраненный файл настроек.

## 12. Работа с векторными картами SHAPE-формата

### 12.1 Основные требования, предъявляемые к картам

Программный комплекс поддерживает работу с векторными цифровыми картами ESRI SHAPE-формата. Основные требования к данным картам заключаются в следующем:

- необходимые для работы с проектом файлы-слои карты должны находиться в одной папке;
- координатная система карты: WGS-84, где широта и долгота представлена в градусной мере;
- не рекомендуется использование в одном слое с МП (который будет использован при построении профилей интервалов) разнотипных объектов, например слой «застройка», включающий координаты и высоты отдельных стоящих домов, не должен включать объекты типа «квартал» с указанием средней высоты квартала.

Возможно использование множества однотипных слоев (например, лесные участки могут быть представлены в разных слоях), но данные в этих слоях не должны противоречить друг-другу (например, один и тот же лесной участок в одном слое высотой 10 м, в другом 20 м). Программа автоматически «склеивает» нужные участки с разных файлов.

Перед использованием векторных карт необходимо сформировать специальный конфигурационный файл настроек, который должен находиться в одной папке с векторными картами. При формировании файла настроек необходимо:

- указать последовательность, цвет и стиль отображения слоев;
- указать слои, содержащие данные по рельефу и МП;
- указать наименование полей, где хранятся данные о высоте объектов (для слоев с данными по рельефу и МП).

Для формирования такого файла настроек используется панель «Настройка векторных карт SHAPE-формата».

### 12.2 Загрузка карт для конфигурирования

Откройте панель «Настройка векторных карт SHAPE-формата» используя одноименное меню в разделе «Инструменты». Нажмите кнопку «Новый файл настроек...». В открывшемся диалоговом окне выберите любой один файл из папки с картами и нажмите кнопку «Открыть» - перечень всех доступных shape-файлов будет отображен в разделе «Список файлов» (рис.12.1).

Перенесите все или отдельно выбранные файлы в контейнер «Список слоев» используя кнопки «Переместить выбранный файл в список слоев» или «Переместить все файлы в список слоев». Рекомендуется переносить только те файлы, которые действительно нужны для формирования картинки изображения или содержащие информацию по рельефу, местным предметам и водной поверхности.

При необходимости любой один или все слои могут быть возвращены в контейнер «Список файлов». Для этого используйте кнопки «Вернуть выбранный слой в список файлов» или «Вернуть все слои в список файлов».

Внешний вид панели после передачи всех файлов в контейнер слоев представлен на рисунке 12.2.

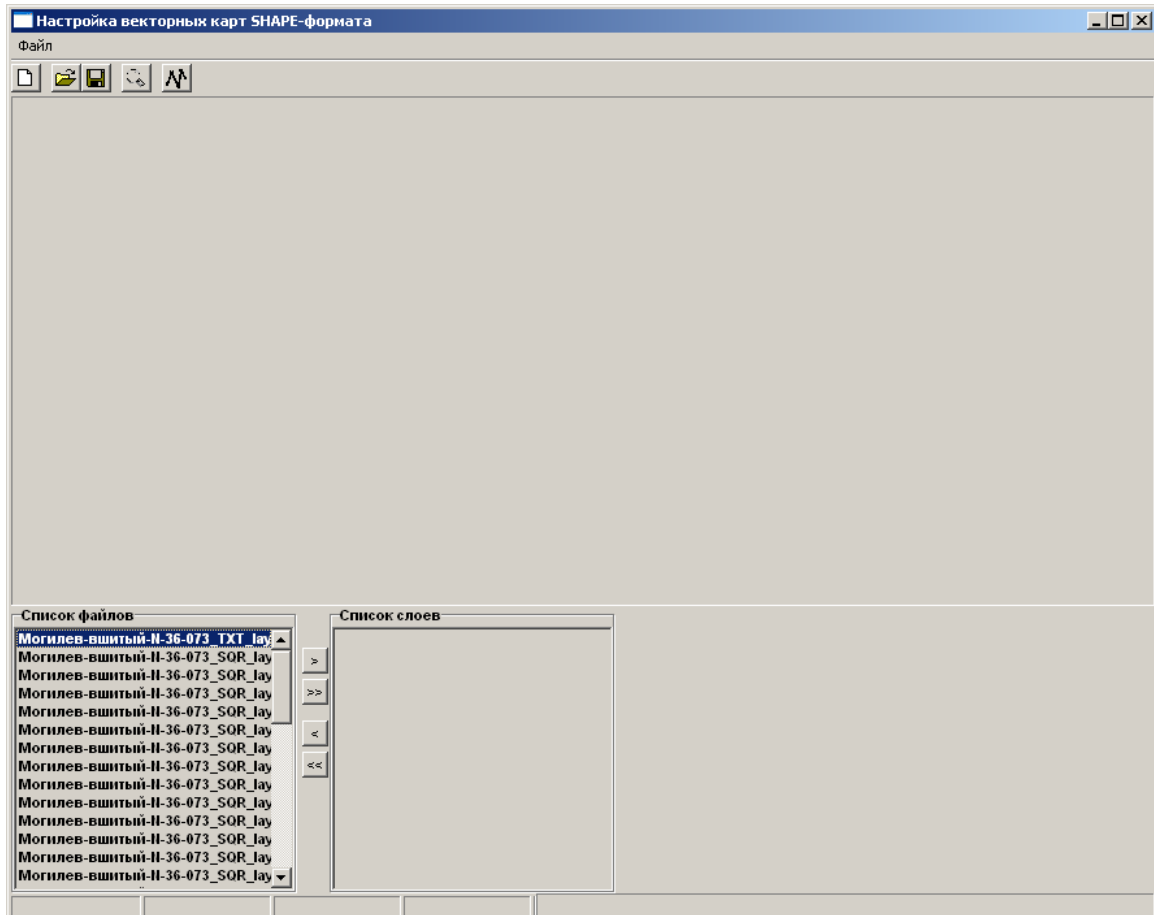


Рис. 12.1 Отображение списка доступных файлов

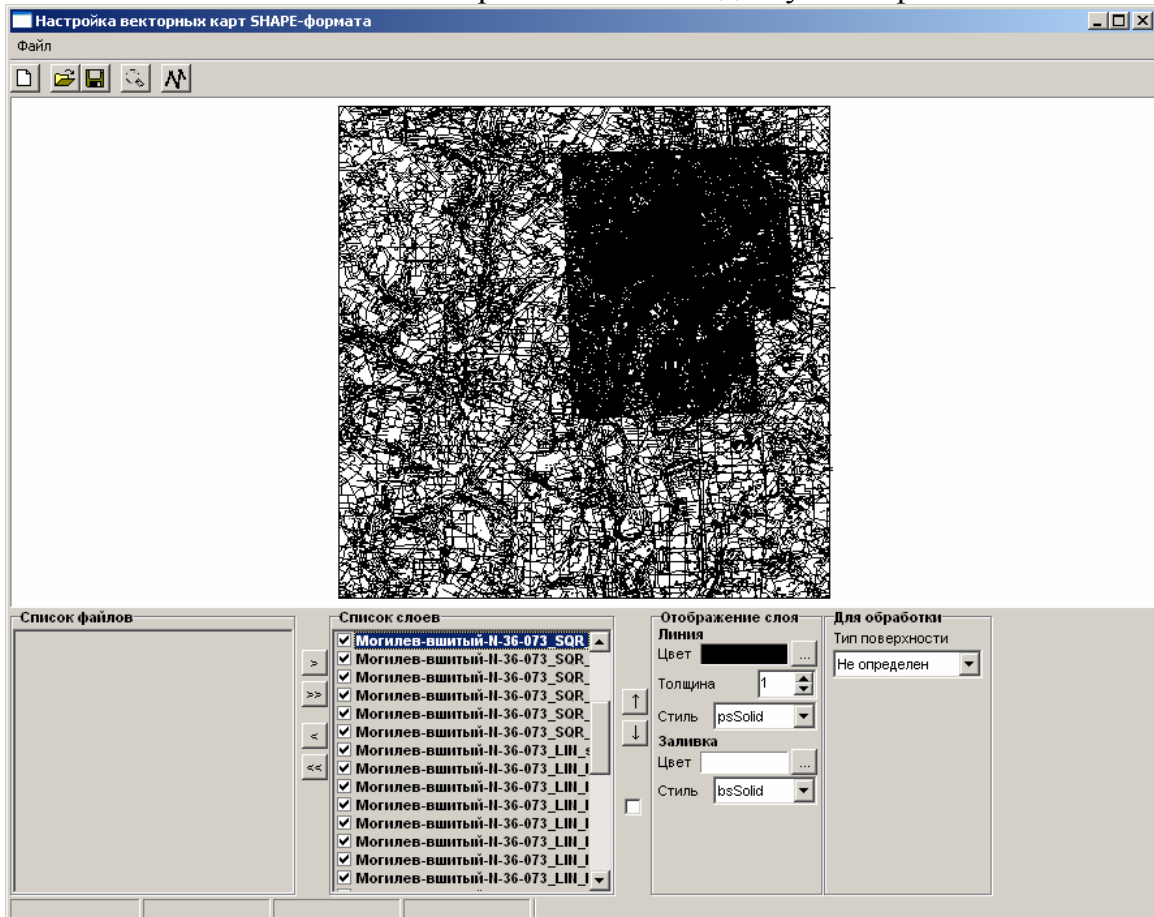


Рис. 12.2 Пример отображения слоев до этапа настройки

### 12.3 Настройка отображения слоев

На следующем этапе необходимо подобрать цвет и стиль отображения каждого слоя, а также последовательность наложения слоев.

Для этого снимите режим отображения слоев путем последовательного выключения опции слева от наименования слоя или сразу по всем слоям опцией «Включить/выключить все слои».

Включите на отображение один слой. Если в данном слое описаны линейные объекты, то в разделе «Отображение слоев» будут доступны элементы для настройки толщины, цвета и стиля линии отображения. Если объекты площадные, то дополнительно будут доступны элементы определения цвета и стиля заливки.

Подберите наиболее приемлемый вид отображения слоя.

Перейдите к следующему слою. Если новый слой закрывает объекты предыдущего – переместите его выше кнопкой «стрелка вверх», или переместите предыдущий ниже кнопкой «стрелка вниз».

Повторяя рассмотренный алгоритм для всех слоев, добейтесь наиболее адекватного отображения векторных карт. Если наименования файлов/слоев не позволяют наглядно идентифицировать содержание объектов слоя – переименуйте слой двойным щелчком мыши по его названию в открывшемся диалоговом окне.

Для изменения масштаба изображения пользуйтесь следующим правилом:

- двойной щелчок мышкой в области карты, равно как одинарный щелчок при нажатой кнопке «Ctrl» увеличивает изображение;
- одинарный щелчок при нажатой кнопке «Shift» уменьшает изображение;
- для возврата к исходному размеру нажмите кнопку «Вернуть изображение к исходному размеру».

Для линейного смещения – двигайте мышкой по изображению при нажатой левой кнопке.

### 12.4 Выделение слоев, участвующих в расчетах

При построении профиля интервала необходимо наличие информации о слоях содержащих объекты, важные для расчета: рельеф, застройка, лес, водные поверхности.

Последовательно перебирая слои, содержащие данные объекты, выбором из списка в разделе «Для обработки» укажите тип объектов данного слоя. Если указан тип рельеф, лес или застройка, то станет доступным выпадающий список в наименовании доступных полей, в которых может храниться информация о высоте рельефа или МП. Выберите поле с высотой объектов. Для проверки правильности выбора подведите мышку к одному из объектов слоя – в статусной строке должна отобразиться информация о типе МП (здание, лес, вода) и его высоте. При попадании на изолинию рельефа в статусной строке отобразится значение высоты рельефа. Если выбор поля сделан не верно – статусная строка останется пустой. В качестве другого варианта можно использовать программу Excel, которая открывает dbf-файлы, входящие в структуру SHAPE-файлов, и визуально найти колонку с полем, в которой занесены данные о высоте объектов.

Пример результата работы по настройке векторных карт представлен на рис.12.3.

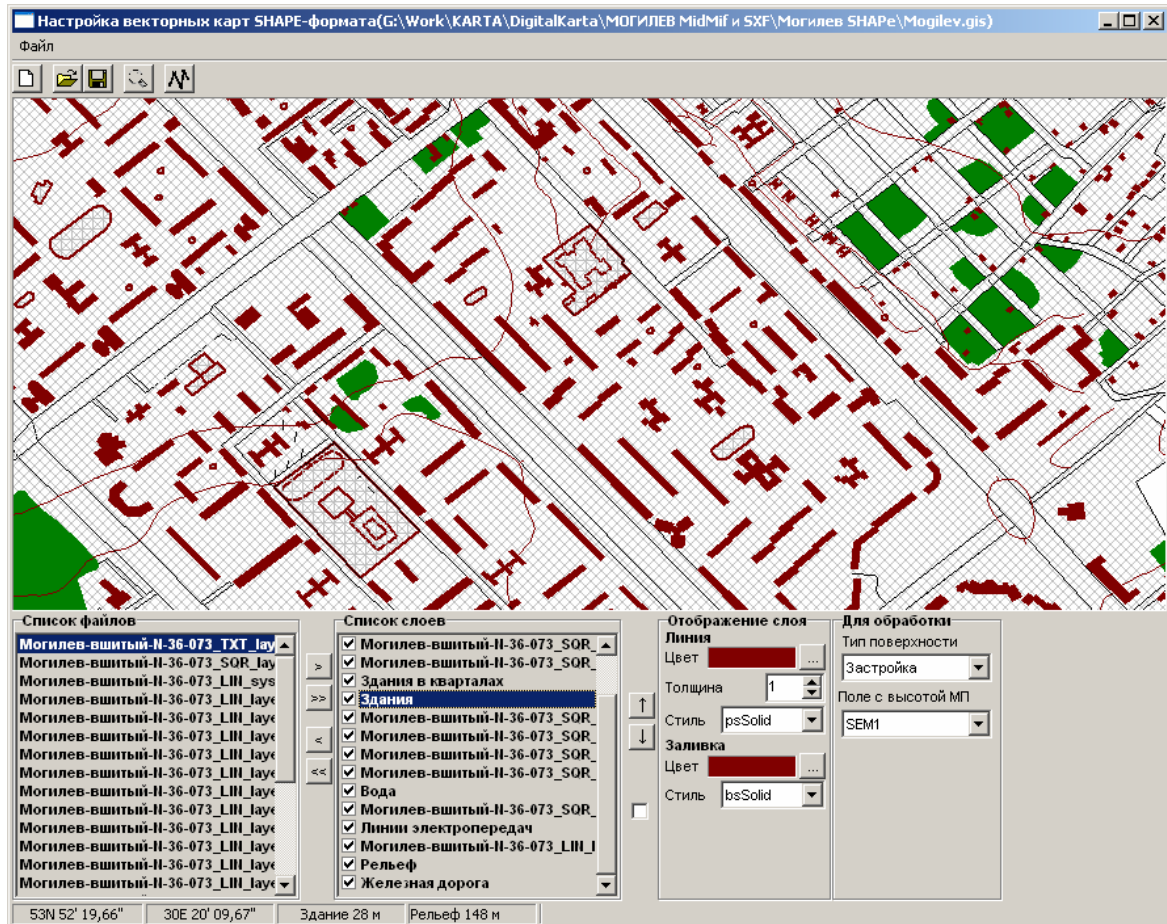


Рис. 12.3 Пример результата работы по настройке векторных карт

### 12.5 Построение профиля для тестирования настроек

Для тестирования настроек реализован инструмент построения профиля интервала. Нажмите кнопку «Построить профиль интервала» - откроется панель «Профиль». Щелкните мышкой на карте два раза в разных точках – появятся два кружка, обозначающие положение начала и конца тестируемого интервала. Перемещайте мышкой любой кружок – в панели «Профиль» будет отображаться соответствующий положению конечных точек профиль интервала (рис. 12.4). При этом по горизонтальной оси указывается дальность в км, а по вертикальной – высота рельефа или МП в м.

Для снятия режима построения профиля – отожмите кнопку «Построить профиль интервала».

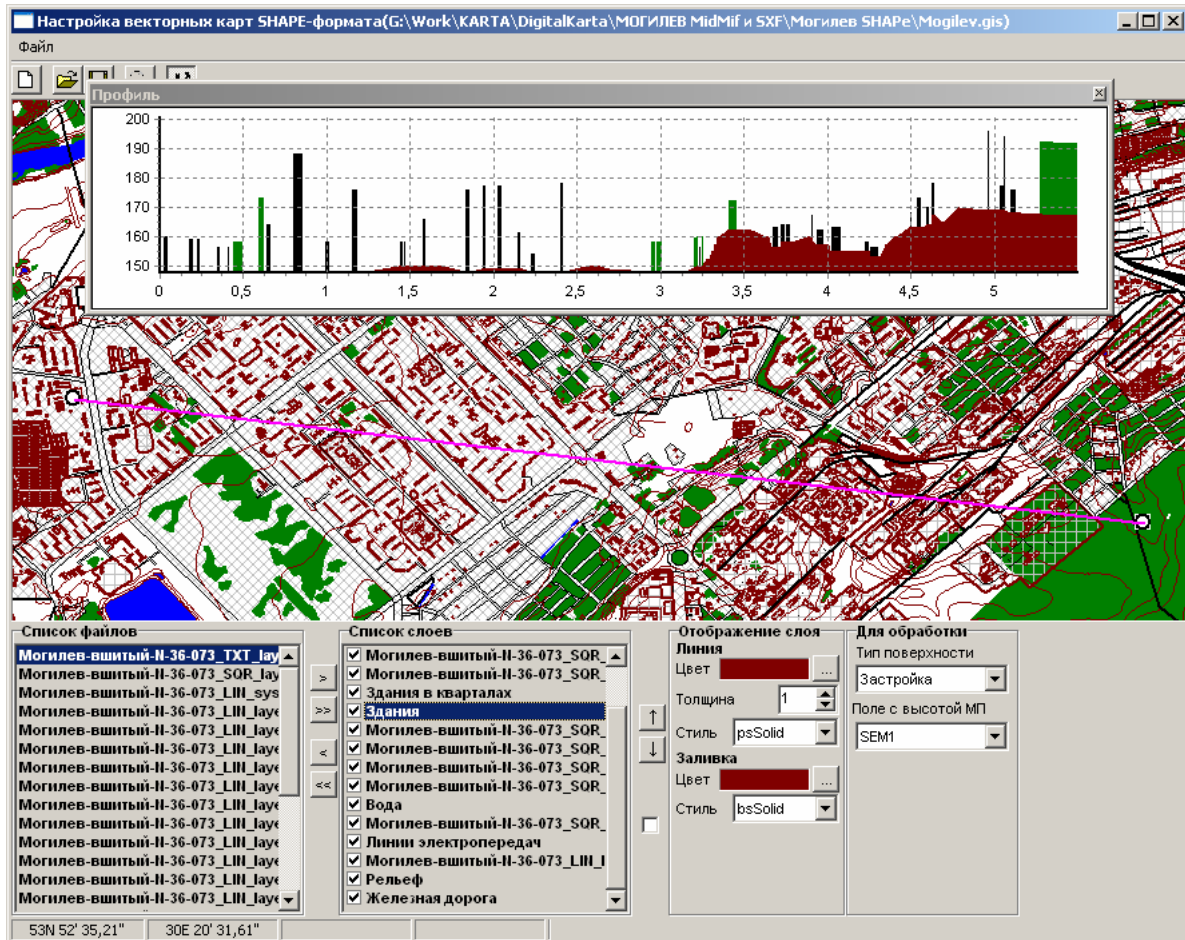


Рис. 12.4 Построение профиля интервала для тестирования настроек

## 12.6 Сохранение результатов

Нажмите кнопку «Сохранить файл настроек» и сохраните результаты конфигурирования в файл. В последующем для загрузки настроенных векторных карт достаточно будет только открыть сохраненный конфигурационный файл.

**Важно!** Конфигурационный файл должен находиться в одной папке с векторными картами.

### 13. Работа с картами GOOGLE

Программный комплекс имеет встроенный web-браузер, обеспечивающий, при наличии хорошего канала для работы в сети Internet, автоматическую привязку и отображение карт и спутниковых снимков Google. Данная функция может быть полезна для проведения детального исследования мест разворачивания РРЛ и отдельных участков трассы. Пример варианта детального исследования места разворачивания РРЛ представлен на рисунке 13.1.

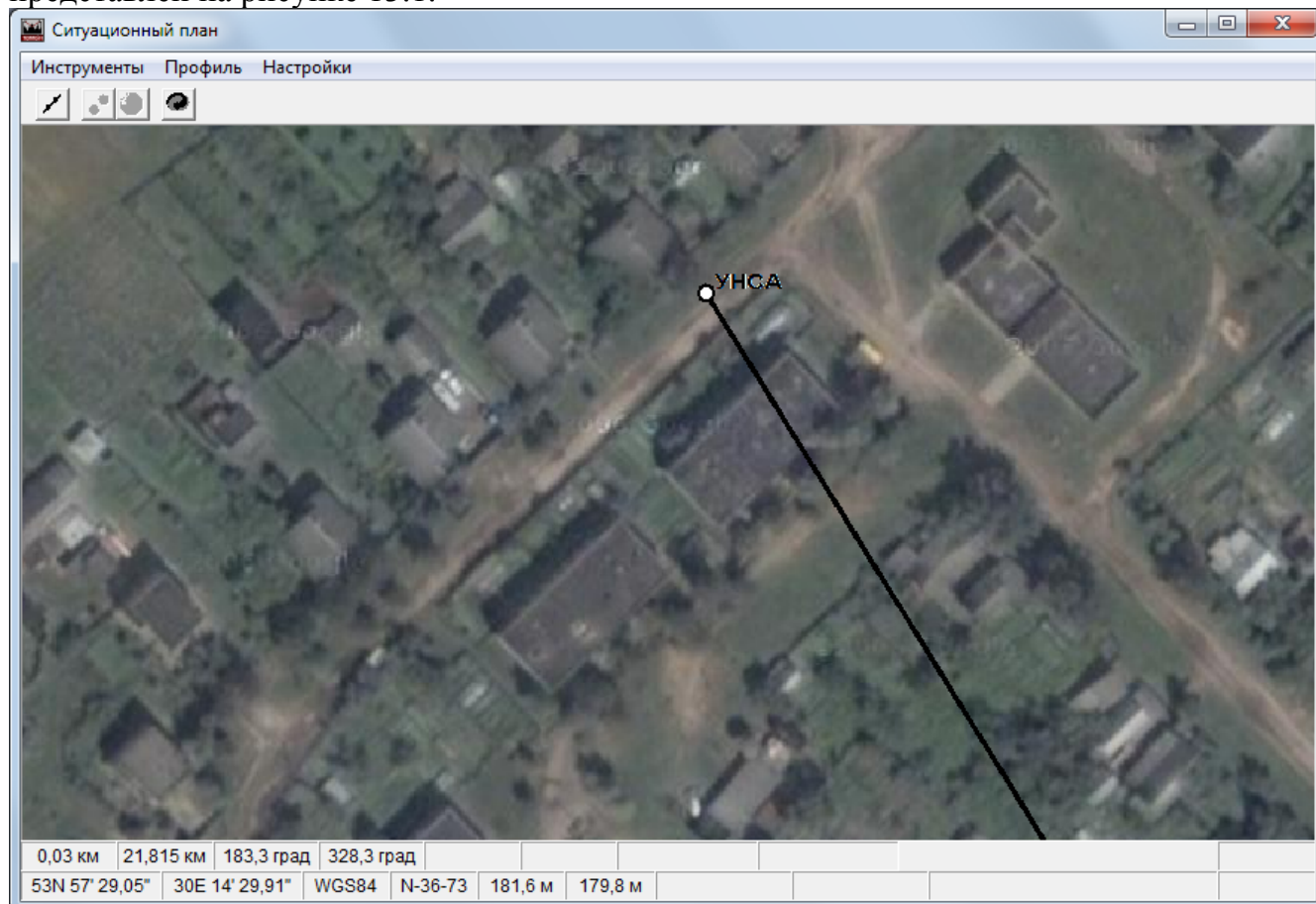


Рис. 13.1 Пример детального отображения места разворачивания РРС

Рекомендуется не производить никаких действия на программном комплексе до полной загрузки карт или снимков Google.

При работе с картографическими ресурсами Google комплекс только отображает полученную информацию и не сохраняет их копии. Полученная информация сохраняется только в КЭШе браузера, если режим кэширования включен через настройки программы Internet Explorer.

Некоторые типовые ситуации.

**Ситуация 1.** Спутниковые снимки отображаются, за исключением небольшой полосы слева (справа). Действия: все нормально, сдвиньте карту влево или вправо, картинка должна восстановиться.

**Ситуация 2.** Спутниковые снимки не отображаются.

Детализация ситуации: включены на отображение только спутниковые снимки, при этом отображается чистый белый лист.

Причина и действия:

- нет доступа в сеть Internet; проверьте и при необходимости установите доступ;
- в Google отсутствуют карты с требуемым уровнем детализации – измените масштаб карты в окне программы для снижения уровня детализации.

## 14. Справочники, калькуляторы

### 14.1. Калькулятор расчета норм на SESR и Кнг

Калькулятор предназначен для расчета норм на SESR и Кнг. Внешний вид калькулятора представлен на рис. 14.1.

Расчет норм может проводиться в соответствии со следующими документами:

- РД 45.183-01, РД 45.145-00 и Приказ Минсвязи РФ № 92 от 10.08.96;

- Методика расчета трасс цифровых РРЛ прямой видимости в диапазоне частот 2 – 20 ГГц.

Выбор варианта осуществляется в разделе «Документ». В разделе «Сеть» указывается обоснованная проектировщиком классификация сети. Если в качестве документа, по которому выполняется расчет норм, выбрана «Методика», то необходимо указать категорию РРЛ: «Реконструируемая» или «Вновь проектируемая». В противном случае необходимо указать цифровую иерархию: «Плезиохронная» или «Синхронная».

а) Расчет по РД и Приказу Минсвязи РФ № 92

а) Расчет по «Методике»

Рис.14.1. Калькулятор расчета требуемых значений SESR и Кнг



В поле «Протяженность трассы, км» вводится значение суммарной протяженности трассы. Причем, если это однопролетная линия – то длина пролета. Если многопролетная линия – то суммарное значение длин всех пролетов.

В поле «N прол.» первоначально указываем «1» для любого типа линии.

Нажимаем на кнопку «Расчет». Результаты расчета отобразятся в разделе «Качественные показатели».

**Если в разделе «Документы» выбрана опция «РД....», то будут доступны следующие расчетные значения:**

- в поле «SESR треб, %» отображается требуемое значение SESR для всей трассы;
- в поле «Кнг сум., %» отображается требуемое суммарное значение Кнг, определяемое всеми возможными факторами, включая составляющую Кнг по радиоклиматическим факторам;
- в поле «Кнг треб., %» отображается требуемое суммарное значение Кнг по радиоклиматическим факторам, численно определенное как 1/3 от «Кнг сум., %» («Методика 98»).

**Если в разделе «Документы» выбрана опция «Методика 98», то будут доступны следующие расчетные значения:**

- в поле «SESR сум, %» отображается требуемое значение SESR для всей трассы без учета помех от других служб;
- в поле «SESR треб, %» отображается требуемое значение SESR для всей трассы с учетом помех от других служб и численно равное 0.89 от «SESR сум, %» («Методика 98»);
- в поле «Кнг сум., %» отображается требуемое суммарное значение Кнг, определяемое всеми возможными факторами, включая составляющую Кнг по радиоклиматическим факторам;
- в поле «Кнг РРВ, %» отображается требуемое суммарное значение Кнг по радиоклиматическим факторам без учета помех от других служб, численно определенное как 1/3 от «Кнг сум., %» («Методика 98»);
- в поле «Кнг треб., %» отображается требуемое суммарное значение Кнг по радиоклиматическим факторам с учетом помех от других служб и численно равное 0.89 от «Кнг РРВ, %» («Методика 98»).

Если линия многопролетная, то сумма расчетных значений (полученных в результате расчета каждого пролета РПЛ) и по SESR и по Кнг не должна превышать нормируемых значений.

В случае если все интервалы по протяженности и условиям распространения радиоволн приблизительно одинаковы, то нормируемые значения для каждого интервала можно получить путем деления полученных значений норм на число интервалов. В калькуляторе для этого достаточно указать в поле «N прол.» число интервалов.

В целом желательно, чтобы полученные в результате расчета интервалов значения SESR и Кнг были бы не хуже требуемых значений (норм) на эти параметры, полученные применительно к каждому интервалу и по «РД...» и по «Методике».

## 14.2. Расчет минимальной высоты антенн

Данный инструмент предназначен для расчета минимальной высоты подвеса антенн по условиям субрефракции 99.9%. Причем, если пространственное разнесение не используется, то рекомендуемые высоты соответствуют граничной ситуации по субрефракции для основных антенн, в противном случае – для основной (слева) и дополнительной (справа) антеннам.

Панель «Рекомендуемые высоты антенн» (рис. 14.2.) открывается из главного меню «Инструменты» - «Расчет минимальной высоты антенн».

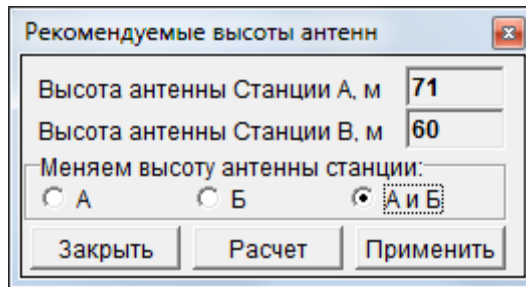


Рис. 13.2. Расчет рекомендуемых высот антенн

Реализовано три варианта расчета:

- высота подвеса антенны станции В зафиксирована и необходимо рассчитать высоту подвеса антенны станции А;
- высота подвеса антенны станции А зафиксирована и необходимо рассчитать высоту подвеса антенны станции В;
- вариант, когда критерию просвета удовлетворяют одинаковые высоты подвеса обеих антенн.

Для расчета необходимо нажать клавишу «**Расчет**». Рекомендуемые высоты отобразятся в соответствующих строках вывода данных.

При нажатии на клавишу «**Применить**» результаты расчета будут переданы в проект, но панель не закроется. При нажатии на клавишу «**ОК**» результаты расчета будут переданы в проект, а панель закроется.

### 14.3. Расчет допустимой ошибки ориентации антенн

Данный инструмент предназначен для определения допустимой ошибки ориентации антенны по критерию допустимых потерь усиления.

Панель «Допустимая ошибка ориентации антенн» (рис. 14.3.) открывается из главного меню «Инструменты» - «Расчет допустимой ошибки ориентации антенн».

Выберите антенну (передающая станции А или приемная станции Б). В строке «Ширина диаграммы направленности, град» автоматически отобразится значение по уровню минус 3 дБ для данной антенны. Введите допустимые потери в дБ. Нажмите кнопку «Расчет». В строке «Угловое смещение, град» отобразится расчетное значение допустимой ошибки ориентации антенны.

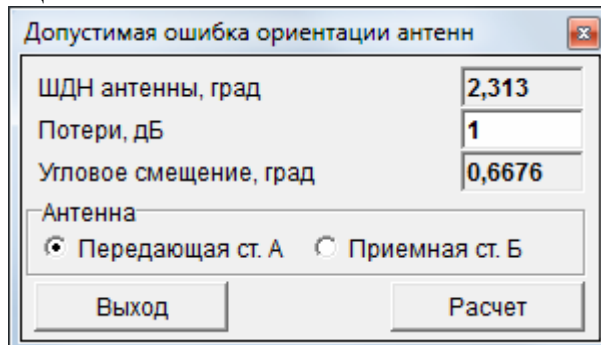


Рис. 14.3. Панель для расчета допустимой ошибки ориентации антенны

### 14.4. Расчет номенклатуры листов топографических карт

Данный инструмент предназначен для получения данных о номенклатуре необходимых листов топографических карт, соответствующих координатам станций А и

Б, а также для вывода списка номенклатуры всех листов, которые потребуются при анализе профиля на интервале между станциями.

Внешний вид панели для расчета номенклатуры листов топографических карт представлен на рис. 14.4.

Для получения данных о номенклатуре топографических карт необходимо ввести координаты станций, выбрать из предложенного списка масштаб карты (1:1000000; 1:500000; 1:300000; 1:200000; 1:100000; 1:50000; 1:25000; 1:10000) и нажать клавишу «Расчет». Номенклатура листов для каждой станции отобразится в соответствующих строках. В разделе «Список листов» будет выведена номенклатура всех карт, которые потребуются при построении профиля интервала.

Координаты станций могут быть введены в формате «град-мин-сек». Для этого необходимо открыть специальную панель нажатием кнопки слева от строк ввода значений координат.

	Станция А	Станция Б	Список листов
Широта, град	53,9583333	53,7916667	N-36-XIX
Долгота, град	30,2416667	30,4166667	
Номенклатура	N-36-XIX	N-36-XIX	
Масштаб	1:200000		

Рис. 14.4. Панель для расчета номенклатуры листов топографических карт

## 14.5. Справочник по базам данных ITU

Предназначен для получения численных оценок геоклиматических параметров для произвольных географических координат. Визуализирует отдельные используемые цифровые карты BR ITU.

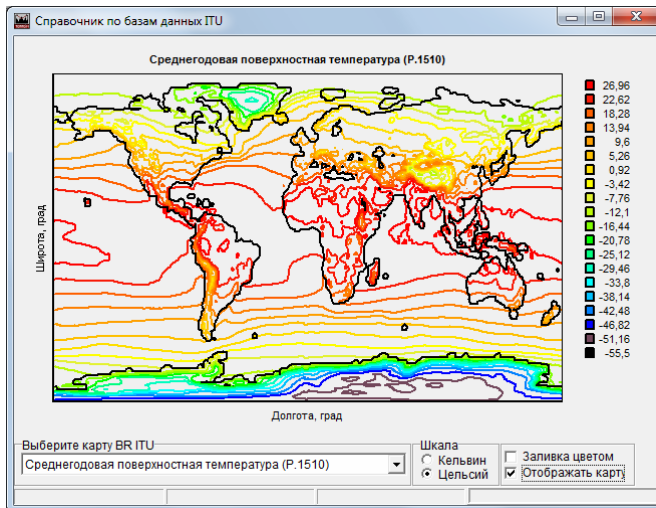
В справочник включены следующие цифровые карты:

- высота нулевой изотермы, км (рекомендация P.839);
- интенсивность дождя, превышаемая в 0.01% года, мм/час (рекомендация P.837);
- среднегодовая поверхностная температура (рекомендация P.1510);
- поверхностная плотность водяного пара, г/м<sup>3</sup> (рекомендация P.836);
- высоты над уровнем моря, км (рекомендация P.1511);
- градиент рефрактивности, не превышаемый в 1%, 10%, 50%, 90%, 99% года (рекомендация P.453).

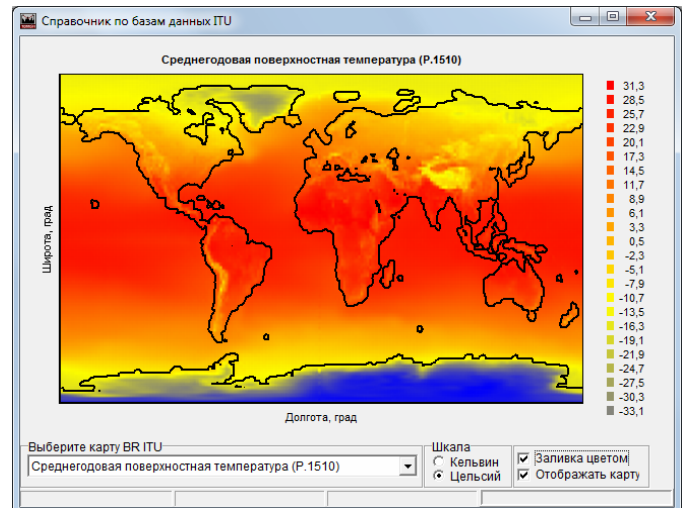
Панель для отображения цифровых карт ITU открывается из меню «Справочник»-«База данных ITU». Выбор карты осуществляется путем выбора из выпадающего списка. Отображение цифровых данных возможно в виде контуров равных значений или в виде градиентной заливки (определяется опцией «Заливка цветом»). Для отображения контуров материков необходимо включить опцию «Отображать карту».

Отдельные примеры представлены на рисунках 14.5 и 14.6.

При перемещении курсора мышки по карте в нижней части панели отображаются географические координаты точки положения курсора и значение параметра в соответствии с выбранной цифровой картой.

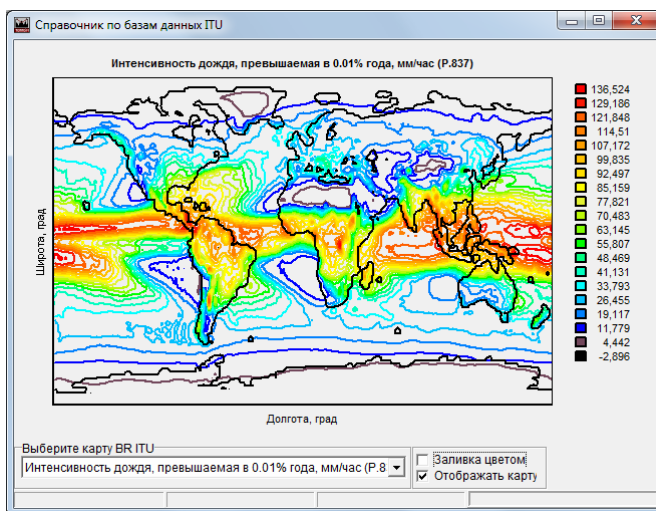


а) контурное представление

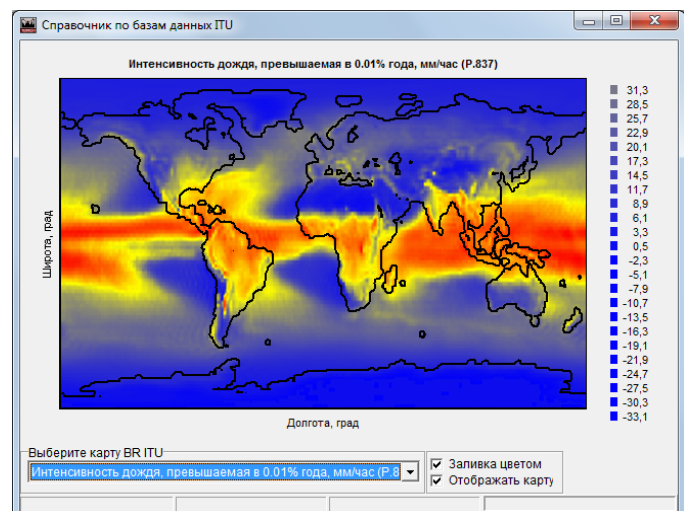


б) градиентная заливка

Рис.14.5 Среднегодовая поверхностная температура, С



а) контурное представление



б) градиентная заливка

Рис.14.6. Интенсивность дождя, превышаемая в 0.01% года, мм/ч

## 14.6. Конвертор систем координат

Конвертор систем координат предназначен для взаимного преобразования пространственных географических координат двух точек в системах координат WGS-84, ПЗ-90, СК-42 и СК-95, а также для расчета дальности и азимутов направлений между ними в выбранной системе координат.

Преобразование координат осуществляется в соответствии с ГОСТ Р 51794-2001 по 7-и параметрам.

Внешний вид конвертора представлен на рисунке 14.7.

Система координат	Площадка 1	Площадка 2
СК-1	Координаты в СК1 <input checked="" type="radio"/> WGS-84 <input type="radio"/> СК-42 <input type="radio"/> СК-95 <input type="radio"/> ПЗ-90 Широта, град: 60 Долгота, град: 30 Высота, м: 0 Широта 60 град 00 мин 00,0 сек Долгота 30 град 00 мин 00,0 сек	Координаты в СК1 Широта, град: 61 Долгота, град: 31 Высота, м: 0,000 Широта 61 град 00 мин 00,0 сек Долгота 31 град 00 мин 00,0 сек
СК-2	Координаты в СК2 <input type="radio"/> WGS-84 <input checked="" type="radio"/> СК-42 <input type="radio"/> СК-95 <input type="radio"/> ПЗ-90 Широта, град: 60,0000427 Долгота, град: 30,0022598 Высота, м: -14,196 Широта 60 град 00 мин 00,15 сек Долгота 30 град 00 мин 08,14 сек	Координаты в СК2 Широта, град: 61,000009 Долгота, град: 31,0023251 Высота, м: -13,168 Широта 61 град 00 мин 00,03 сек Долгота 31 град 00 мин 08,37 сек

Рис. 14.7. Панель конвертера координат

Для расчета дальности и углов азимута направлений от площадки 1 и площадки 2 необходимо:

- выбрать систему координат переключателем «СК-1»;
- ввести географические координаты «Площадка 1» и «Площадка 2» в системе координат «СК1»;
- нажать клавишу «СК1→СК2».

В соответствующих полях будут отображены:

- **Азимут 1-->2, град** - угол азимута от первой площадки на вторую;
- **Азимут 2-->1, град** - угол азимута от второй площадки на первую;
- **Дальность, м** - расчетная дальность между площадками по поверхности Земли с учетом выбранной модели системы координат (значение параметра «высота» при расчете дальности не учитывается);
- координаты площадок в формате «град - мин – сек».

Для получения значений географических координат в другой системе координат необходимо дополнительно переключателем «СК-2» выбрать финишную систему координат и нажать клавишу «СК1→СК2». В соответствующих полях будут отображены значения географических координат площадок в системе координат «СК-2», а также будут выведены углы азимута и дальность в этой системе координат. Для обратного преобразования координат (из системы СК2 в систему СК1) необходимо нажать клавишу «СК1←СК2»

Для ввода значений координат в формате «град-мин-сек» необходимо щелчком мышки на кнопке слева от строк ввода координат открыть дополнительную панель для ввода значения в этом формате. Для подтверждения ввода нового значения нажмите клавишу **Применить**. Для сброса – клавишу **Сброс**.

#### 14.7. Конвертор «дБм – мкВ»

Конвертор «дБм-мкВ» предназначен для взаимного преобразования чувствительности приемника, заданной в дБм или в мкВ. При преобразовании учитывается согласованная нагрузка, значение которой выбирается из выпадающего списка, или может быть введено вручную.

Внешний вид конвертера представлен на рисунке 14.8.

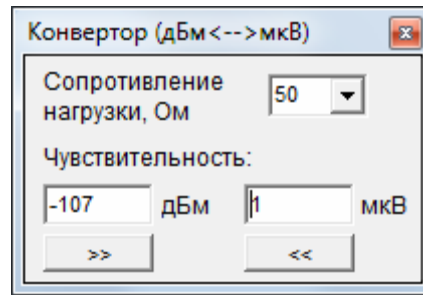


Рис.14.8. Конвертор «дБм – мкВ»

### 14.8. Калькулятор оценки погонных потерь в дожде и атмосфере

Калькулятор «Потери в дожде и атмосфере» предназначен для оценки погонных потерь в дожде и атмосфере на наземных трассах. Визуализирует строенную в программный комплекс модель. Внешний вид калькулятора представлен на рисунке 14.9.

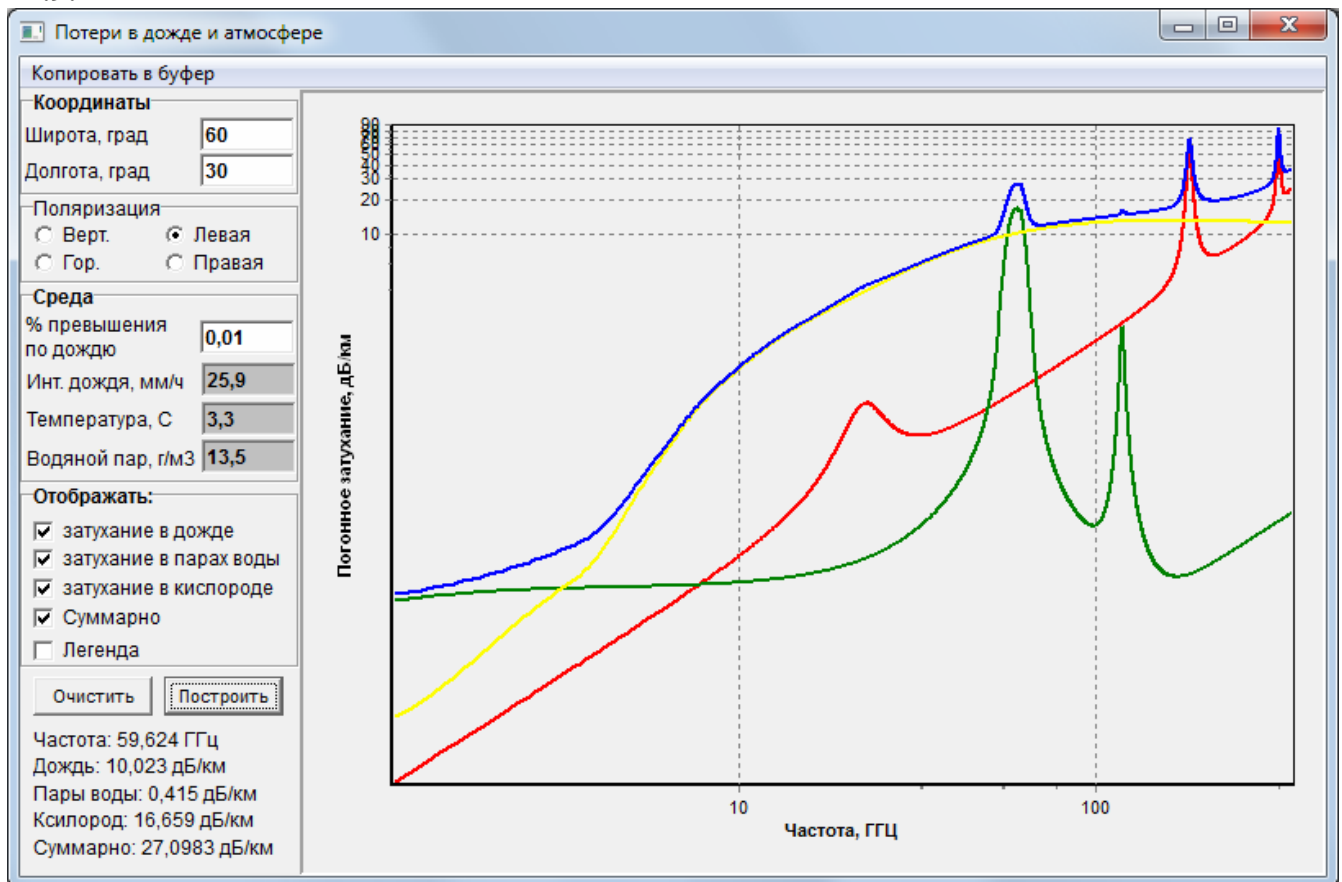


Рис.13.9. Калькулятор «Потери в дожде и атмосфере»

Перед выполнением расчета необходимо ввести географические координаты центра предполагаемой территории развертывания линии, а также указать поляризацию. Для получения графиков изменения погонных потерь основных составляющих (в дожде, в парах воды и в кислороде) необходимо нажать кнопку «Построить». При этом в разделе «Среда» отобразятся значения основных радиоклиматических параметров: «Интенсивность дождя для заданного процента превышения» (по умолчанию – для 0.01% времени), «Среднегодовая поверхностная температура, С», «Плотность водяного пара, г/м<sup>2</sup>». При необходимости, процент превышения по дождю можно изменить вручную.

Шкалы – логарифмические. При перемещении мышки в области графиков, в нижней левой части калькулятора отображаются соответствующие положению мышки: частота и составляющие погонных потерь для этой частоты.

### 14.9 Калькулятор «Оценка энергетики линии»

Инструмент предназначен для оценки энергетики радиолинии в диапазоне частот от 30 МГц до 10 ГГц. Модель РРВ – Р.526-11 (на гладкой сфере).

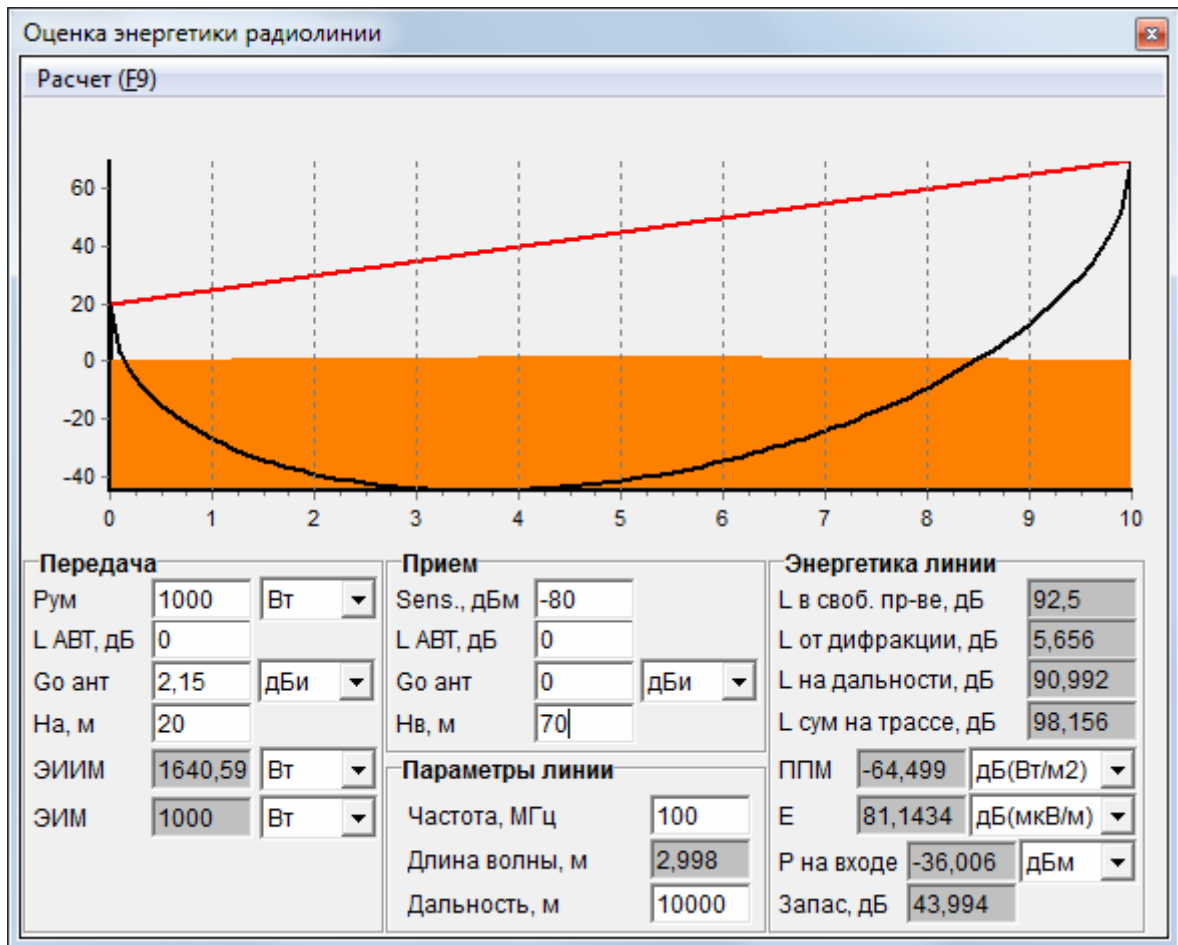


Рис. 13.10. Калькулятор «Оценка энергетики линии»

## Приложение 1

### Порядок установки программного комплекса

#### 1. Общие сведения об установке

Программный комплекс не требует выполнения специальной установки.

Различаются два варианта организации его работы: на отдельном персональном компьютере и на любом компьютере в локальной сети. В первом варианте запустить комплекс можно только на компьютере, где установлен локальный HASP-ключ. Во втором варианте запустить комплекс можно с любого компьютера локальной сети. В этом случае на сервере локальной сети должен быть установлен сетевой HASP-ключ и запущен менеджер лицензий.

В комплект поставки входит Flash (32 ГГб), на которой записаны дистрибутив программного комплекса и папка «MAPS». В папке «MAPS» содержатся цифровые карты:

- GTOPO30 - полный комплект (весь мир) растровых карт;
- SRTM Eurasia - комплект растровых карт по Евразии (до 60 град с.ш.);
- SWBD или Water East - комплект векторных карт водных поверхностей по Евразии (до 60 град с.ш.).

При работе программного комплекса карты могут находиться как на Flash, так и на жестком диске персонального компьютера.

#### 2. Порядок установки комплекса для работы на отдельном персональном компьютере

Необходимо выполнить следующие действия.

1. Подключите Flash (входит в комплект поставки) в USB-порт компьютера.
2. Если карты предполагается хранить на жестком диске компьютера – перепишите папку "MAPS" на жесткий диск компьютера;
3. Если программный комплекс планируется запускать с жесткого диска компьютера – перепишите дистрибутив на жесткий диск компьютера.
4. Откройте папку, где размещен дистрибутив программного комплекса.
5. Запустите приложение «HASPUserSetup.exe» и установите драйверы HASP-ключа.
6. Подключите HASP-ключ в USB-порт компьютера (успешное подключение сигнализируется подсветкой красного цвета на ключе).
7. Запустите программный комплекс файлом «Terrain.exe».
8. Через меню «Настройки»- «Установки» откройте панель «Установки» и на закладке «ЦКМ» укажите пути к картам SRTM, GTOPO30 и SWBD. Для правильного указания путей пользуйтесь диалоговым окном, которое открывается кнопкой справа от строки ввода. При использовании диалогового окна необходимо найти папку с картами, выбрать один из файлов в этой папке, нажать кнопку «Открыть» - результирующий путь будет прописан в строке ввода. Нажмите кнопку «ОК» панели «Установки».
9. Закройте программный комплекс – пути к картам будут сохранены в инициализационном файле «Terrain.ini» системной папки «Windows». Комплекс готов к работе.

В дальнейшем для запуска комплекса (файл «Terrain.exe») достаточно только подключить HASP-ключ перед началом работы.



### **3. Порядок установки комплекса для работы на компьютерах в составе локальной сети**

Необходимым условием работы в составе локальной сети является наличие специального сетевого HASP-ключа, поставка которого оговорена в договоре.

**На сервере** локальной сети необходимо выполнить следующие действия.

1. Подключите Flesh (входит в комплект поставки) в USB-порт сервера локальной сети.
2. Перепишите папку "MAPS" на жесткий диск сервера.
3. Перепишите дистрибутив на жесткий диск сервера.
4. Откройте папку, где размещен дистрибутив программного комплекса.
5. Запустите приложение «HASPUserSetup.exe» и установите драйверы HASP-ключа.
6. Запустите приложение «lmsetup.exe» и установите менеджер лицензий HASP-ключей.
7. Подключите сетевой HASP-ключ в USB-порт сервера (успешное подключение сигнализируется подсветкой красного цвета на ключе).
8. Убедитесь, что менеджер лицензий запущен, в противном случае – запустите.
9. Сделайте пробный запуск программного комплекса файлом «Terrain.exe» для того, чтобы убедиться, что все настройки выполнены правильно. Закройте программный комплекс.

**На каждом компьютере локальной сети**, где планируется работа на программном комплексе, необходимо выполнить следующие действия.

1. Откройте папку с дистрибутивом программного комплекса, которая расположена на сервере.
2. Запустите программный комплекс файлом «Terrain.exe».
3. Через меню «Настройки»- «Установки» откройте панель «Установки» и на закладке «ЦКМ» укажите пути к картам SRTM, GTOPO30 и SWBD (размещены на сервере). Для правильного указания путей пользуйтесь диалоговым окном, которое открывается кнопкой справа от строки ввода. При использовании диалогового окна необходимо найти папку с картами, выбрать один из файлов в этой папке, нажать кнопку «Открыть» - результирующий путь будет прописан в строке ввода. Нажмите кнопку «ОК» панели «Установки».

9. Закройте программный комплекс – пути к картам будут сохранены в инициализационном файле «Terrain.ini» системной папки «Windows». Комплекс готов к работе.

В дальнейшем для запуска комплекса (файл «Terrain.exe») достаточно перед началом работы только подключить сетевой HASP-ключ и убедиться, что запущен менеджер лицензий.

### **4. Деинсталляция программного комплекса**

Для деинсталляции программного комплекса достаточно:

- через сервис удаления программ ОС Windows деинсталлировать менеджер лицензий (если он устанавливался) и драйверы HASP-ключей;
- удалить папки с картами и дистрибутивом программного комплекса;
- удалить файл «Terrain.ini», который расположен в папке Windows.

Так как программный комплекс на всех этапах не использует реестр – больше ничего предпринимать не требуется.

## Приложение 2

## Возможные сбои при запуске программного комплекса

1. Выдается сообщение «**Установите драйверы HASP**»

**Причина** – на компьютере не установлены драйверы HASP-ключа.

**Действия** – запустите приложение «HASPUserSetup.exe» из состава дистрибутива и установите драйверы HASP-ключа.

2. Выдается сообщение «**Установите HASP-ключ**»

**Причина** – в USB-порт компьютера не установлен HASP-ключ, или установленный HASP-ключ не из комплекта поставки.

**Действия** – установите в USB-порт компьютера оригинальный HASP-ключ.

3. Выдается сообщение «**Лицензия не найдена**»

**Причина** – установленный в USB-порт компьютера HASP-ключ не поддерживает работу программного комплекса.

**Действия** – обратитесь к поставщику программного комплекса.

4. При попытке закрыть программный комплекс выдается сообщение о невозможности получить доступ к файлу «Terrain.ini»

**Причина** – системная папка «Windows» закрыта администратором сети для выполнения операций создания и изменения расположенных в ней файлов.

**Действия** – необходимо дать возможность программному комплексу создавать и изменять файл «Terrain.ini». Для решения этой проблемы обратитесь к администратору сети.

## Приложение 3

## Системы координат

В программном комплексе обеспечивается работа с геодезическими системами координат WGS84, ПЗ-90, СК-42 и СК-95. Реализованы также функции конвертации геодезических координат в плоские прямоугольные (в проекции Гаусса-Крюгера) и обратно. Конвертация данных между различными системами координат соответствует ГОСТ Р 51794-2001 (Системы координат).

При преобразовании из сферических пространственных координат в прямоугольные и обратно используются параметры земного эллипсоида, соответствующие ГОСТ и представленные в таблице 4.1.

Параметры земного эллипсоида

Таблица 4.1

Параметры эллипсоида	WGS-84	ПЗ-90	СК-42	СК-95
Большая полуось, м	6378137	6378136	6378245	6378245
Сжатие	1/298,257223563	1/298,25784	1/298,3	1/298,3

При преобразовании прямоугольных координат из WGS-84 в ПЗ-90 и обратно учитываются:

- линейные элементы трансформирования по осям X, Y, Z;
- угловые элементы трансформирования по осям X, Y, Z;
- дифференциальное различие масштабов систем координат (параметр m).

## Литература

1. Рекомендация МСЭ-R P.530-12 (10/2007) Данные о распространении радиоволн и методы прогнозирования, требующиеся для проектирования наземных систем прямой видимости.
2. Рекомендация МСЭ-R P.530-13 (10/2009) Данные о распространении радиоволн и методы прогнозирования, требующиеся для проектирования наземных систем прямой видимости.
3. Методика расчета трасс цифровых РРЛ прямой видимости в диапазоне частот 2 – 20 ГГц; Москва, 1998 г.
4. Приказ Минсвязи РФ № 92 от 10.08.96. Нормы на электрические параметры цифровых каналов и трактов магистральной и внутризональных первичных сетей.
5. РД 45.145-00. Нормы на показатели ошибок цифровых каналов со скоростью передачи 64 кбит/с для местной сети, включая абонентские линии.
6. РД 45.183-01. Долговременные нормы на цифровые тракты СЦИ, образованные в цифровых магистральных РРЛ.
7. ГОСТ Р 51794-2001 Системы координат.
8. Recommendation ITU-R P.310-9 Definitions of terms relating to propagation in non-ionized media.
9. Recommendation ITU-R P.453-9 The radio refractive index: its formula and refractivity Data.
10. Рекомендация МСЭ-R P.526-11 Распространение радиоволн за счет дифракции.
11. Recommendation ITU-R P.527-3 Electrical characteristics of the surface of the Earth.
12. Recommendation ITU-R PN.525-2 Calculation of free-space attenuation.
13. Рекомендация МСЭ-R P.676-8 Затухание в атмосферных газах.
14. Recommendation ITU-R P.836-4 Water vapour: surface density and total columnar content.
15. Рекомендация МСЭ-R P.837-6 (02/2012) Характеристики осадков, используемые при моделировании распространения радиоволн.
16. Рекомендация МСЭ-R P.838-3 Модель погонного ослабления в дожде, используемая в методах прогнозирования.
17. Рекомендация МСЭ-R P.841-4 Преобразование годовой статистики в статистику наилучшего месяца.
18. Recommendation ITU-R P.1510 Annual mean surface temperature.