

Министерство образования Республики Беларусь  
Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет  
информатики и радиоэлектроники»

Кафедра сетей и устройств телекоммуникаций

**АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОТОВЫХ СЕТЕЙ  
В ПАКЕТЕ TEMS CELLPLANNER**

Методические указания  
к лабораторной работе по курсу  
«Системы подвижной радиосвязи и компьютерные сети»  
для студентов специальностей 1-45 01 03 «Сети телекоммуникаций»  
и 1-45 01 05 «Системы распределения мультимедийной информации»  
дневной и заочной форм обучения

Минск, БГУИР 2012

УДК 004.451.7: 621.396.218(076.5)

ББК 32.884.1 я73

А 22

С о с т а в и т е л ь

В. А. Аксенов

А 22 Автоматизированное проектирование сотовых сетей в пакете TEMS CELLPLANNER: метод. указания к лаб. работе по курсу «Системы подвижной радиосвязи и компьютерные сети» для студ. спец. 1-45 01 03 «Сети телекоммуникаций» и 1-45 01 05 «Системы распределения мультимедийной информации» днев. и заоч. форм обуч. / сост. В. А. Аксёнов. – Минск: БГУИР, 2012. – 20 с. : ил.

Изучаются основы работы в пакете TEMS CELLPLANNER по автоматизированному проектированию радиопокрытия сетей сотовой связи стандарта GSM.

УДК 004.451.7: 621.396.218(076.5)  
ББК 32.884.1 я73

ISDN 978-985-488-745-6

© Аксенов В. А., составление, 2012  
© УО «Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники», 2012

## Цель лабораторной работы

Получение навыка работы в пакете TEMS CellPlanner по автоматизированному проектированию радиосетей сотовой связи.

## 1. ОПИСАНИЕ ИНТЕРФЕЙСА ПАКЕТА TEMS CELLPLANNER

После запуска TEMS CellPlanner пользователь попадает в главное окно, которое изображено на рис. 1.

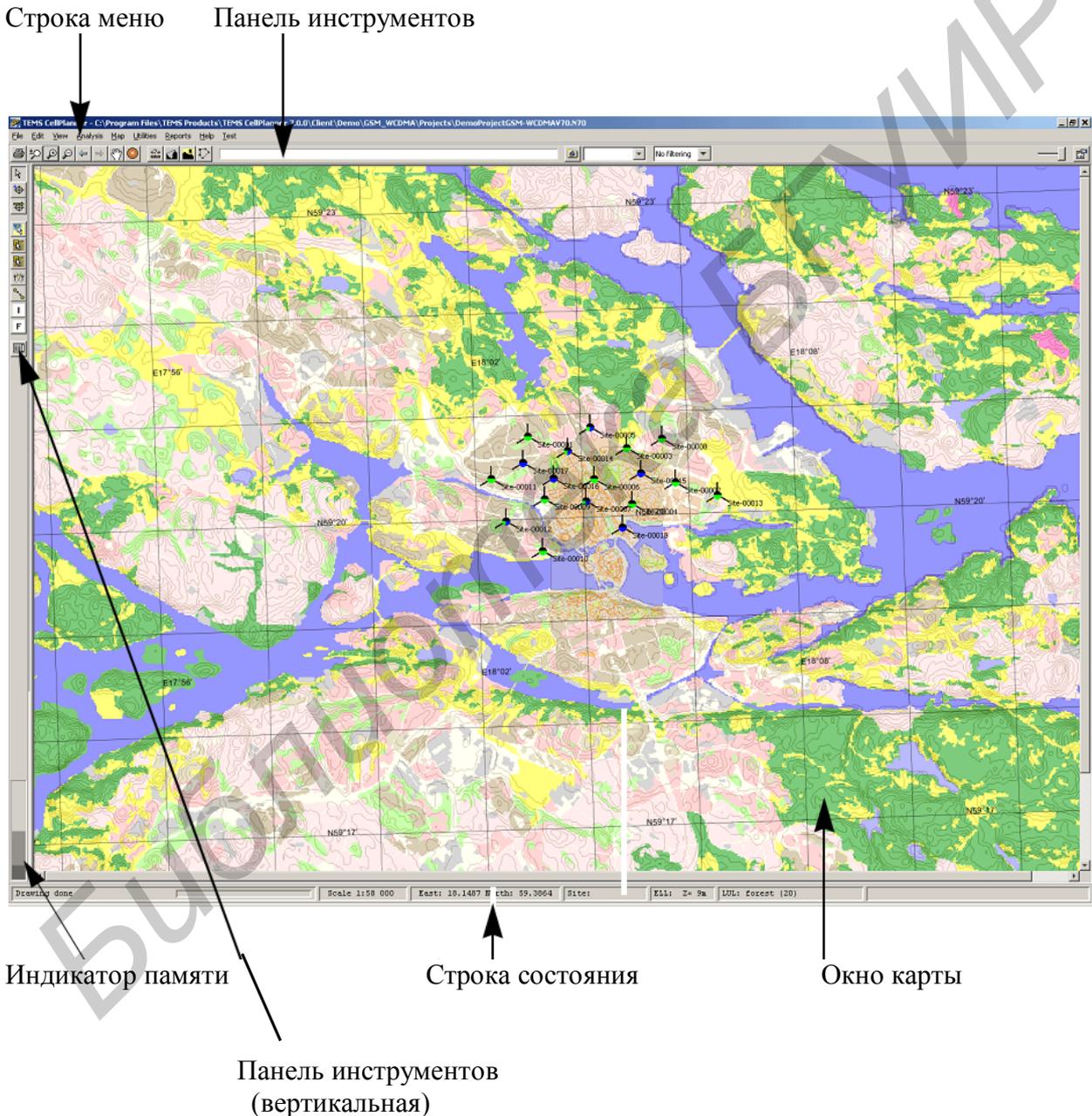


Рис. 1. Главное окно пакета TEMS CellPlanner

Главное окно пакета TEMS CellPlanner состоит из строки меню, панели инструментов, навигационной панели, рабочей области, рабочих закладок и строки состояния.

Рабочая область Workspace предназначена для размещения разнообразных окон и рабочих закладок Worksheets.

Панель инструментов Toolbars дает быстрый доступ к центральным функциям программы.

Навигационная панель Navigator полезна в начале работы для конфигурации рабочего пространства. При помощи этой панели пользователь может открывать необходимые окна, выбирать способ отображения информационных элементов (символ, цвет диапазона элемента) и управлять рабочими закладками.

Строка меню Menu bar содержит большинство компонентов панели инструментов, навигационной панели, а также компоненты рабочих закладок.

Строка состояния Status bar выводит короткие сообщения, которые отображают текущий статус в приложении.

Рассмотрим поподробнее основные компоненты пакета TEMS CellPlanner.

Навигационная панель расположена слева в главном окне программы и включает следующие вкладки:

- Menu – содержит большинство типов окон, доступных в приложении и разделенных на три категории: Presentation, Control и Configuration. Открыть окно можно при помощи двойного щелчка по соответствующему символу или обычным перетаскиванием из навигационной панели в любую рабочую закладку.

- Info Element – включает список информационных элементов. Здесь можно назначать цвет диапазона, размер и символ изображаемого на картах информационного элемента.

- Worksheets – отображает список рабочих закладок. Двойной щелчок по закладке позволяет открыть ее в рабочей области и просмотреть содержимое.

Строка меню состоит из следующих вкладок:

- File – позволяет создавать, открывать и сохранять настройки рабочей области;

- View – предоставляет возможность выбора необходимых компонентов панели инструментов;

- Logfile – отображает функции работы с лог-файлом;

- Scanning – включает в себя часть панели контроля аппаратуры, применяемой при сканировании;

- Presentation, Control и Configuration – в этих вкладках находится часть навигационной панели, включающая набор стандартных окон, необходимых для работы;

- Worksheet – содержит команды управления рабочими закладками;

- Window – позволяет управлять расположением окон;

- Help – предоставляет справочную информацию о программе.

Панель инструментов содержит компоненты, необходимые для работы с картой. Основные из них представлены в таблицах 1 и 2.

Основные компоненты для работы с картой. Таблица 1.

| Название компонента | Графическое изображение компонента  | Назначение компонента   |
|---------------------|---|---|
| Print               |    | Вывод на печать.  |
| Continuous Zoom     |    | Увеличивает размер текущего дисплея непрерывно, в то время как удерживается курсор. |
| Zoom In             |    | Увеличивает размер текущего дисплея.  |
| Zoom Out            |    | Уменьшает размер текущего дисплея.  |
| Pan                 |    | Перемещает позицию карты в пределах области дисплея карты.                          |
| Cancel Action       |    | Отменяет текущее действие или операцию.   |
| Distance            |  | Измеряет расстояние между двумя местоположениями.                                   |

Основные компоненты панели инструментов. Таблица 2.

| Название компонента   | Графическое изображение компонента  | Назначение компонента                                 |
|-----------------------|---|---|
| Add site              |  | Добавляет сайт в местоположении курсора               |
| Move site             |  | Перемещает выбранный сайт                             |
| Show Instant pathloss |  | Затухание распространения для выбранного сайта        |
| Handover cursor       |  | Запускает курсор хендовера                            |
| Interference cursor   |  | Показывает значения интерференции для выбранных ячеек |

Строка состояния отображает информацию о процессе дисплея карты и масштабе и информацию о текущей позиции курсора на карте.

Отображенные поля зависят от информации в уровнях, видимых в дисплее. Рис. 2 идентифицирует типичные поля строки состояния.

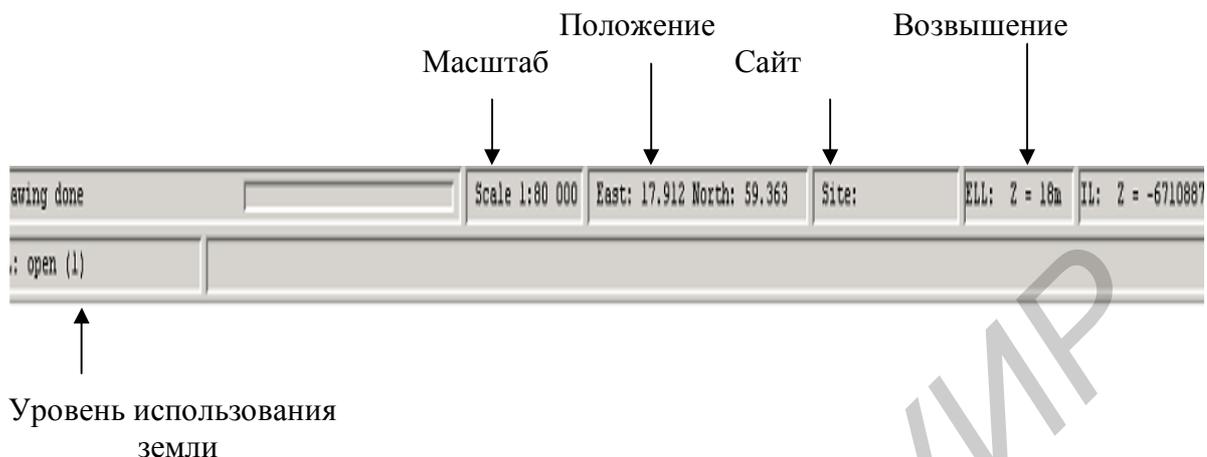


Рис. 2. Строка состояния пакета TEMS CellPlanner

Элементы на строке состояния свернуты, когда вы увеличиваете или уменьшаете ширину окна.

Поля строки состояния могут быть переупорядочены, используя свойства представления строки состояния, как показано на рис. 3.



Рис. 3. Окно Status bar properties

В таблице 3 приведены основные компоненты окна Status bar

Основные компоненты окна Status bar properties. Таблица 3.

| Название компонента | Назначение компонента  |
|---------------------|--|
| Progress bar        | Показывает состояние загружающихся уровней карты.                                    |
| Scale               | Масштаб изображения карты относительно натуральной величины карты.                   |
| Position            | Долгота и широта текущей позиции курсора на карте.                                   |
| Site                | Показывает название сайта.   |
| Elevation           | Показывает высоту в метрах текущей позиции курсора на карте.                         |
| Land use            | Показывает название категории земельного участка (уровень карты категорий загружен), |

Индикатор использования памяти расположен внизу вертикальной инструментальной панели, как показано на рис.4.

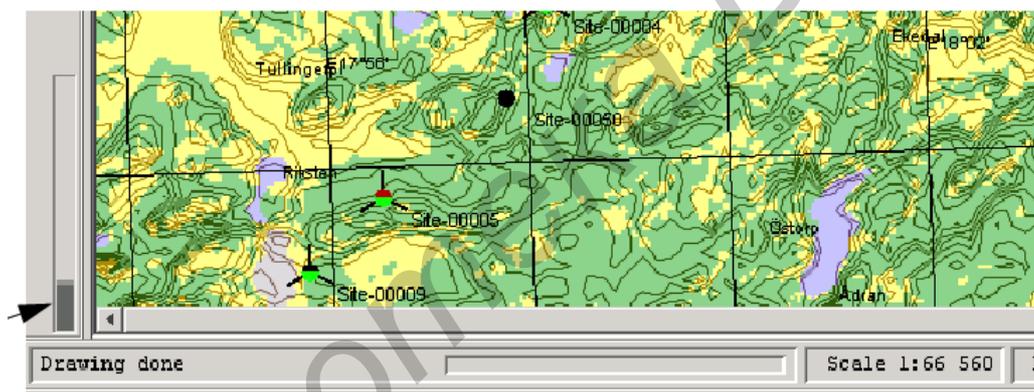


Рис. 4. Индикатор памяти

Индикатор показывает объем памяти:

- используемый;
- распределенный от операционной системы;
- предел для компьютера.

## 2. СОЗДАНИЕ И ОТКРЫТИЕ ПРОЕКТОВ В ПАКЕТЕ TEMS CELLPLANNER

### 2.1. Установка общей проектной информации

Необходимые условия для открытия проекта:

- есть доступ к проектному файлу;
- проект совместим с вашей версией TEMS CellPlanner;

- клиент TEMS CellPlanner открыт,
- никакой другой TEMS CellPlanner клиент не открыл тот же самый проектный файл.

Сделайте следующее, чтобы открыть существующий проект:

- выберите File-Open;
- просмотрите каталог, где проектный файл хранится.
- выберите проектный файл от списка и нажмите Open. Файл загружен в при условии, что никакой другой TEMS CellPlanner клиент не сохраняет файл открытым. В последнем случае будет получено предупреждение.
- выбрать File-Reopen, чтобы открыть проектный файл, который был уже открыт TEMS CellPlanner клиентом.

Проектная информация конфигурирована в меню параметров настройки File-Project settings, как видно на рис.5.

Используйте следующие процедуры, чтобы определить проектную информацию:

- определите Общие Проектные Параметры настройки;
- выберите Систему координат для Проекта;
- добавьте Уровни Карты к Проектам;
- определите Объектные Названия.

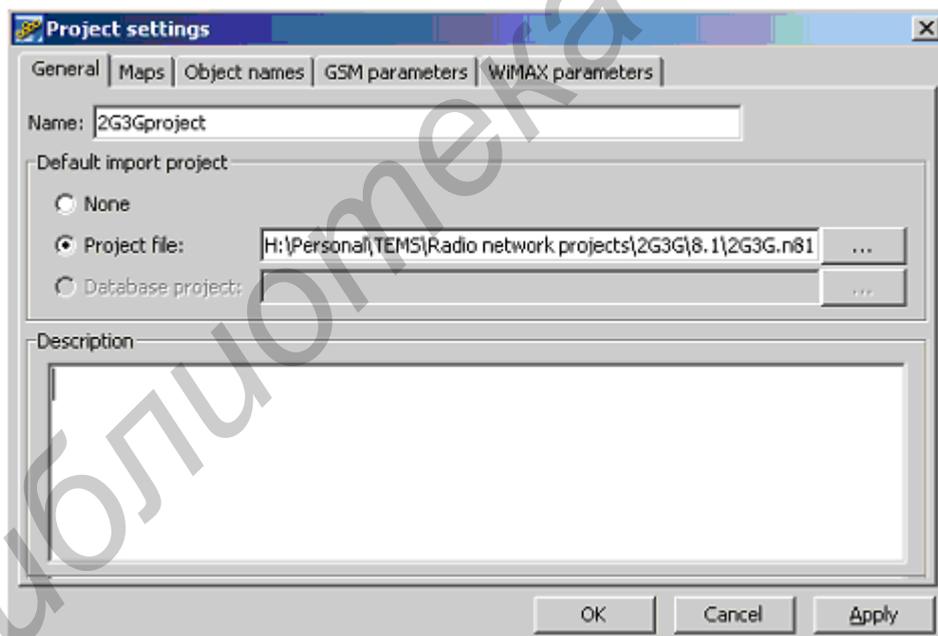


Рис. 5. Окно Project settings

Далее необходимо выбрать координатную систему для проекта. Вы можете выбрать цилиндрическую картографическую систему UTM (Universal Transverse Mercator projection) или эллиптическую географическую картографическую систему (World Geodetic System 1984, WGS-84).

Для этого надо в настройках File-Project, стать на закладку Maps и нажатием кнопки Select выбрать соответствующую системы координат (рис.6).

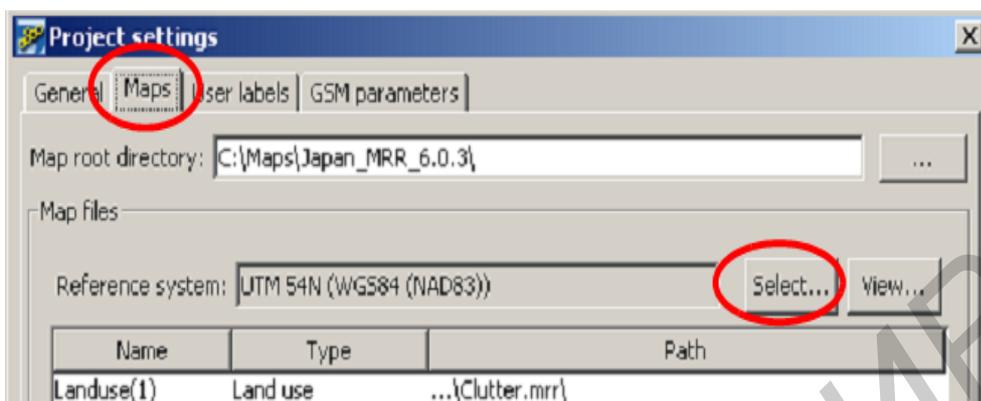


Рис. 6. Окно Maps

Появляется окно системы координат карты, указывая на определенные в настоящее время системы координат рис.7.

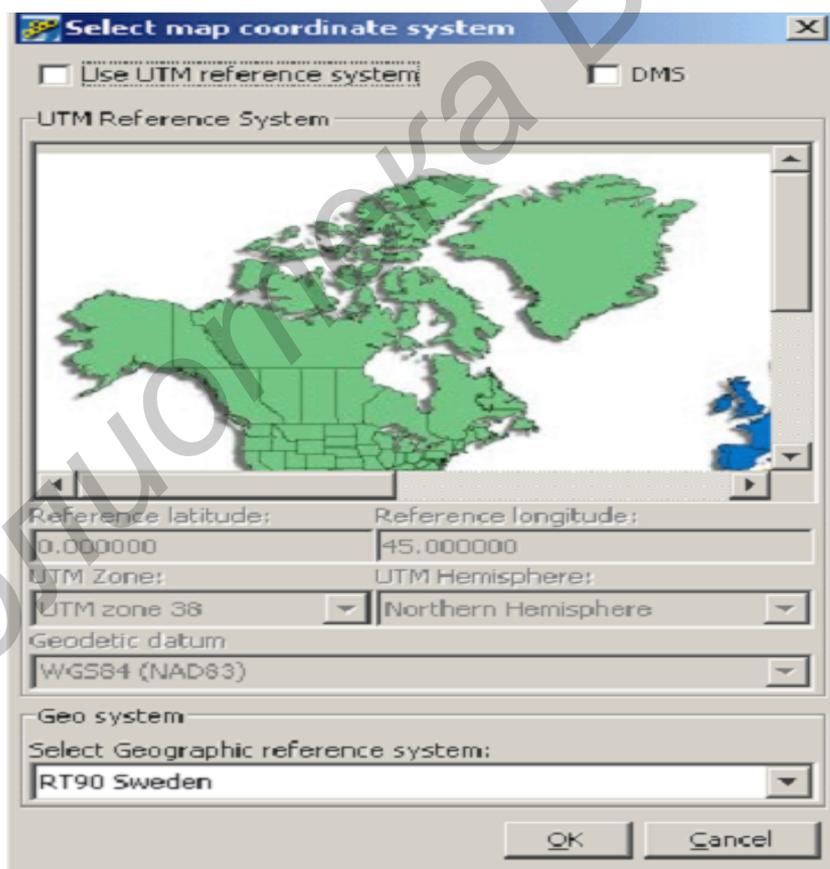


Рис. 7. Окно Select map coordinate system

Уровни карты в проектных параметрах настройки не отображены на экране. Вы должны добавить уровни карты, чтобы отобразить их в свойствах.

Чтобы добавить уровни карты к проектам, сделайте следующие шаги:

- выберите File-Project settings-Maps и выберите позицию табуляции Maps;
- в поле корневого каталога карты, введите путь в главный каталог, где хранятся файлы карты;

- выберите каталог, содержащий карты, и нажмите Open;

- для добавления уровня карты, нажмите Add;

- выберите уровни карты из списка и нажмите ОК.

Для выполнения выше представленных шагов необходимо соблюдение двух условий:

- проект открыт;

- имеется доступ к корневому каталогу карты, содержащему, по крайней мере, один файл с планами и один файл с базой данных значений высот.

Процедура добавления уровней карты отображена на рис.8.

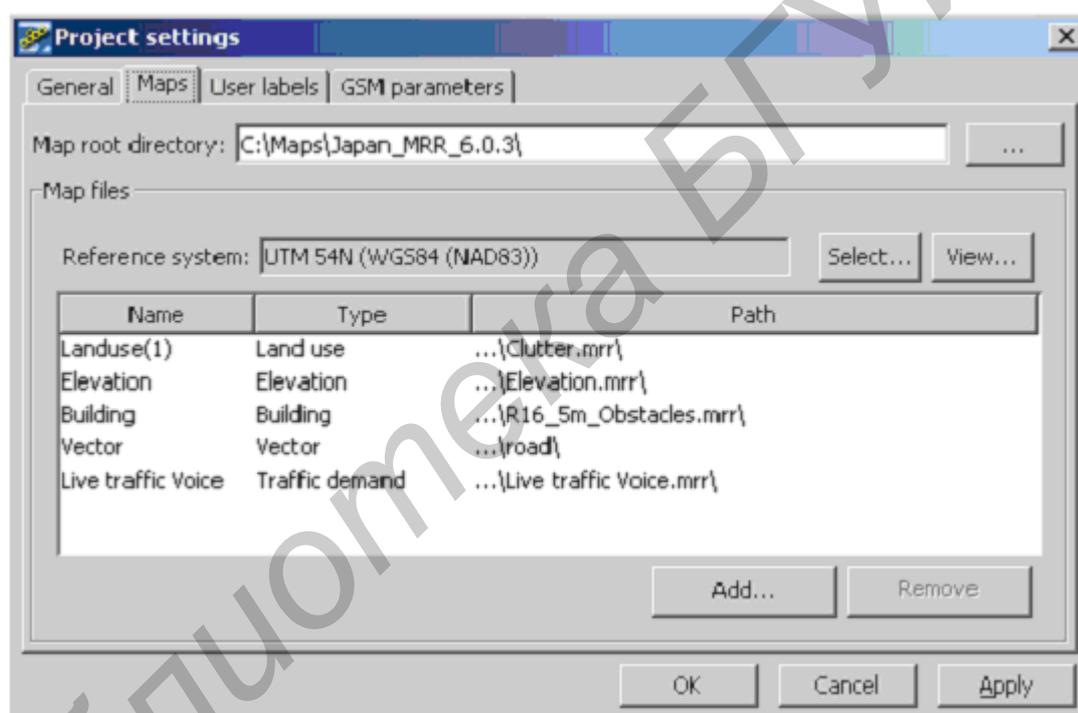


Рис. 8. Окно Project settings-Maps

Выберите закладку Object-names с табуляции названий. Окно закладки отображает объектные названия для каждого сетевого элемента, как показано на рис. 9.

## 2.2. Параметры модели распространения волн

Городская модель распространения волн Ericsson-9999 используется в населенных районах, требующих точности в расчетах покрытия соты (микросоты).

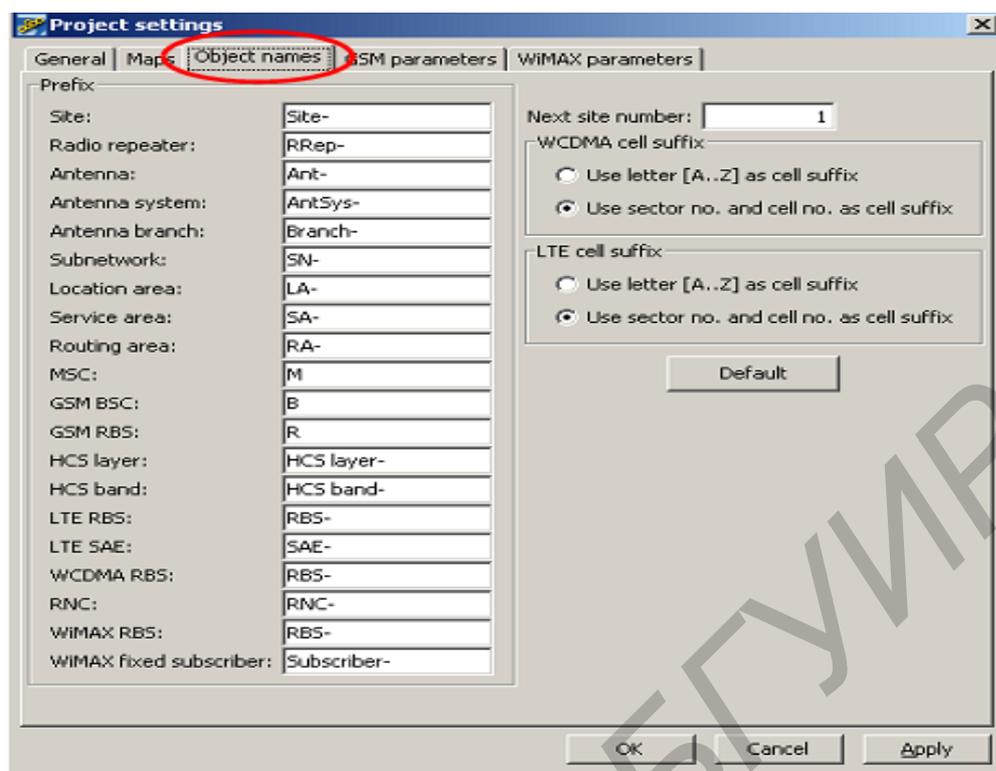


Рис.9. Окно Object-names

Полная база данных карты содержит информацию о высотах застройки (растровые данные о здания) и высотах рельефа земной поверхности. Когда база данных застройки не доступна, городская модель распространения использует только высоты рельефа земной поверхности. Окно городской модели показано на рис. 10.

Необходимо выполнить следующие шаги, чтобы настроить городскую модель распространения:

- выберите Utilities-System Explorer;
- щелкните правой кнопкой мыши Propagation models и выберите Add Propagation Model Type , появится окно Select Frequency band;
- выберите предопределенный диапазон частот и нажмите ОК, появится окно алгоритма выбора;
- выберите Urban propagation model;
- дополнительный шаг: чтобы выключить модель микроячейки, установите поле Max Loss Horizontally в 0 (нуль); сделайте это, когда у Вас нет растровых данных создания для проекта.
- измените параметры, как требуется, и нажмите Apply to для сохранения параметров настройки.

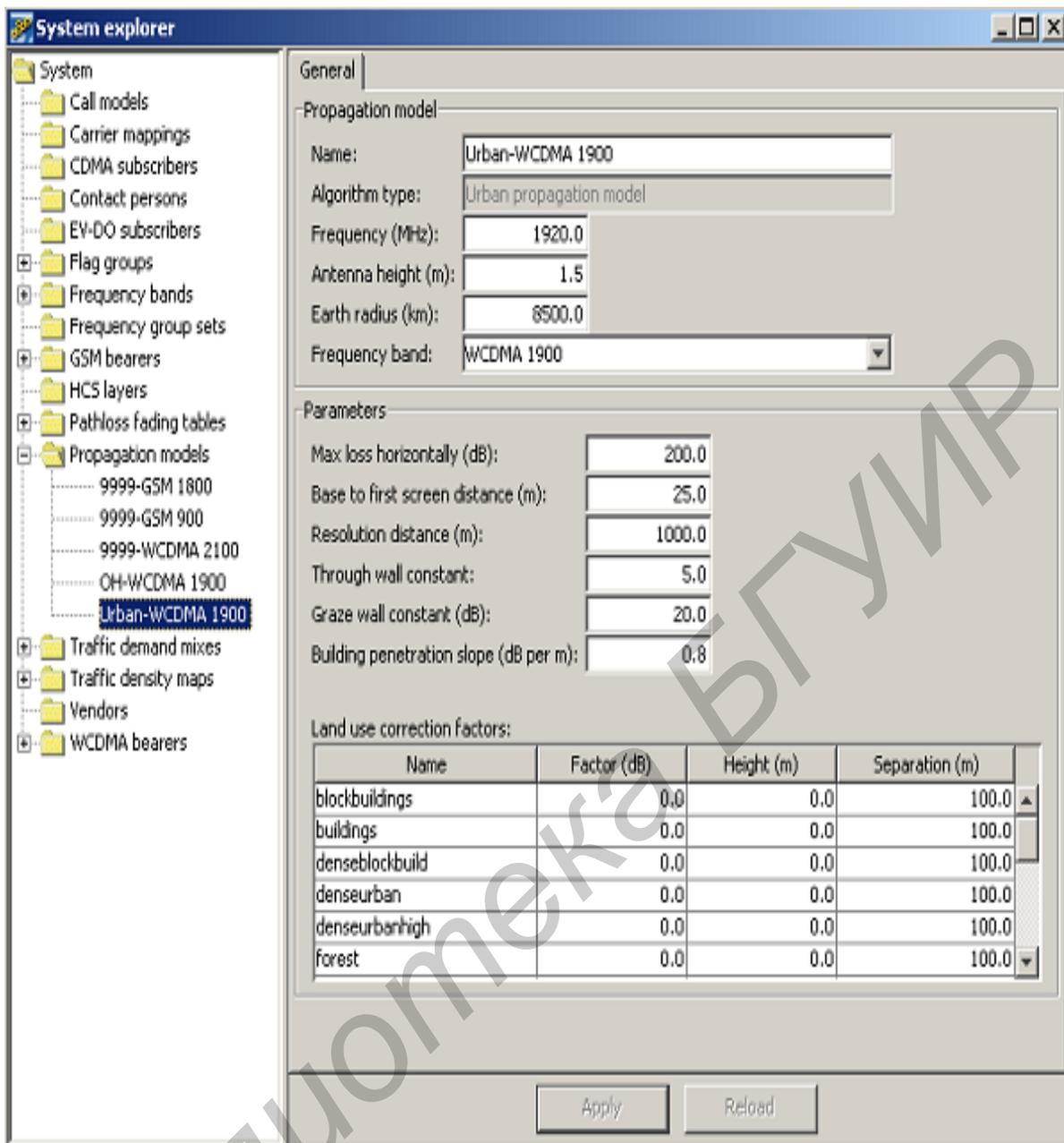


Рис. 10. Окно System Explorer

Описание параметров окна System Explorer представлено в таблице 4.

Основные параметры окна System Explorer.

Таблица 4.

| Параметр       | Описание  |
|----------------|---|
| Name           | Название модели распространения.                                |
| Algorithm type | Тип алгоритма, который используется для модели распространения. |

| Параметр                              | Описание   |
|---------------------------------------|--|
| Frequency (MHz)                       | Частота, используемая в модели распространения.  |
| Antenna height (m)                    | Высота подъема антенны.<br>Диапазон: 0 – 100 м.  |
| Earth radius (km)                     | Радиус земли в километрах (полученный из параметров настройки в базе данных карты).  |
| Frequency band                        | Диапазон частот для модели распространения.  |
| Resolution distance (m)               | Разрешение (точность) по дистанции в модели распространения  |
| Through wall constant                 | Константа потерь проникновения через внешнюю стену зданий (предполагается, что радиоволна проникает через стену под нормальным углом). |
| Graze wall constant (dB)              | Значение для сигнала, проникающего через внешнюю стену.  |
| Building penetration slope (dB per m) | Значение, которое показывает, как сигнал затухает в здании по длине.   |
| Land use correction factors           | Исправляющие коэффициенты.   |

### 3. ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ РАБОТЫ С КАРТОЙ

В главном окне пакета имеется ряд инструментов для получения специфической информации с используемых карт.

Например, может быть получен вертикальный профиль трассы (ландшафта) между двумя любыми пунктами на карте нажатием кнопки Terrain Profile (рис. 11). Вдоль профиля анализируется радиораспространение, с учетом образования зоны Френеля и потерь на естественных или искусственных препятствиях. Окно профиля ландшафта содержит расстояние между точками, высоты антенны в точках и азимут антенны, как это показано на рис. 12.

Профиль ландшафта не будет отображаться, если не загружены все необходимые слои карты.

В пакете предусмотрена возможность моделировать, как измениться распространение по трассе при изменении частоты, К-фактора (коэффициента Райса) и высот антенн в точках передачи и приема.

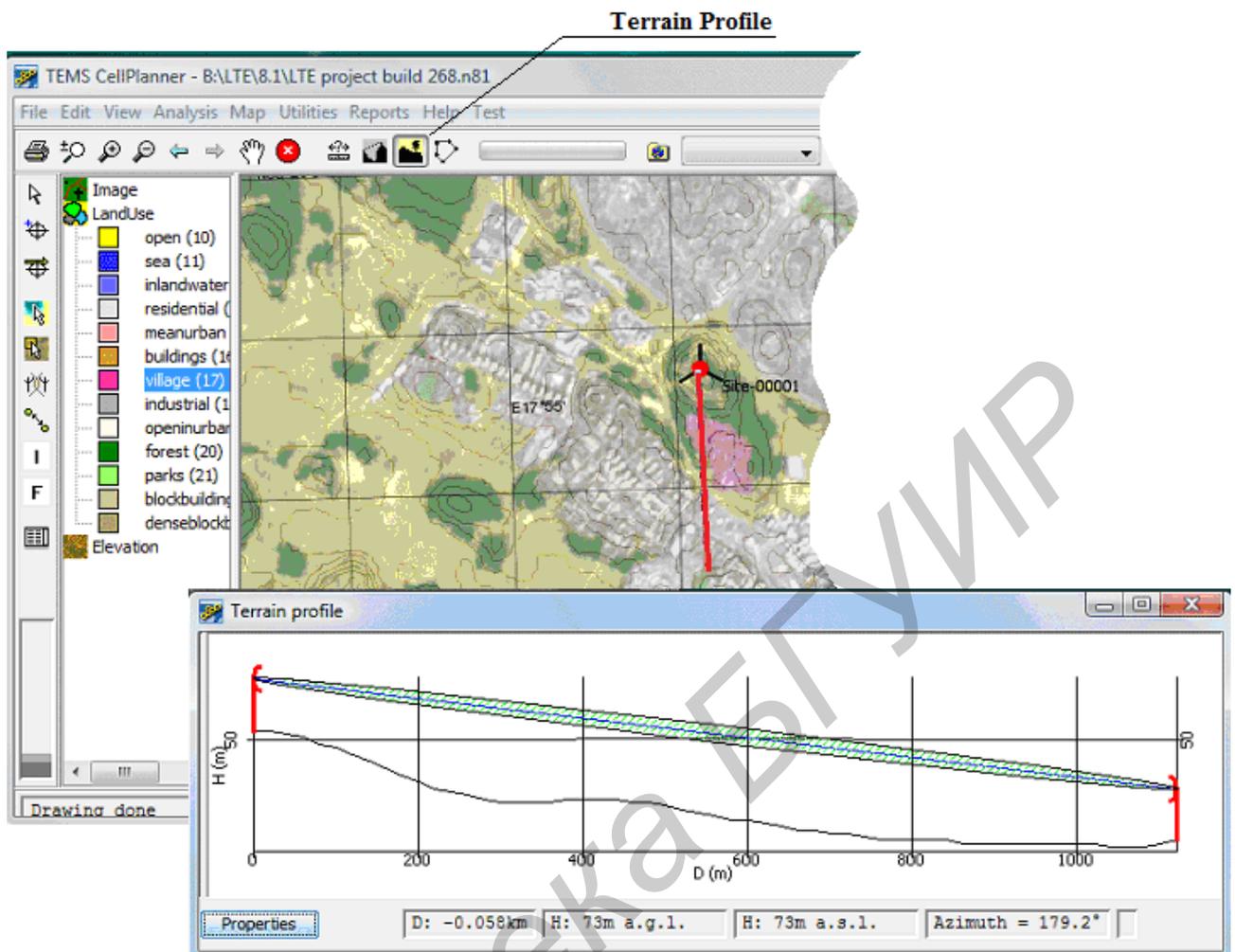


Рис. 11. Вызов окна Terrain Profile

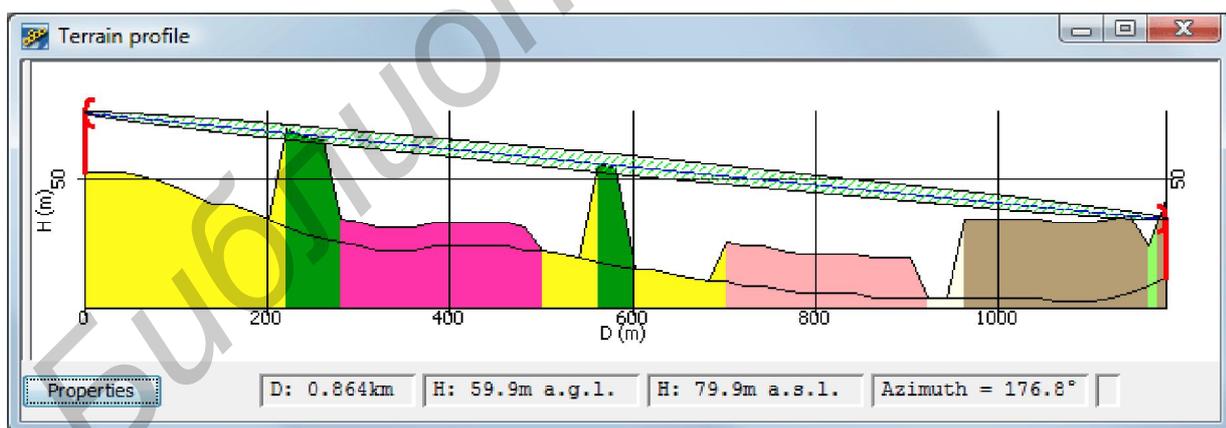


Рис. 12. Окно Terrain Profile

Для этого в окне Terrain Profile нажимают кнопку Properties и изменяют указанные параметры в окне Profile properties, как показано на рис. 13.

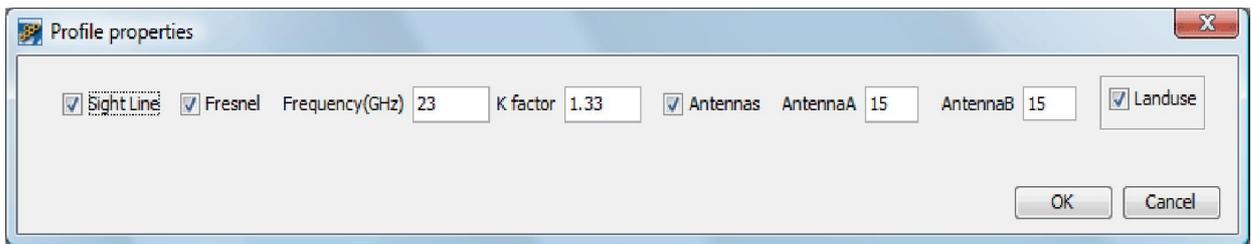


Рис. 13. Окно Profile properties

Удобным инструментом для правильного первоначального выбора точки установки базовой станции может быть кнопка Line of Sight (линия прямой видимости) в главном окне пакета. При нажатии на нее появляется окно для установки параметров данного режима анализа (рис. 14).

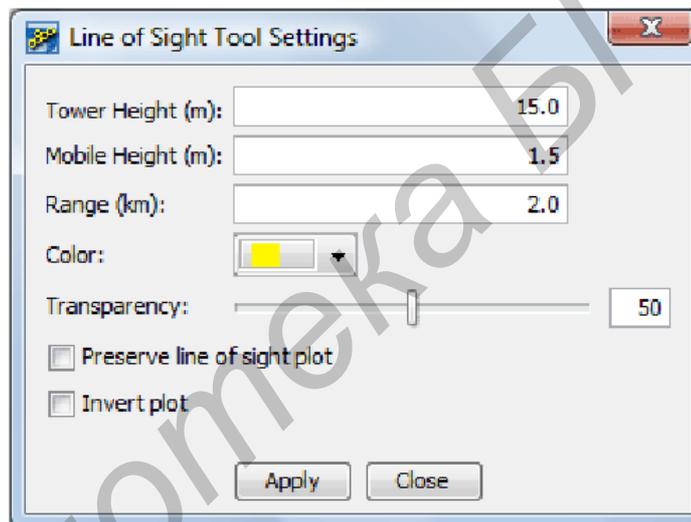


Рис. 14. Окно установки параметров режима Line of Sight

После выбора точки установки, ввода параметров и нажатия Apply, на карте появляется закрашенная область, в пределах которой имеется прямая видимость между антеннами базы и мобильных станций (рис. 15).

В пакете TEMS CellPlanner есть возможность напечатать карты на принтере. В окне Map printing имеются параметры настройки для изменения варианта распечатки (рис. 16). Перед распечаткой в окне Print preview можно просмотреть, как распечатается данная карта.

Для выполнения печати карты необходимо, что бы она была загружена в программном пакете.

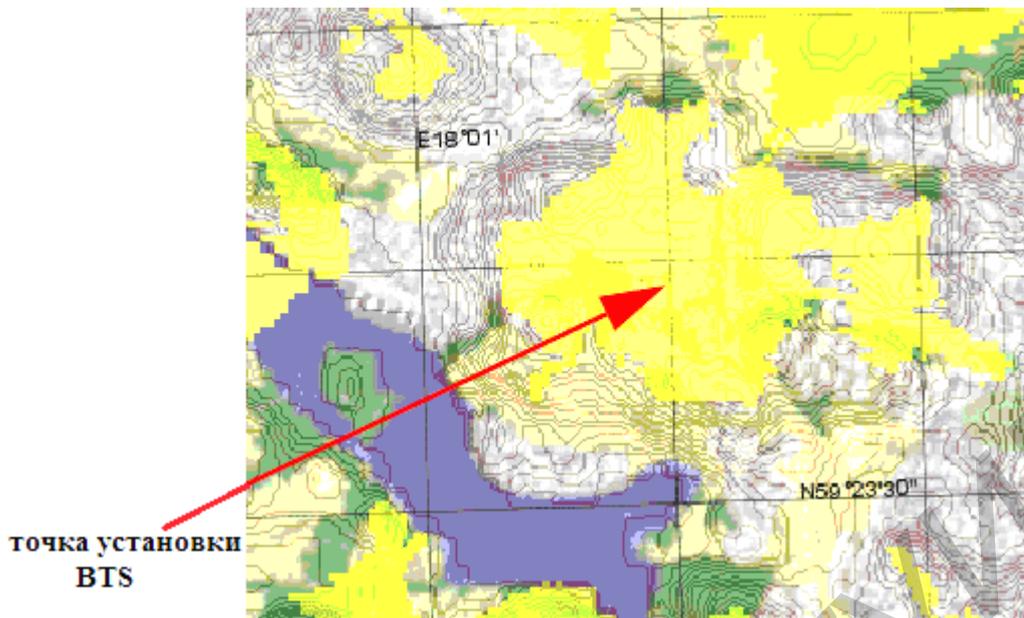


Рис. 15. Окно области Line of Sight

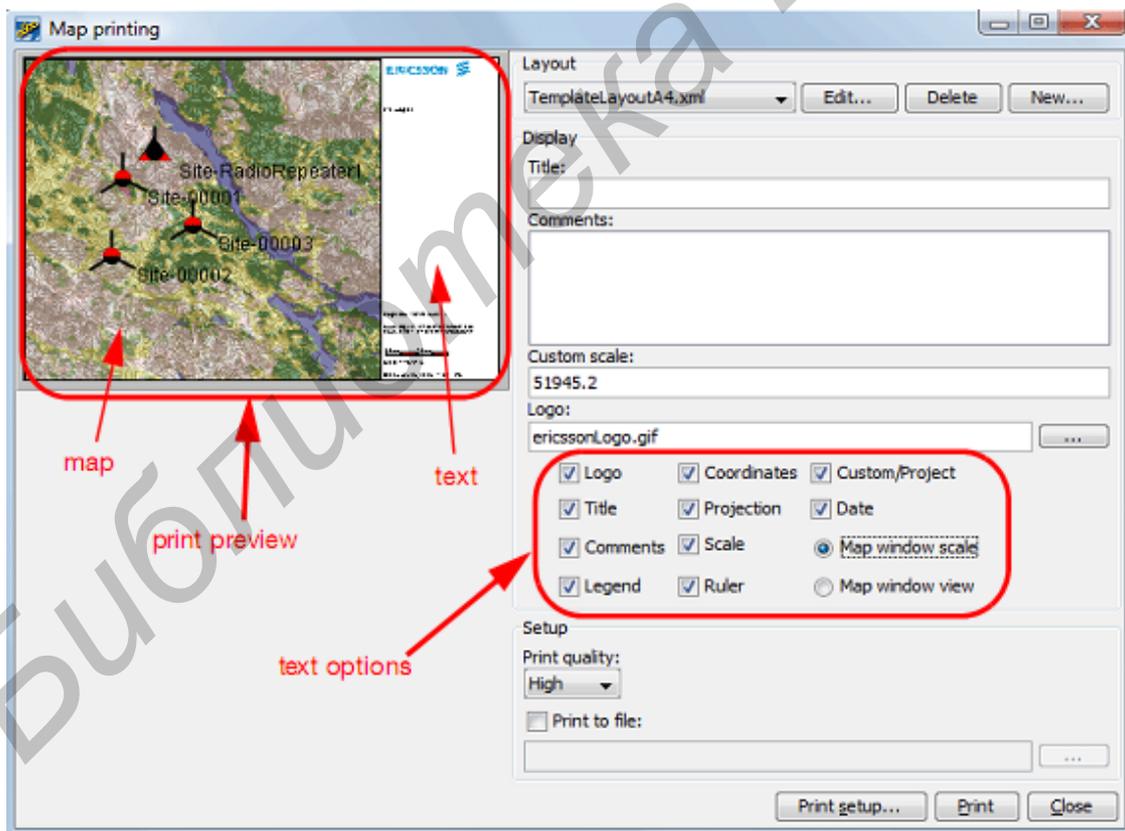


Рис. 16. Окно Map printing

Описание опций окна Map printing представлено в таблице 5.

Основные параметры окна System Explorer.

Таблица 5.

| Название компонента | Описание компонента   |
|---------------------|---|
| Layout template     | Существующие файлы расположения в справочнике конфигурации EriMap. A0, A1, A2, A3 и шаблоны A4 при распечатке на выбор. |
| Edit                | Изменение параметров.   |
| New                 | Вызов редактора выбора.   |
| Title               | Название, напечатанное наверху окна.  |
| Comments            | Комментарии на карте.   |
| Custom scale        | Коэффициент пропорциональности карты, чтобы использовать для распечатки.  |
| Logo                | Логотип фирмы, по умолчанию логотип производителя программного пакета.  |
| Legend              | Легенда карты.  |
| Coordinates         | Отображение системы координат на распечатанной карте.   |
| Scale               | Позволяет распечатывать карту с заданным масштабом.   |
| Ruler               | Графическое отношение между метриками карты и реальным миром.   |
| Custom/ Project     | Распечатка названия проекта.  |
| Date                | Дата и время распечатки карты.  |

#### 4. ЗАДАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Лабораторная работа начинается с изучения материалов данных методических указаний. Исходные данные для проекта, названия и место расположения файлов с картами местности задаются преподавателем.

Далее необходимо запустить программу TEMS CellPlanner.

При выполнении работы необходимо выполнить следующую последовательность проектных процедур:

- создать проект;

- присвоить название проекту;
- ввести необходимые параметры для проекта;
- загрузить карту местности;
- выбрать систему координат;
- выбрать модель для исследования на карте;
- заполнить параметры в разделе Map;
- выполнить проектные процедуры;
- добавить слои карты местности;
- выполнить измерения по проекту;
- сформировать отчёт по результатам;
- распечатать карту местности с необходимыми параметрами;
- оформить и распечатать отчёт о выполненной работе;
- закончить работу с программой TEMS CellPlanner.

## 5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Каково назначение пакета TEMS CellPlanner?
2. Опишите главное меню пакета.
3. Что позволяет делать кнопка Interference cursor в главном окне?
4. Какие две картографические системы поддерживает пакет?
5. Что такое уровни картографической информации?
6. Какая модель распространения волн использовалась в работе?
7. Чем обусловлен набор параметров в окне Profile properties?
8. Чем полезен режим Line of Sight?
9. Какие параметры влияют на размер зоны прямой видимости?
10. Какая информация может быть выведена на печать в пакете?

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ericsson AB, TEMS™ CellPlanner. GSM Technical Reference Manual. EN/LZT 108 9836 R2A, January, 2009.
2. Веселовский, К. Системы подвижной радиосвязи / К. Веселовский; пер. с польск. И. Д. Рудинского; под ред. А. И. Ледовского. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 536 с.
3. Бабков В.Ю. Сети мобильной связи. Частотно-территориальное планирование / В.Ю. Бабков, М.А. Вознюк, П.А. Михайлов. – СПб.: СПбГУТ, 2000. – 196с.

## СОДЕРЖАНИЕ

|   |    |
|---|----|
| 1. ОПИСАНИЕ ИНТЕРФЕЙСА ПАКЕТА TEMS<br>CELLPLANNER.....            | 3  |
| 2. СОЗДАНИЕ И ОТКРЫТИЕ ПРОЕКТОВ В ПАКЕТЕ TEMS<br>CELLPLANNER..... | 7  |
| 2.1 Установка общей проектной информации.....                     | 7  |
| 2.2 Параметры модели распространения волн .....                   | 10 |
| 3. ИНСТРУМЕНТЫ ДЛЯ РАБОТЫ С КАРТОЙ .....                          | 13 |
| 4. ЗАДАНИЕ ДЛЯ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ.....                           | 17 |
| 5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ.....                                       | 18 |
| ЛИТЕРАТУРА.....   | 18 |

Библиотека БГУИР

Учебное издание

## **АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ СОТОВЫХ СЕТЕЙ В ПАКЕТЕ TEMS CELLPLANNER**

Методические указания  
к лабораторной работе по курсу  
«Системы подвижной радиосвязи и компьютерные сети»  
для студентов специальностей 1-45 01 03 «Сети телекоммуникаций»  
и 1-45 01 05 «Системы распределения мультимедийной информации»  
дневной и заочной форм обучения

С о с т а в и т е л ь

**Аксёнов Вячеслав Анатольевич**

Редактор И. П. Острикова  
Корректор Е. Н. Батурчик  
Компьютерная верстка Ю. Ч. Ключкевич

---

|                                |                         |                    |
|--------------------------------|-------------------------|--------------------|
| Подписано в печать 04.01.2012. | Формат 60 × 84 1/16.    | Бумага офсетная.   |
| Гарнитура «Таймс».             | Печать ризографическая. | Усл. печ. л. 1,28. |
| Уч.-изд. л. 1,4.               | Тираж 50 экз.           | Заказ 304.         |

---

Издатель и полиграфическое исполнение: Учреждение образования  
«Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники»  
ЛИ №02330/0494371 от 16.03.2009. ЛП №02330/0494175 от 03.04.2009.  
220013, Минск, П.Бровки, 6