

Міністерство освіти і науки України
Сумський державний університет

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
до виконання лабораторних робіт
із дисципліни «Системи мобільного зв'язку»
для студентів спеціальності
172 Телекомунікації та радіотехніка
денної форми навчання

Суми
Сумський державний університет
2022

Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт із дисципліни «Системи мобільного зв'язку» Частина 1 / укладач: В. В. Гриненко, О.В. Д'яченко. – Суми : Сумський державний університет, 2022. – 35 с.

Кафедра електроніки і комп'ютерної техніки

ЗМІСТ

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1. ОСНОВИ РОБОТИ В ПРОГРАМІ ATOLL. РОБОТА З ЦИФРОВИМИ КАРТАМИ МІСЦЕВОСТІ	4
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2. МОДЕЛЮВАННЯ РАДІОПОКРИТТЯ БАЗОВОЇ СТАНЦІЇ В ATOLL	13
ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3. ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ ПОШИРЕННЯ РАДІОХВИЛЬ В ATOLL	26
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	35

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 1.

ОСНОВИ РОБОТИ В ПРОГРАМІ ATOLL. РОБОТА З ЦИФРОВИМИ КАРТАМИ МІСЦЕВОСТІ

1.1. Мета роботи

Метою роботи є дослідження робочого середовища програми Atoll; отримання базових навичок роботи з цифровими картами місцевості в програмному комплексі для проектування радіопокриття.

1.2. Теоретичні відомості

Для створення нового проекту необхідно запустити програму Atoll і обирати File → New → From a Document Template. Тоді у вікні, що з'явилося (рис. 1.1), обираємо потрібну радіотехнологію.

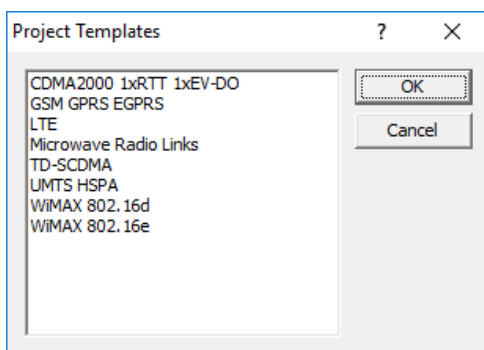


Рисунок 1.1 – Вибір радіотехнології

Після цього з'явиться робоче середовище, як показано на рис. 1.2.

Наступним кроком є імпортування цифрових карт в проект. У програмі Atoll використовують спеціальні електронні карти місцевості. Для будь-якої ділянки земної поверхні для повноцінного моделювання необхідно мати:

- карти висот рельєфу та забудови (heights map, buildings map);
- карти розташування фізичних об'єктів-перешкод – будівель, інженерних споруд, рослинності (obstacles map);
- карти завод та шумів (clutter map);
- векторні карти (vector) місцевості.

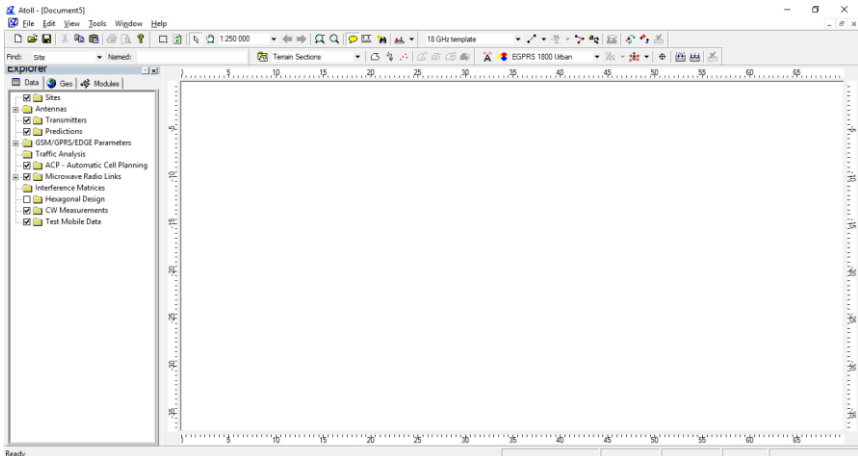


Рисунок 1.2 – Робоче середовище Atoll

Вибираємо File → Import, у вікні, що з'явилося, потрібно вказати файли карт. Імпортуємо цифрові карти по черзі:

1. Спочатку обираємо карти висот рельєфу і забудови – height.grd та build(ings).grd відповідно. У вікні, що з'явиться після їх вибору (рис. 1.3), нічого не потрібно змінювати, лише потрібно поставити позначку навпроти «Embed in document». Карти автоматично будуть розташовані в розділі digital terrain model вкладки «Geo» (рис. 1.4).

Важливо! Аби карти, які імпортуються, зберігалися безпосередньо в проект .atl, необхідно завжди ставити позначку навпроти Embed in document (рис. 1.3, відмічено червоним) і лише потім натискати «Import». Без цієї позначки проект просто буде посилатися на папку на вашому комп'ютері.

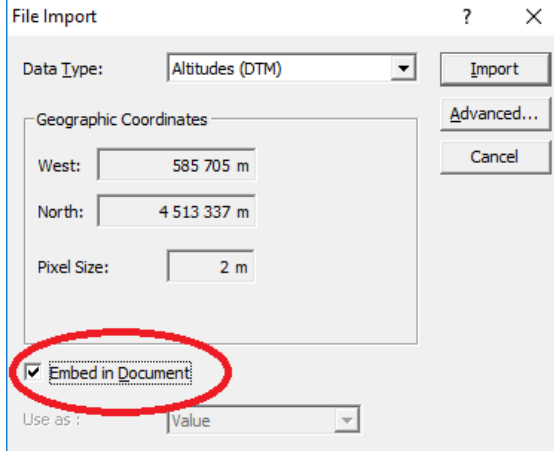


Рисунок 1.3 – Імпортування карт висот рельєфу і забудови

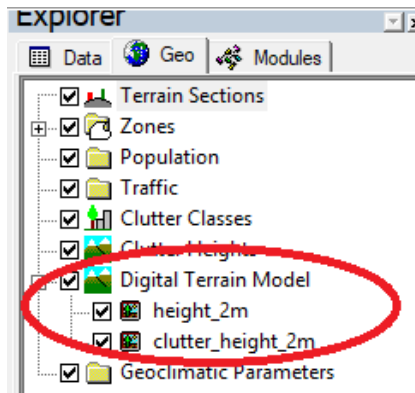


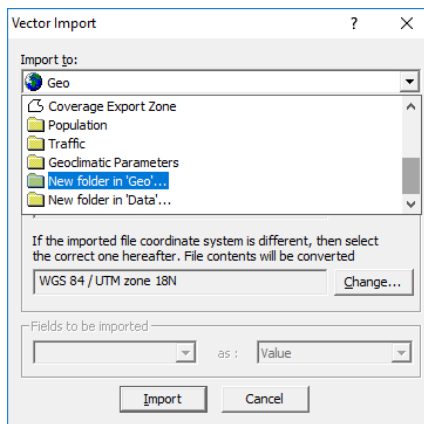
Рисунок 1.4 – Карти висот рельєфу і забудови у проєкті

2. Далі завантажуюємо векторні карти. Зазвичай ці карти мають назву buildings.TAB, vegetation.TAB (папка obstacles), highway.TAB, inlandwater.TAB, majorroad.TAB, streets.TAB, freeway.TAB та ін. (папка vector). У вікні «Открыть» (File → Import) вибираємо всі карти одразу (виділяємо всі вище перераховані файли з розширенням .TAB) і вказуємо папку, яка буде зберігати імпортовані файли. Для зручності краще

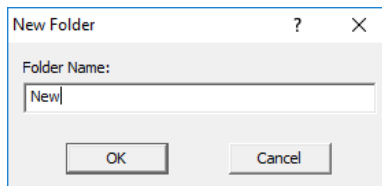
створити нову папку – в меню вікна Vector Import вибрати варіант «New folder in 'Geo'...» (рис. 1.5,а) та задати назву нової папки (рис. 1.5,б).

3. Для наочності також імпортуємо карту завод і шумів – clutter.grc.

Після імпортування усіх карт в робочому вікні з'явиться багат шарова карта місцевості (рис. 1.6). Векторні карти, що містяться у папці New, повинні бути вище усіх інших карт, тому всю папку потрібно просто перетягнути мишкою вгору (як показано на рис. 1.6).



a)



б)

Рисунок 1.5 – Вибір нової папки (а) та надання їй імені (б)

Обов'язково в процесі створення необхідно зберегти проект: File → Save as, у вікні, що з'явилося, вибрати папку, в

якій зберігатиметься файл, та задати ім'я для проекту.

Усі проекти, створенні в середовищі Atoll, мають розширення .ATL. Збережений проект складається з 2 частин: документу з розширенням .ATL та папки, що має в кінці імені закінчення .losses.

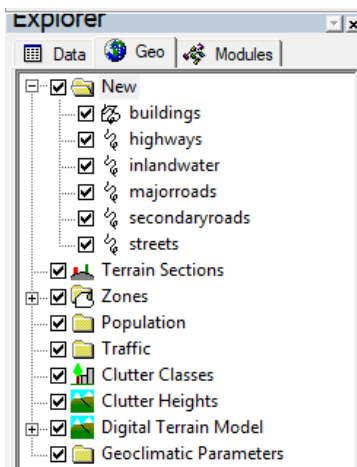


Рисунок 1.6 – Результат імпортування цифрових карт місцевості

Для наочності бажано виконати кольорове виділення шару «buildings», щоб кожен діапазон висот забудови мав свій колір: вкладка «Geo» → права кнопка миші по шару «buildings» → Properties (рис. 1.7).

У вікні, що з'явилось (buildings properties, рис. 1.8), вибираємо вкладку «Display», під написом «Display Type» вибираємо Value intervals, а під «Field» вибираємо Height і натискаємо «Применить». В результати такої операції найвищі будинки позначені червоним кольором, трохи нижчі – жовтим, найнижчі – блакитним.

Примітка. Щоб кольорове виділення було чітким, необхідно, щоб шар «buildings» знаходився якнайвище, тобто над усіма іншими векторними картами.

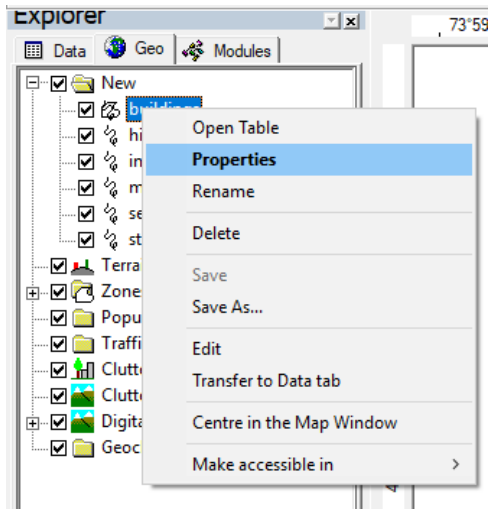


Рисунок 1.7 – Виділення шару «buildings»

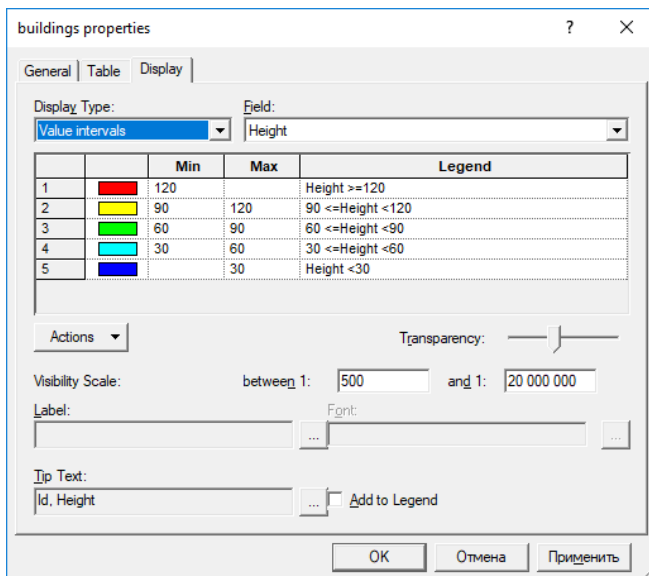


Рисунок 1.8 – Властивості шару «buildings»

Маючи наглядне виділення найвищих споруд, можна розміщувати на них базові станції.

1.3. Завдання на лабораторну роботу

Створити новий проект в програмі Atoll. Завантажити в нього цифрові

карти місцевості відповідно до варіанту завдання:

- 1 варіант: м. Торонто;
- 2 варіант: м. Нью-Йорк.

Маніпулюючи шарами, що відповідають різним типам карт, з'ясувати, який перепад висот (мінімальне та максимальне значення) на заданій місцевості, які висота найвищих будівель на заданій місцевості; який тип рослинності є типовим для цієї місцевості і чи суттєво впливає вона на процес поширення радіохвиль. Ознайомитись з інформацією, яка міститься на карті шумів і завад. Зробити висновки про призначення різних шарів цифрових карт місцевості.

1.4. Порядок виконання роботи

1. Створити проект в програмі Atoll, вибравши як технологію радіопокриття GSM/GPRS/EGPRS.

2. Імпортувати в проект цифрові карти місцевості - карти висот рельєфу та забудови (height.grd та build(ings).grd), карти об'єктів-перешкод (buildings.TAB, vegetation.TAB), інші векторні карти місцевості (highway.TAB, inlandwater.TAB, majorroad.TAB, streets.TAB, freeway.TAB та ін.), карти шумів та завад (clutter.grc).

3. Зробити шар векторних карт першим у списку, перетягнувши папку, що його містить, угору до початку закладки 'Geo'. Звернути увагу на чіткість відображення об'єктів, представлених на карті. Другим шаром у списку можна зробити карту шумів і завад clutter classes.

4. Вимкнувши всі завантажені шари, окрім шару висот рельєфу і забудови (зняти позначки на шарі векторних карт та шарі класів шумів і завад clutter classes), отримати зображення рельєфу місцевості сірого кольору.

5. Для наочності виконати кольорове виділення шару

«Digital Terrain Model», щоб кожен діапазон висот рельєфу мав свій колір: вкладка «Geo» → права кнопка миші по шару «Digital Terrain Model» → Properties. Якщо перепад висот знаходиться в межах 100 м, можна додати додаткові значення висот, які будуть описуватися певним значенням кольору. Наприклад, кольори можуть бути присвоєні значенням висот між позначками 100 та 200 м (125, 150, 175 м).

Для цього у вікні Digital Terrain Model properties виділити те значення висоти, вище чи нижче якого треба додати нове значення, натиснути на кнопку Actions, обрати у списку Insert After чи Insert Before та задати новий колір, клацнувши в полі кольору у рядку значення висоти (150 м), яка щойно автоматично з'явилась.

6. За результатами виконання попереднього пункту з'ясувати, який перепад висот (мінімальне та максимальне значення) на заданій місцевості.

7. Увімкнути векторні шари, відмінити кольорове виділення шару «Digital Terrain Model» (під написом «Display Type» вибирати знову Discrete values), для наочності виконати кольорове виділення векторного шару «buildings», щоб кожен діапазон висот забудови мав свій колір.

8. За результатами виконання попереднього пункту з'ясувати висоту найвищих будівель на заданій місцевості.

9. Вимкнути шар «buildings», з'ясувати, яка рослинність домінує на заданій місцевості. Для цього на шарі «vegetation» клацнути правою кнопкою миші «vegetation» → Properties, у вікні, що з'явилося (vegetation properties), вибираємо вкладку «Display», під написом «Display Type» вибираємо Discrete intervals, а під «Field» вибираємо Type. Ознайомитися з легендою, що з'явилась.

10. Увімкнути шар класів шумів і завод clutter classes, вимкнувши інші шари. Ознайомитись з інформацією, яка міститься на карті шумів і завод.

1.5. Зміст звіту

1. Номер та тема роботи на титульному аркуші.

2. Мета роботи та порядок виконання роботи на наступному аркуші.

3. Результати виконання роботи: за п.3 – представлення карти висот місцевості в градаціях сірого; за п.5 – кольорове представлення карти висот з поясненнями виконання цього пункту; висновки за п.6; за п.7 – кольорове представлення шару «buildings» з поясненнями виконання цього пункту; висновки за п.8 та п.10.

1.6. Контрольні запитання

1. Які типи карт необхідно мати для проектування радіопокриття?

2. Який зміст цифрових карт висот рельєфу та забудови?

3. Яку інформацію містять векторні карти місцевості?

4. В якому порядку бажано розташовувати шари цифрової карти місцевості і чому?

5. Як змінити кольорове відображення шару на цифровій карті місцевості?

6. З яких частин складається збережений проект в середовищі Atoll?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 2. МОДЕЛЮВАННЯ РАДІОПОКРИТТЯ БАЗОВОЇ СТАНЦІЇ В ATOLL

2.1. Мета роботи

Отримати навички моделювання радіопокриття базової станції (БС) в програмі Atoll; навчитися налаштовувати параметри передавача БС та антени.

2.2. Теоретичні відомості

Базові станції доцільно розташовувати на найвищих точках рельєфу або на найвищих спорудах, якщо це не суперечить вимогам санітарних норм. Щоб розташувати БС на карті місцевості, перейдемо до роботи з панеллю конфігурації БС (рис. 2.1).

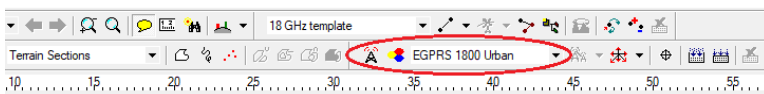


Рисунок 2.1 – Панель роботи з конфігурацією БС

Базову станцію можна вибрати «шаблонного» типу, але зазвичай її треба налаштувати під власні умови. На панелі конфігурації БС викликаємо випадне меню (рис. 2.2) та вибираємо останній пункт – «Manage Templates».

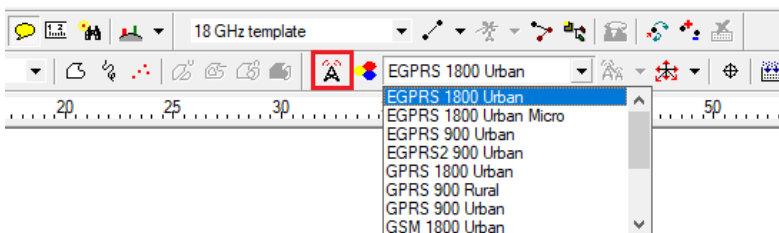


Рисунок 2.2 – Панель налаштування параметрів БС

У вікні, що з'явилося (рис. 2.3), вибираємо потрібний нам приклад БС (urban – для міста, suburban – для передмістя тощо) та натискаємо «Add...» – виклик вікна конфігурації.

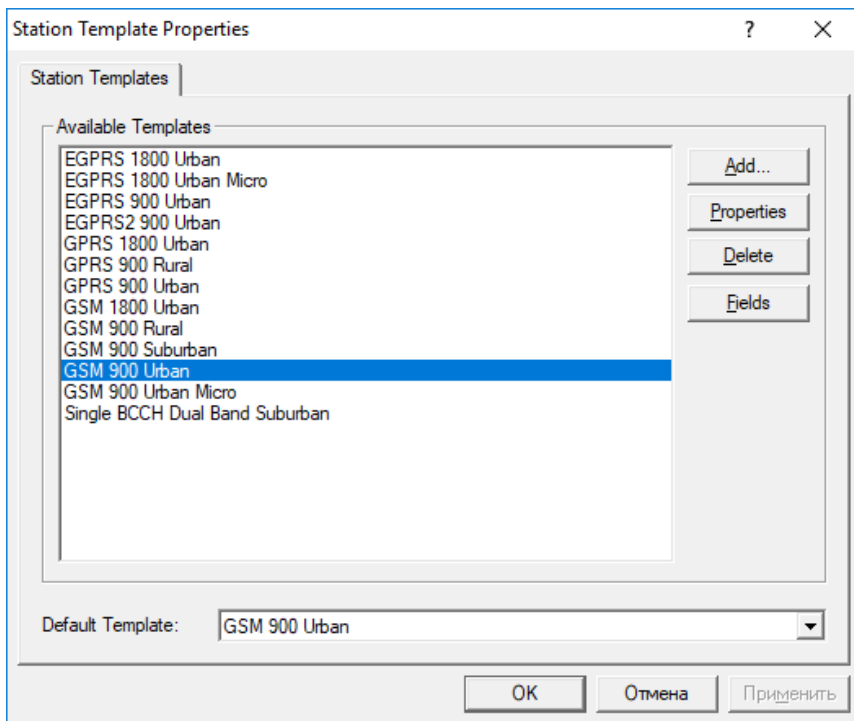


Рисунок 2.3 – Перехід до конфігурації БС

Вікно конфігурації (рис. 2.4) дозволяє здійснювати налаштування таких параметрів БС, як кількість секторів (1), радіус стільника (2), модель антени передавача (3), висота підвісу антени (4), модель поширення радіохвиль (5) та багато інших. Параметри відрізняються для різних типів антен.

Вибравши тип БС (EGPRS 1800 Urban) на панелі конфігурації БС, або налаштувавши станцію власноруч (процес описано вище), натискаємо на піктограму із зображенням БС (на рис. 2.2 виділено червоною рамкою). Курсор миші набуде виду A^+ , де «+» потрібно навести на місце

запланованого розміщення БС. Після наведення «+», наприклад, на будинок натискаємо на ліву кнопку миші. В результаті з'явиться БС.

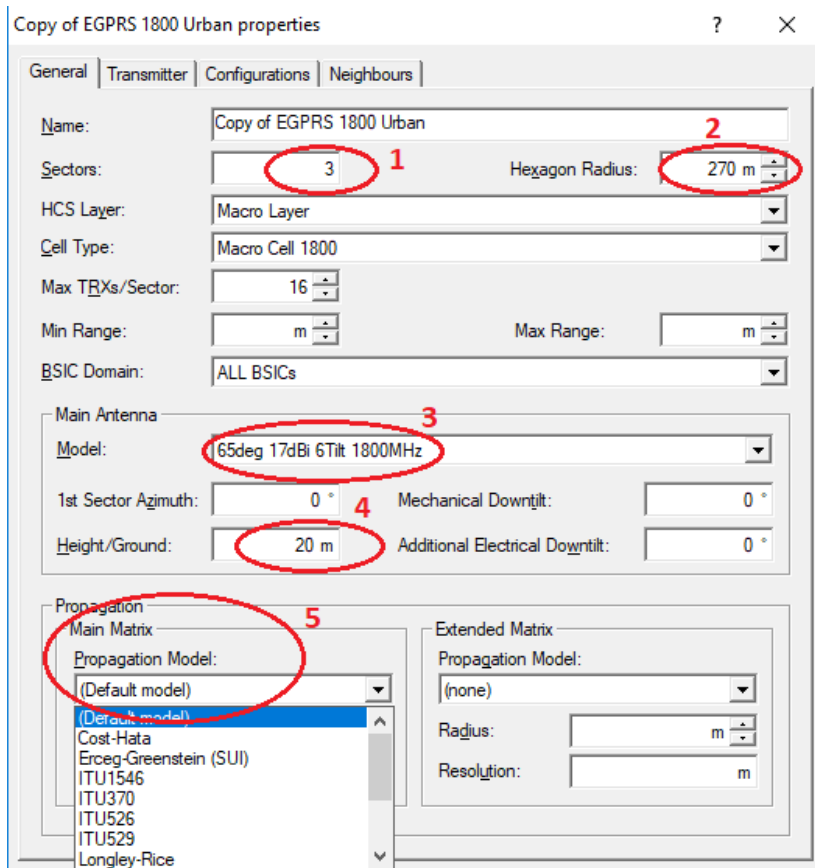


Рисунок 2.4 – Вікно налаштування параметрів БС

Наступним кроком після розташування базових станцій є моделювання покриття. Працюємо у вкладці «Data». Щоб програма виконала моделювання покриття, потрібно правою кнопкою миші натиснути на «Predictions» → «New» (рис. 2.5).

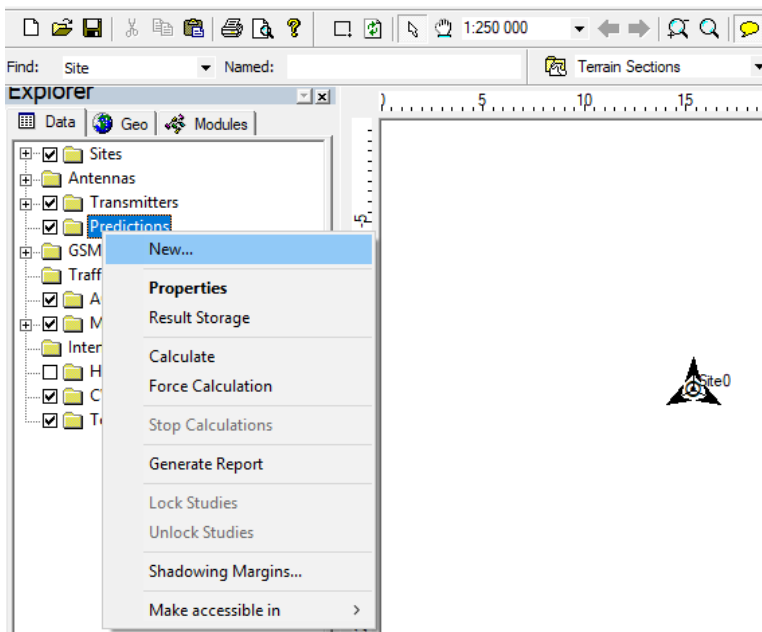
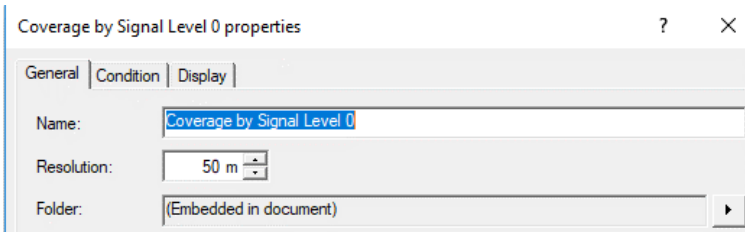


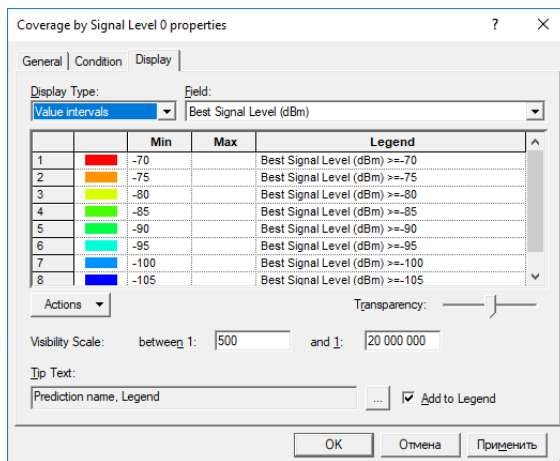
Рисунок 2.5 – Моделювання покриття, яке забезпечує БС

У вікні «Study Types», що з'явилося, вибираємо варіант «Coverage by Signal Level» та натискаємо «ОК». Після цього з'явиться вікно «Coverage by Signal Level 0 properties».

Переходимо на вкладку «General» та змінюємо роздільну здатність («Resolution»), що за замовчуванням дорівнює 50 м, на 2 м (2 m) (рис. 2.6,а). У вкладці «Display» можна подивитись, яким кольором буде відображатися на карті відповідний діапазон рівня сигналу в дБм. В Atoll за замовчуванням виставлений діапазон від -75 до -105 дБм (рис. 2.6,б), але за необхідності можна редагувати ці межі.



a)



б)

Рисунок 2.6 – Вікно конфігурації покриття – загальні параметри (а) та параметрами відображення (б)

Задайте зону моделювання. Для цього в закладці «Geo» в папці «Zones» потрібно правою кнопкою миші натиснути на «Computation zone» і в спливаючому меню вибрати варіант «Draw». Після цього окреслити зону навколо базової станції.

Після встановлення всіх параметрів в закладці «Data» в папці «Predication» потрібно правою кнопкою миші натиснути на «Coverage by Signal Level» і в спливаючому меню вибрати варіант «Calculate». Почнеться розрахунок покриття, який триває кілька секунд, після чого на карті з'явиться результат моделювання у вигляді кольорових рівнів сигналу навколо БС (рис. 2.7).

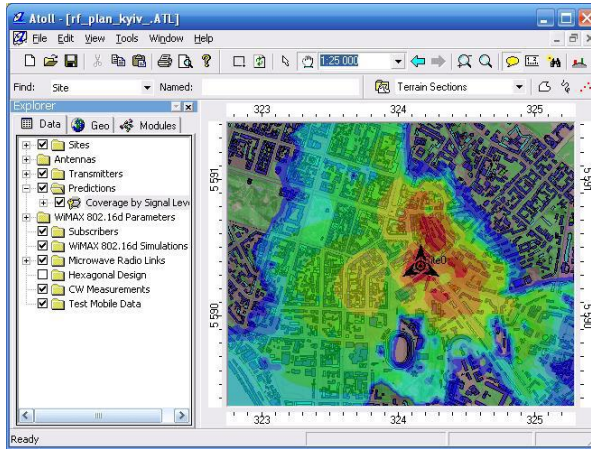


Рисунок 2.7 – Результат моделювання рівнів сигналу від БС

Щоб у робочому вікні поряд з картою покриття відображалася відповідність кожному кольору рівня сигналу, потрібно додати так звану легенду – «View» → «Legend Window». Результат приведено на рис. 2.8.

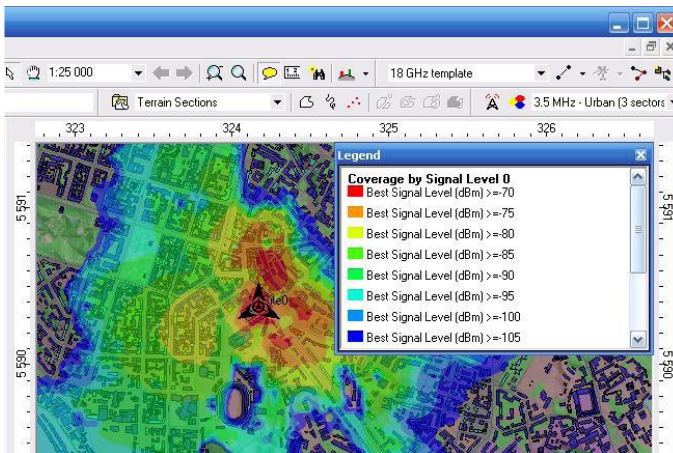
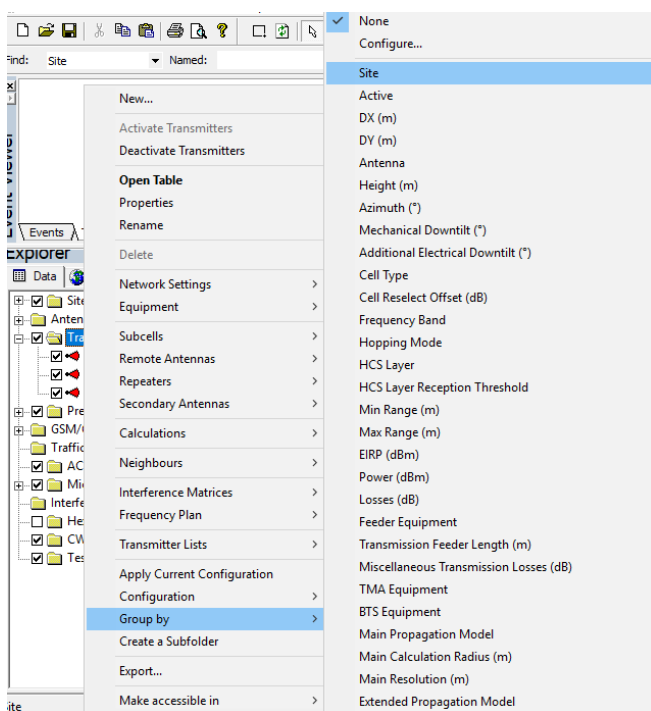


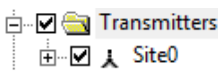
Рисунок 2.8 – Легенда рівнів сигналу

Важливим моментом в моделюванні покриття є конфігурація передавачів БС. Налаштування передавачів

здійснюється у вкладці «Data» → «Transmitters». Спочатку кожен передавач (сектор) БС там позначений окремо, наприклад Site0_1 – перший передатчик БС №0, Site1_3 – третій передатчик БС №1 і т. д. (site – те ж саме, що й базова станція). Оскільки БС на території може бути більше 10, конфігурувати кожен сектор незручно і нераціонально. Доцільніше об’єднати передавачі окремої БС в одну групу – як це зробити, наведено на рис. 2.9, і прописувати параметри уже для всієї групи.



a)



б)

Рисунок 2.9 – Об’єднання передавачів БС (а) та вигляд об’єднаних в одну групу передавачів (б)

Тепер можна конфігурувати всю БС. Для цього натискаємо правою кнопкою миші на «Transmitters» і вибираємо варіант «Properties».

Після виклику цього варіанту з'явиться вікно «Transmitters properties». Вкладка «Station Templates» призначена для редагування параметрів БС всієї групи. На вкладці «Propagation» в основному встановлюють модель поширення радіохвиль (рис. 2.10).

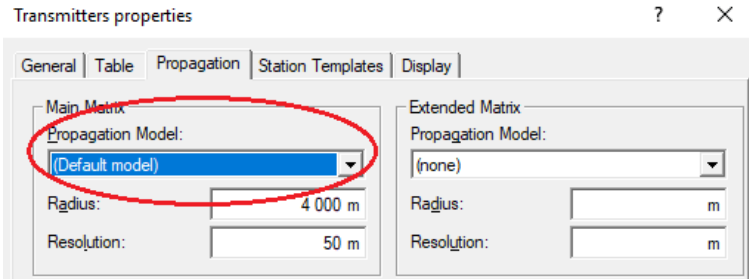


Рисунок 2.10 – Вибір моделі поширення радіохвиль для групи передавачів БС

Вкладку «Display» використовують тоді, коли потрібно змодельовати покриття за кожним передавачем (сектором БС). Для створення такого типу покриття у вкладці «Display» (вікна «Transmitters properties») вибираємо «Display type» – Automatic (рис. 2.11) та натискаємо «ОК» внизу вікна.

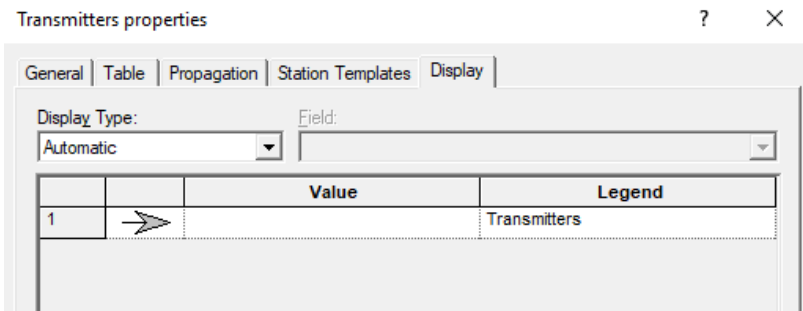


Рисунок 2.11 – Закладка «Display» вікна «Transmitters

properties»

Після цього моделюємо нове покриття: натискаємо правою кнопкою миші на папку «Predication» (зкладка «Data») → «New» і в вікні «Study Type» обираємо «Coverage by Transmitter» (рис. 2.12) та натискаємо «OK».

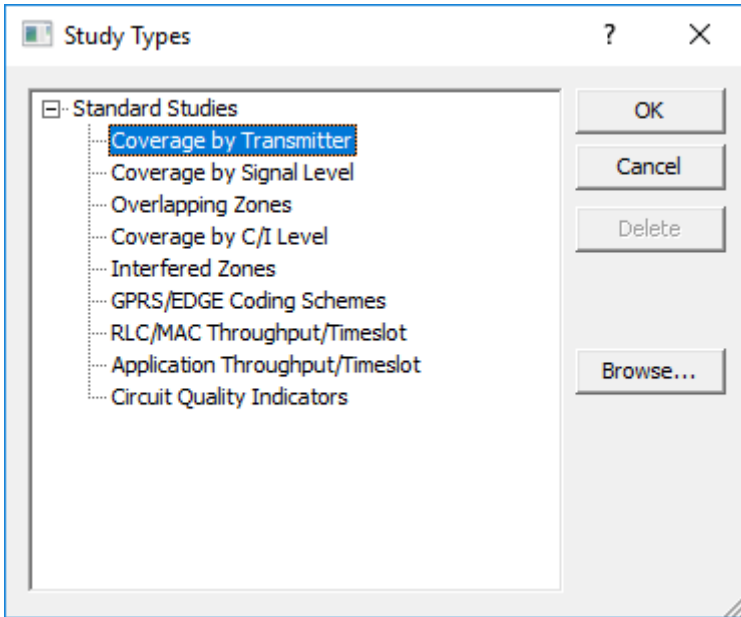


Рисунок 2.12 – Моделювання покриття за секторами БС

З'явиться вікно «Coverage by Transmitter 0 properties», в якому потрібно у вкладці «General» змінити роздільну здатність (Resolution) на меншу (підходить 2 м) та натиснути «OK».

Після виконання описаних кроків в папці «Predication» (вікно «Explorer», вкладка «Data») з'явиться нове не обчислене покриття – вікно «Coverage by Transmitter 0» (рис. 2.13). Далі виконуємо уже відому процедуру – правою кнопкою миші натискаємо на «Coverage by Transmitter 0» і в спливаючому меню вибираємо варіант «Calculate».

Результат моделювання покриття за секторами БС

показано на рис. 2.14.

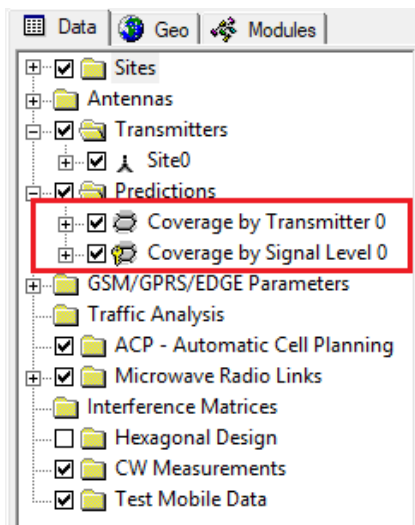


Рисунок 2.13 – Поява нового покриття в «Predication»

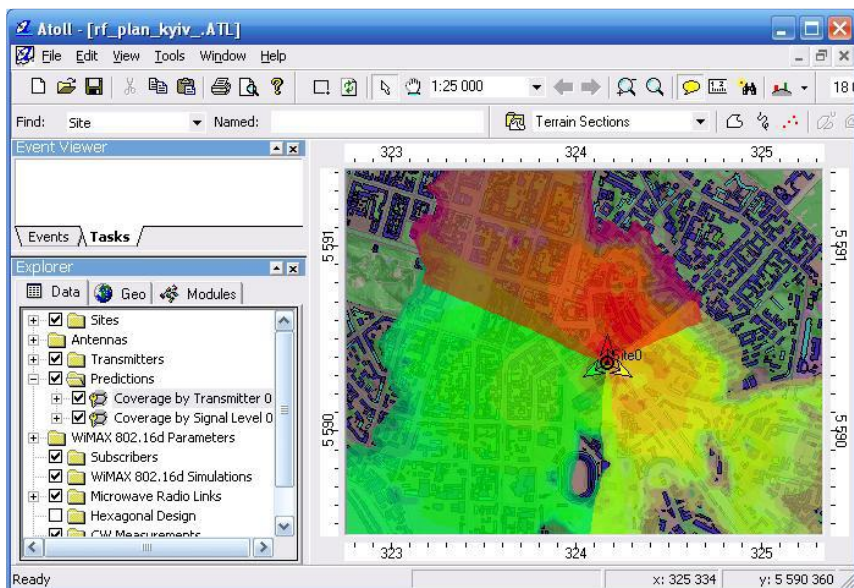


Рисунок 2.14 – Результат моделювання покриття за секторами БС

2.3. Завдання на лабораторну роботу

Створити проект в програмі Atoll, вибравши як технологію радіо покриття GSM/GPRS/EGPRS. Завантажити в нього цифрові карти місцевості відповідно

до варіанту завдання:

- 1 варіант: м. Берн;
- 2 варіант: м. Торонто;
- 2 варіант: м. Нью-Йорк.

Розташувати базову станцію в обраному місці, задати тип БС з трьома секторами. Варіанти використовуємо у першому експерименті БС GSM 1800, а у другому – БС GSM 900. Змоделювати радіопокриття, що створюється БС. Почергово змінюючи висоту підвісу антени БС та потужність передавача БС, повторити моделювання радіопокриття. Пояснити зміни, що спостерігаються. Обравши місце розташування іншої БС, задати тип БС з одним сектором. Змоделювати радіопокриття, що створюється такою БС.

2.4. Порядок виконання роботи

1. Створити проект в програмі Atoll, вибравши як технологію радіопокриття GSM/GPRS/EGPRS.

2. Імпортувати в проект цифрові карти місцевості - карти висот рельєфу та забудови, карти об'єктів-перешкод, інші векторні карти місцевості.

3. Розташувати базову станцію в обраному місці, задати тип БС з трьома секторами. Перейшовши до вікна конфігурації БС (див. рис. 2.3), створити нову конфігурацію, натиснувши «Add». Задати висоту підвісу антени (5 м) та обрати модель антени, що відповідає завданню.

4. Змоделювати радіопокриття БС за рівнем сигналу, як показано на рис. 2.7 та 2.8.

5. Змінити для кожного сектора висоту підвісу антени БС на 10 м. Змоделювати радіопокриття БС за рівнем сигналу.

Відзначити вплив висоти підвісу антени БС на покриття.

6. Зменшити для кожного сектора потужність передавача БС на 10 дБм. Змодельовати радіопокриття БС за рівнем сигналу. Відзначити вплив потужності передавача БС на покриття.

7. Об'єднавши передавачі БС у групу (див. рис. 2.9), виконати моделювання радіопокриття, що створюється окремими секторами даної БС.

8. Обравши місце розташування іншої БС, задати тип БС з одним сектором. Перейшовши до вікна конфігурації БС, створити нову конфігурацію, натиснувши «Add». Задати висоту підвісу антени (5 м) та обрати модель антени, що відповідає завданню.

9. Змодельовати радіопокриття, що створюється БС з одним сектором.

10. Використовуючи інформацію про антени з вкладки «Data» → «Antennas», замалювати діаграми направленості використаних двох антен. Записати інші параметри: частотний діапазон, виробника, коефіцієнт підсилення, величину нахилу антени у вертикальній площині.

2.5. Зміст звіту

1. Номер та тема роботи на титульному аркуші.
2. Мета роботи та порядок виконання роботи на наступному аркуші.
3. Результати виконання роботи: за п.3-6 – конфігурації БС та радіопокриття за рівнем сигналу; висновки за п.5-6; за п.7 – радіопокриття за окремими секторами даної БС; за п.8-9 – конфігурація БС та радіопокриття за рівнем сигналу; за п.10 – параметри використуваних антен.

2.6. Контрольні запитання

1. Що означають терміни urban, suburban та rural в шаблонах БС?
2. Які параметри БС можна змінювати у вікні конфігурації?

3. Як виконати моделювання радіопокриття за рівнем сигналу? А за окремими секторами БС?

4. Як змінюється площа радіопокриття в результаті збільшення висоти підвісу антени БС та зменшення потужності передавачів кожного сектору БС?

5. Якщо БС розташована на даху чи фасаді будинку, як обчислюється висота антени БС відносно поверхні землі в кожному з цих випадків?

6. Чим відрізняються дві антени, описані нижче: 65deg 17dBi 6Tilt 1800MHz та 30deg 18dBi 0Tilt 1800MHz?

ЛАБОРАТОРНА РОБОТА 3. ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ ПОШИРЕННЯ РАДІОХВИЛЬ В ATOLL

3.1. Мета роботи.

Отримати навички налаштування моделей поширення радіохвиль (ПРХ) для моделювання радіопокриття в програмі Atoll; з'ясувати призначення та особливості застосування моделей ПРХ, описаних в програмі.

3.2. Теоретичні відомості

В попередніх лабораторних роботах моделювання радіопокриття базових станцій здійснювалося для моделей ПРХ, які визначалися програмою за замовчуванням. Насправді необхідно перед початком моделювання вказати модель, яка найбільше відповідає вимогам системи зв'язку та початковим умовам проекту.

Програма Atoll використовує 11 моделей ПРХ, які відповідають широкому спектру безпроводових телекомунікаційних систем різного призначення – від наземних та морських рухомих служб, які працюють в діапазонах частот нижче 400 МГц, до мікрохвильових ліній зв'язку (РРЛ), що використовують частоти до 10000 – 18000 МГц, з рухомими та фіксованими (нерухомими) абонентськими приймачами. Перелік моделей ПРХ для програми Atoll з особливостями їх застосування наведено в табл. 3.1.

Слід звернути увагу на такі особливості моделей:

- деякі моделі описують втрати лише для нерухомих (фіксованих) абонентських приймачів;
- більшість моделей для розрахунку величини втрат використовує як профіль місцевості (тобто інформацію, отриману з карти висот – DTM), так і інформацію про тип перешкод на місцевості (clutter);
- багато моделей може враховувати дифракцію радіохвиль на шляху від передавача до приймача.

Таблиця 3.1 – Моделі ПРХ, які застосовують в Atoll

Модель ПРХ	Частотний діапазон	Дані, що беруться до уваги	Рекомендоване застосування
LongLey-Rice (теоретична)	~ 40 МГц	- Профіль місцевості	- Рівнинні області - Дуже низькі частоти
ITU 370-7 Vienna 93	100-400 МГц	- Профіль місцевості	- Значні відстані {d > 10 км) - Низькі частоти
ГШ 1546	30 - 3000 МГц	- Профіль місцевості	1 < d < 1000 км >Радіомовлення >Наземні та морські рухомі служок
Пи 526-5 (теоретична)	30- 10000 МГц	- Профіль місцевості	- Фіксовані приймачі
WLL	30-10000 МГц	-Профіль місцевості - Дифракція - детерміновані перешкоди	- Фіксовані приймачі: >Мікрохвильові лінії >WiMAX
Okumura - Hata	150 -1000 МГц	-Профіль місцевості - Дифракція - статистичні перешкоди (на стороні приймача)	1 < d < 20 км >GSM 900 > CDMA2000 >LTE
Coct-Hata	1500 - 2000 МГц	-Профіль місцевості - Дифракція - статистичні перешкоди (на стороні приймача)	1 < d < 20 км > GSM 1800 >UiiiS >LTE

Модель ПРХ	Частотний діапазон	Дані, що беруться до уваги	Рекомендоване застосування
ITU 529-3	300-1500 МГц	- Профіль місцевості - Дифракція - статистичні перешкоди (на стороні приймача)	l < d < 100 км > GSM 900 > CDMA2000 > LTE
Standard Propagation Model	150-3500 МГц	- Профіль місцевості - Дифракція - статистичні перешкоди	l < d - 20 км > GSM900 > GSM 1800 > UNITS > CDMA2000 > WiMAX > LTE (доступне автоматичне калібрування моделі)
Erceg-Greenstein (SUD	1900 - 6000 МГц	- Профіль місцевості - Дифракція - статистичні перешкоди (на стороні приймача)	- Міські і приміські області, 100 м d < S км > Фіксований WiMAX
Sakagami Extended	3000 - 5000 МГц	- Профіль місцевості - Дифракція - статистичні перешкоди	l < d < 20 км > WiMAX (доступне автоматичне калібрування моделі)

Докладна інформація про розрахунок величини втрат та врахування дифракції для наведених в табл. 3.1 моделей ПРХ наведена в файлі *Technical_Reference_Guide_E6.pdf* (с. 82-108).

Щоб в програмі Atoll задати модель ПРХ, яка буде використовуватись для всього проекту в цілому, необхідно у

вікні «Explorer» обрати вкладку «Data», там клацнути правою кнопкою миші на опції «Predictions» → «Properties».

З'явиться вікно, показане на рис. 3.1, де у вкладці Predictions треба вказати модель ПРХ, яка буде застосована до всього проекту за замовчуванням.

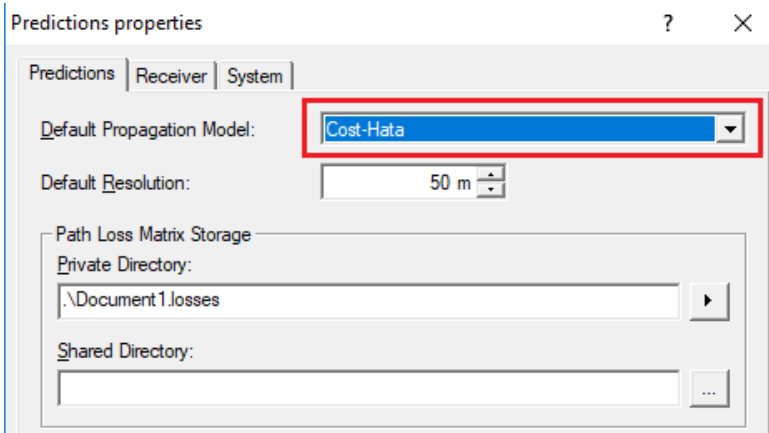


Рисунок 3.1 – Налаштування моделі ПРХ для всього проекту

Вказавши модель ПРХ для всього проекту, можна призначити відповідну модель для всіх передавачів в проекті, як показано рис. 3.2. Для цього у вкладці «Data» клацнути правою кнопкою миші на опції «Transmitters» → «Properties» та вказати як модель поширення Default Model, тобто встановлену за замовчуванням для всього проекту.

Можна призначити модель ПРХ для групи передавачів окремої БС (рис. 3.3). Для цього треба згрупувати передавачі за певною ознакою, наприклад, за сайтом – у вкладці «Data» клацнути правою кнопкою миші на опції «Transmitters» → «Group by» → «Site», потім обрати потрібний сайт, клацнути на ньому правою кнопкою миші та обрати «Open Table», відшукати стовпчик «Main Propagation Model» і обрати потрібну модель для кожного передавача.

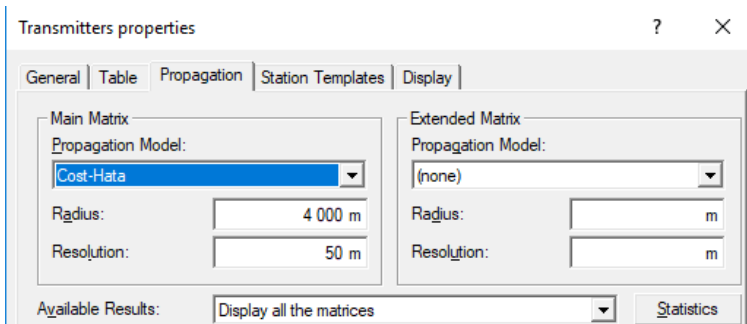


Рисунок 3.2 – Встановлення моделі ПРХ для всіх передавачів проекту

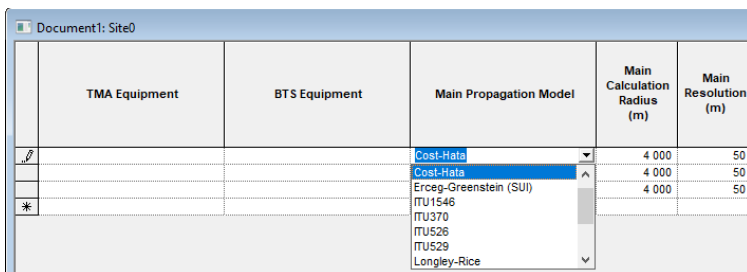


Рисунок 3.3 – Встановлення моделі ПРХ для групи передавачів однієї БС

Важливо! Роздільну здатність матриці втрат (Resolution) потрібно задавати лише під час створення нового покриття («Predictions» → «New» → «Coverage by Signal Level» → «Properties») (рис. 3.4).

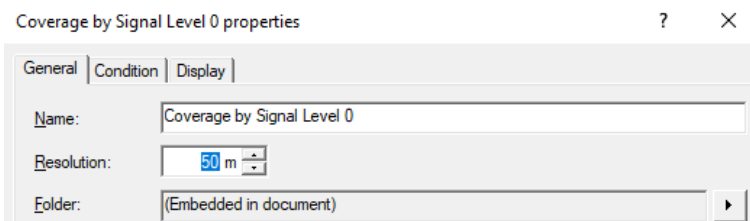


Рисунок 3.4 – Налаштування роздільної здатності

матриці втрат

Параметри моделі, яка буде використовуватись для моделювання покриття, можна змінювати. Для цього треба у вікні «Explorer» обрати вкладку «Modules» та клацнути двічі на потрібній моделі. З'явиться вікно властивостей моделі (рис. 3.5).

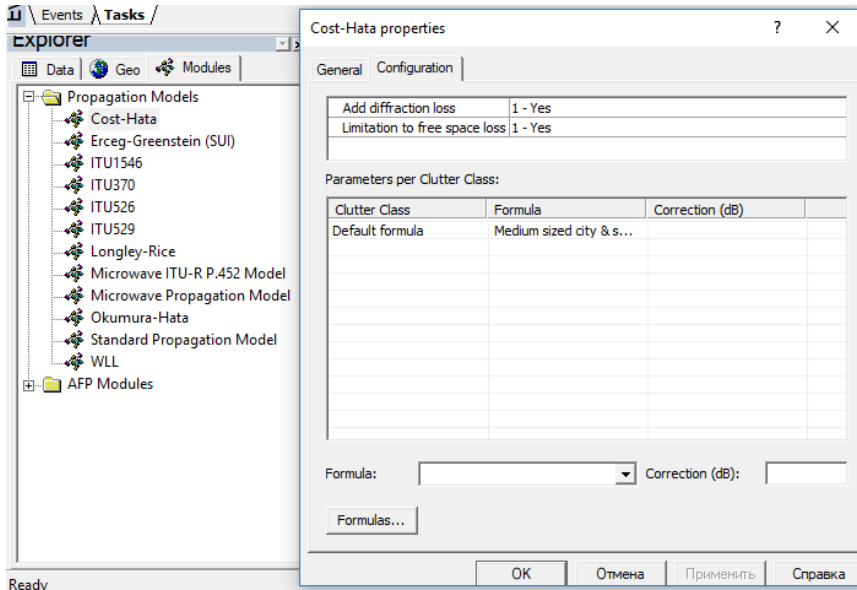


Рисунок 3.5 – Вікно властивостей моделі

В ньому можна вказати формулу, яка буде використовуватись за замовчуванням для цієї моделі (4), а також переглянути і за необхідності відредагувати закладені в модель вирази (5).

Важливо! Оскільки більшість моделей для розрахунку величини втрат використовує як інформацію, отриману з карти висот – DTM, так і інформацію про тип перешкод на місцевості (clutter), рекомендовано завантажувати окрім карти висот рельєфу *height.grd*, ще й карту перешкод та шумів *clutter.grc*.

3.3. Завдання на лабораторну роботу

Дослідити особливості застосування моделей ПРХ для моделювання радіопокриття. Змоделювати радіопокриття, використовуючи моделі, наведені в табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Початкові дані до лабораторної роботи

Бригада №	Система	Місто	Модель
1	GSM 1800	Торонто	Standard Propagation Model
	GSM 900	Берн	Cost-Hata
2	GSM 1800	Нью-Йорк	Okumura-Hata
	GSM 900	Берн	ITU 529-3
3	GSM 1800	Берн	ITU 529-3
	GSM 900	Нью-Йорк	Standard Propagation Model
4	GSM 1800	Берн	Cost-Hata
	GSM 900	Торонто	Okumura-Hata

Для цього встановити модель ПРХ для всього проекту в цілому та для всіх передавачів у проекті. Задати у властивостях моделі формулу, яка буде використовуватись за замовчуванням для цієї моделі та відповідатиме характеру місцевості відповідно до варіанту.

Проаналізувати статистику покриття та зробити висновки про характер розподілу рівнів сигналу на заданій території, отриманий за допомогою Моделі.

Змінити формулу за замовчуванням на таку, яка не відповідає заданому характеру місцевості, вказавши, наприклад, формулу для відкритої місцевості (rural) або щільної міської забудови (dense urban) тощо. Спостерігати зміни у розподілі рівнів сигналу. Зробити відповідні висновки.

3.4. Порядок виконання роботи

1. Відкрити в проекті Atoll карту зазначеної місцевості.

2. Додати до проекту карту перешкод та шумів clutter.grc.
3. Розставити декілька базових станцій. Встановити для усього проекту в цілому та для всіх передавачів у проекті модель ПРХ, що відповідає Моделі (див. рис. 4.41 та 4.42).
4. Задати у властивостях моделі формулу, яка буде використовуватись за замовчуванням для Моделі та відповідатиме характеру місцевості відповідно до варіанту, виконавши послідовно кроки, наведені на рис. 3.5.
5. Змоделювати радіопокриття за рівнем сигналу (Coverage by Signal Level), використовуючи Моделю, та викликати статистику радіопокриття за допомогою гістограми (Coverage by Signal Level →Histogram).
6. Проаналізувати статистику покриття за рівнем сигналу для Моделей, зробити висновки про характер розподілу рівнів сигналу на заданій території, отриманий за допомогою цих моделей.
7. Змінити формулу за замовчуванням на таку, яка не відповідає заданому характеру місцевості, вказавши, наприклад, формулу для відкритої місцевості (rural) або щільної міської забудови (dense urban) тощо. Спостерігати зміни у розподілі рівнів сигналу.

3.5. Зміст звіту

1. Номер та тема роботи на титульному аркуші.
2. Мета роботи та порядок виконання роботи на наступному аркуші.
3. Результати виконання роботи: за п.3-4 – скріншоти, що підтверджують налаштування Моделі; за п.5 – карта покриття та статистика покриття за рівнем сигналу, отримані за допомогою Моделі; за п.6 – висновки про характер розподілу рівнів сигналу на заданій території, отриманий за допомогою Моделей; за п.7 – скріншоти, що підтверджують зміну формули за замовчуванням, карта покриття та висновки про вплив зміни формули за замовчуванням на розподіл рівнів сигналу.

3.6. Контрольні запитання

1. Скільки моделей ПРХ використовує програма Atoll та які з цих моделей не можна застосувати для оцінки втрат в системах стільникового зв'язку?

2. Які моделі ПРХ можна використати для оцінювання втрат в системі GSM-900? В системі GSM-1800? Поясніть свою відповідь.

3. Інформацію з яких карт використовують моделі ПРХ для визначення величини втрат?

4. Що таке дифракція та яким чином це явище враховується під час визначення втрат в програмі Atoll?

5. Яку інформацію можна отримати з вікна властивостей моделі ПРХ?

6. Як відредагувати формулу, що описує модель ПРХ в програмі Atoll?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Навчальний практикум з кредитного модуля “Безпроводові телекомунікаційні системи – 2. Системи та засоби зв’язку з рухомими об’єктами“. Методичні рекомендації до проведення практичних занять та виконання лабораторних робіт для студентів усіх форм навчання за напрямом підготовки 6.050903 “Телекомунікації” / Укл. В.Г. Абакумов, П.В. Попович, К.О. Трапезон. – К.: Аверс, 2013. – 146 с.

Навчальне видання

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання лабораторних робіт
із дисципліни «Системи мобільного зв'язку»
для студентів спеціальності
172 Телекомунікації та радіотехніка
денної форми навчання

Відповідальний за випуск А. С. Опанасюк
Редактор А. С. Опанасюк
Комп'ютерне верстання В. В. Гриненка

Формат 60x84/16. Ум. друк. арк. 3,26 Обл.-вид. арк. 3,14

Видавець і виготовлювач
Сумський державний університет,
вул. Римського-Корсакова, 2, м. Суми, 40007
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3062 від 17.12.2007.