

УДК 621.371.001.57(075.8)+004.42(075.8)

ББК 32.841я73

К443

*Печатается по решению кафедры антенн и радиопередающих устройств
Института радиотехнических систем и управления Южного
федерального университета (протокол №12 от 27.01.2017 г.)*

Рецензенты:

доктор технических наук, заведующий кафедрой антенн и
радиопередающих устройств Института радиотехнических систем
и управления Южного федерального университета *Ю. В. Юханов*

кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник
научно-конструкторского бюро вычислительных систем *С. Г. Грищенко*

Кисель, Н. Н.

К443 Моделирование распространения радиоволн в пакете Wireless
InSite : учебное пособие / Н. Н. Кисель ; Южный федеральный уни-
верситет. – Ростов-на-Дону ; Таганрог : Издательство Южного феде-
рального университета, 2018. – 107 с.

ISBN 978-5-9275-2698-7

Учебное пособие посвящено вопросам моделирования распространения ра-
диоволн с учетом рельефа местности с использованием программы Wireless
InSite. Методы моделирования и особенности использования программы для рас-
чета ослабления сигналов внутри и снаружи помещения. Материал пособия со-
ответствует программе учебного курса «Электромагнитная совместимость ра-
диоэлектронных средств», «Основы компьютерного моделирования», «САПР
СВЧ».

Пособие предназначено для студентов, обучающихся по направлениям
11.03.01, 11.03.02, 11.04.01, 11.04.02, 11.05.01 при изучении учебного курса учеб-
ного курса «Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и си-
стем», «Основы компьютерного моделирования», «САПР СВЧ».

УДК 621.371.001.57(075.8)+004.42(075.8)

ББК 32.841я73

ISBN 978-5-9275-2698-7

© Южный федеральный университет, 2018

© Кисель Н. Н., 2018

© Оформление. Макет. Издательство

Южного федерального университета, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	5
1. ЗАМИРАНИЯ В КАНАЛАХ СВЯЗИ	9
1.1. Крупномасштабные замирания	11
1.2. Мелкомасштабные замирания	12
1.3. Оценка моделей распространения ЭМВ при проектировании мобильной связи в условиях города	12
2. МЕТОДЫ РАСЧЕТА РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН В ГОРОДЕ.....	16
2.1. Принципы и методы анализа распространения электромагнитных волн в городе, основные допущения	16
2.2. Особенности применения методов ГО и ГТД к расчету распространения электромагнитных волн в городе	18
2.2.1. Расчет ЭМ поля в приближении ГО однородных сред	18
2.2.2. Расчет электромагнитного поля в приближении ГТД.....	19
2.3. Алгоритмы расчета суммарного электромагнитного поля при распространении электромагнитных волн в городе	21
3. ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫЕ ПОМЕХИ ПРИ МНОГОЛУЧЕВОМ РАСПРОСТРАНЕНИИ РАДИОВОЛН	23
3.1. Причины возникновения интерференционных помех	23
3.2. Методы снижения влияния интерференционных помех	24
3.2.1. Пространственное разнесение	25
3.2.2. Угловое разнесение (разнесение по направлению)	25
3.2.3. Поляризационное разнесение	26
4. ЭМПИРИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН	27
4.1. Модель Окамура	27
4.2. Модель Хата.....	30
4.3. Модель COST 231.....	31
4.4. Модель Ли	31
4.4.1. Модели Ли «area-to-area»	32
4.4.2. Модели Ли «point-to-point»	33
5. ТРАССИРОВКА ЛУЧЕЙ.....	34
6. МОЩНОСТЬ, РАДИУС ДЕЙСТВИЯ СИГНАЛА	36

7. МЕТОДЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОГРАММЫ «WIRELESS INSITE»	38
7.1. Описание URBAN CANYON MODEL	39
7.2. Метод FAST 3D URBAN MODEL	39
7.3. Модель свободного распространения	48
7.4. Модель Full 3D.....	49
7.5. Модель Vertical Plane	49
7.6. Эмпирические модели.....	50
7.7. Модель COST-НТА	50
7.8. Возможности и ограничения детерминированных методов расчета радиотрасс, реализованных в Wireless InSite.....	51
8. РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН ВНУТРИ ЗДАНИЙ И ПОМЕЩЕНИЙ	54
8.1. Условия и процессы распространения радиоволн внутри зданий.....	54
8.2. Методы моделирования каналов связи внутри зданий	60
8.2.1. Аналитическая модель	60
8.2.2. Эмпирическая модель	61
8.2.3. Физико-статистические модели	62
8.2.4. Сети WI-FI.....	63
9. РАСЧЁТ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛНЫ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ WIRELESS INSITE	67
9.1. Основные этапы создания проекта в среде Wireless InSite	67
9.2. Моделирование распространения радиоволн в городской среде с помощью программы Wireless InSite	82
9.3. Моделирование распространения радиоволн внутри помещения с помощью программы Wireless InSite	93
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	104
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	105