

Література

1. Антени телекомунікаційних і моніторингових систем / [Л. Я. Ільницький, Л. В. Сібрюк, П. В. Слободянюк, В. Г. Благодарний].— К., Укр-частотнагляд, 2012.— 240 с.

2. Fujimoto, K. *Mobile Antenna Systems* / K. Fujimoto, J. R. James.— Handbook.— Norwood: Artech House, 2008.— 710 p.

3. Слюсар, В. И. 60 лет теории электрически малых антенн. Некоторые итоги / В. И. Слюсар // *Электроника: НТВ*.— 2006.— № 6.— С. 10–19.

4. Wheeler, H. A. *Fundamental limitations of small antennas* / H. A. Wheeler // *Proceedings of the IRE*.— Dec. 1947.— P. 1479–1488.

5. Adams, R. C. *Evaluation of «Q» in an Electrically Small Antenna in Prolate Spheroidal Coordinates* / R. C. Adams, P. M. Hansen.— San Diego: Space and Naval Warfare Systems Center U. S. Navy, 2004.— 32 p.

6. Minh-Chau, T. *Numerical and Experimental Investigation of Planar Inverted-F Antennas for Wireless Communication Applications* / T. Minh-Chau, A. Huynh.— Blacksburg: Virginia Polytechnic Institute and State University, 2000.— 123 p.

7. Сайт програми CST Studio Suite [Електронний ресурс].— Режим доступу: <https://www.cst.com/Products/CSTMWS>.

8. Гончаренко, И. В. Программа моделирования антенн MMANA [Електронний ресурс] / И. В. Гончаренко.— Режим доступу: <http://rfanat.ru/s4/mmana.html>

9. Гончаренко, И. В. Компьютерное моделирование антенн. Все о программе MMANA / И. В. Гончаренко.— М.: РадиоСофт 2002.— 80 с.

10. Сайт, присвячений розробкам японського програміста Makoto Mori [Електронний ресурс].— Режим доступу: <http://hamsoft.ca>.

Рецензент: доктор техн. наук, професор В. А. Дружинін, Державний університет телекомунікацій, Київ.

В. И. Примаченко

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ АНТЕННЫ МОБИЛЬНОЙ СТАНЦИИ СОТОВОЙ СВЯЗИ

Проведено компьютерное моделирование работы антенны мобильной станции системы сотовой связи в программируемой среде MMANA. Показано, что данное имитационное моделирование позволило в автоматическом режиме установить размеры антенны, обеспечивающие наиболее эффективную ее работу.

Ключевые слова: мобильная станция; антенна; MMANA; имитационное моделирование.

V. I. Primachenko

MODELING OF OPERATION OF THE ANTENNA OF MOBILE STATION OF CELLULAR COMMUNICATION

Computer modeling of operation of the antenna of mobile station of system of cellular communication in the programmable MMANA environment is carried out. It is shown that imitating modeling of operation of the antenna of mobile station in the program MMANA environment allowed to establish the expedient sizes of the antenna which ensure its most effective functioning in the automatic mode.

Keywords: mobile station; antenna; MMANA; imitating modeling.

УДК 621.39

А. О. МОШЕНСЬКИЙ, канд. техн. наук, доцент, позивний сигнал UT5UUV,
Президент Київського міського радіоклубу

Науково-дослідна радіостанція Національного університету харчових технологій: антенна система

Описано сконструйований автором і упродовжений ним на базі Національного університету харчових технологій радіокомплекс багатоцільового (навчального, науково-дослідного та радіоспортивного) призначення, оснащений ефективною антенною системою в оригінальному авторському вирішенні та виконанні.

Ключові слова: науково-дослідна радіостанція; автономний режим роботи; КХ, УКХ антена.

Вступ

У Національному університеті харчових технологій на кафедрі ІС факультету АКС автор увів у дію колективну (клубну) радіостанцію власної конструкції з позивним сигналом UT4UYF [1]. Радіостанція використовується для проведення експериментів у галузі безпроводових інформаційних технологій [2]. Операторами радіостанції виступають не лише співробітники, аспіранти й студенти Університету. Більш того, науковці з інших навчальних закладів часто послуговуються обладнанням UT4UYF.

Сьогодні, у добу інтернету та стільникового зв'язку проблем комунікації, здавалося б, у світі майже не існує. Але лише незначну частину густонаселених регіонів нашої планети охоплено наземними сервісами сучасного пакетного передавання даних. Супутниковий зв'язок, безумовно, наднадійний, але далеко не завжди доступний за сіб спілкування, причому не лише з економічних причин.

Утім отримати свій власний надійний канал передавання даних на великі відстані без застосування ретрансляторів не так і важко. Користува-

чами цього зв'язку є особи військових професій, авіатори, мореплавці, радіюники-аматори [1].

У разі застосування мобільних засобів зв'язку дуже важливо ощадливо послуговуватись джерелами живлення, використовуючи малопотужні передавачі та якомога простіші й надійніші антенно-фідерні пристрої [3; 4].

Вочевидь, прогнозування умов зв'язку та коригування сеансів — завдання далеко не другорядне, що потребує, насамперед, у реальному часі проведення замірів для визначення стану каналу зв'язку. Точніше кажучи, ідеться про організацію пробних сеансів із якомога меншими витратами, але повним документуванням і ретельною обробкою статистичних даних.

Із міркувань ощадливості без втрат для вірогідності передавання є сенс, як показує практика, покласти на радіоаматорську службу [4–6]. До речі, автор отримує необхідні дані про якість радіоканалів саме завдяки цій службі, із використанням власної радіостанції UT5UUUV [7]. Як результат — успішно захищена робота на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук, а також постійна допомога багатьом аспірантам і здобувачам.

Оскільки графік роботи Університету не дозволяє цілодобового перебування на радіостанції, раціональним вирішенням стало дистанційне керування всім радіокомплексом із упровадженням автоматичного автономного режиму роботи.

Основна частина

Презентований радіокомплекс складається з апаратної та програмної частин. Побудовано його на базі ПК із відповідним спеціалізованим і мережним програмним забезпеченням, а також чотирьох радіомодулів з антенами.

Кожний із модулів під'єднано до антени свого діапазону та контролера керування — ПК (рис. 1.)

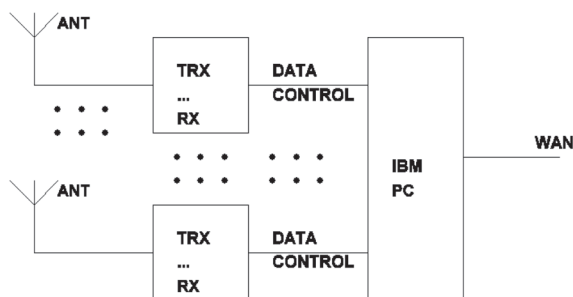


Рис. 1. Узагальнена схема радіокомплексу

Нині лише один із чотирьох радіомодулів є приймачем-передавачем. Решта (три верхні модулі) працюють у КХ діапазоні (2 SDR приймачі та один супергетеродинний приймач-передавач. Нижній КХ-УКХ канал прийому охоплює досить широкую (від 24 до 1700 МГц) смугу частот. Експерименти з УКХ антенами поки що призупинилися на етапі дослідження аперіодичної дискоконусної антени. Сподіваюсь, цю роботу буде поновлено.

Анени, що працюють у КХ діапазоні, мають значні розміри. Тому було вирішено використати комбіновану антену на три КХ діапазони в комплексі з відокремлювальними дуплексними фільтрами. Конструкція цієї антени має блискавкозахист. Точніше кажучи, гальванічно розв'язана через радіочастотні трансформатори. Для забезпечення багаточастотного режиму застосовано резонансну дипольну антену зі зміщеною точкою живлення. Результати моделювання параметрів антени в програмі MMANA (у ядрі MININEC) для реальної землі та висоти підвісу на рівні даху «А» корпусу по діапазонах 7; 14 і 28 МГц наведено на рис. 2, 3 і 4.

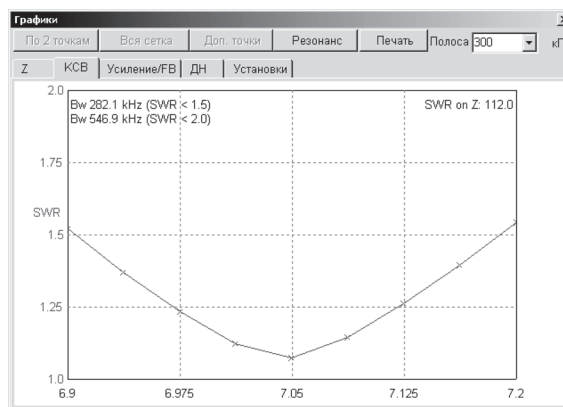


Рис. 2. Результат моделювання антени на частоті 7 МГц, узгодження

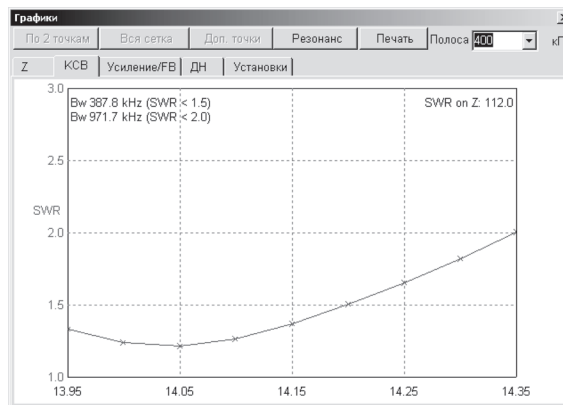


Рис. 3. Результат моделювання антени на частоті 14 МГц, узгодження

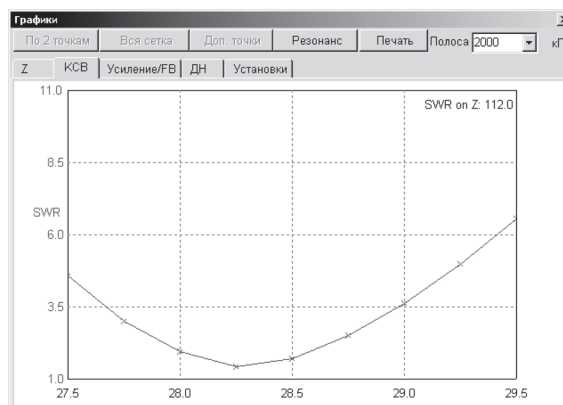


Рис. 4. Результат моделювання антени на частоті 28 МГц, узгодження

Для узгодження з фідером живлення, що має хвильовий опір 50 Ом, використано трансформатор 3:2, який дозволив привести 112-омну антену до стандартного опору. Конструкція цього трансформатора заслуговує на увагу з погляду надійності. Суцільне полотно антени тричі протягнуто через феритову трубку-поглинач — осердя трансформатора. Полотно антени становить первинну обмотку, а вторинна являє собою два витки дроту МГТФ, протягнені через ту саму трубку і припаяні до фідера. Знизу в літній період використовувався трансформатор з об'ємним витком і заземленим осердям, через який фідер підмикався до диплексора. Відношення витків цього трансформатора 1:1, а осердя — це два кільця з фериту проникності 1000 із зовнішнім діаметром 16 мм. Як розряджач із боку диплексора встановлено неонову лампу. Таким чином, маємо повну гальванічну розв'язку антени згори та знизу.

Як відомо, КХ антени потребують профілактики з урахуванням кліматичних умов. Параметри узгодження в трьох робочих діапазонах після профілактики взимку 2014-го було виміряно векторним аналізатором AA-200 (рис. 5, 6, 7). Можна помітити не повний збіг із результатами моделювання, наведеними на рис. 2–4. Передусім це зумовлено нерезонансною довжиною фідера живлення, але подовжувати легкий фідер типу RG-58 сенсу не було. На частотах 30 МГц він має чимале загасання, а при роботі обмотки як «сурогатного» вертикаль-

ного випромінювача на частоті 3,5 МГц виникають проблеми з індуктивністю бухти невикористаного фідера в помешканні.

Для розгалуження сигналу між радіомодулями вдало використано саморобний диплексор, що складається з послідовних діапазонних ланок. Діапазон 21 МГц з розглянутою антенною поки що не використовується. Ця антенна в зазначеному діапазоні працює, але має занадто високий коефіцієнт розузгодження. Результати моделювання диплексора, схему електричну принципову та номінали елементів наведено на рис. 8.

Варто наголосити, що презентована антенна система має досить широкі можливості. Так, у діапазоні 7 МГц працює автоматичний декодер [6], або автономний програмно-керований приймач. На частоті 14 МГц ведеться робота в активному режимі у WSPR.NET [8]. Є змога за участю оператора проводити сеанси радіозв'язку цифровими комп'ютерними модуляціями. На частоті 28 МГц, або в громадському «СіБі» діапазоні 27 МГц, ведуться спостереження за спорадичним поширенням або відбиттям від слідів метеорів. Четвертий УКХ та КХ канал, зазвичай, використовуються для спостереження за місцевими зв'язками на частоті 27; 136 ... 174; 400 ... 470 МГц, а також для спостереження за штучними супутниками, іноді для виявлення тропосферного чи спорадичного поширення радіохвиль у діапазонах 50 і 144 МГц.

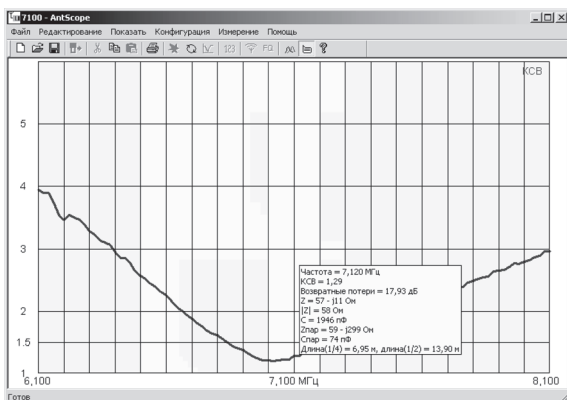


Рис. 5. Результат заміру узгодження антени на частоті 7 МГц

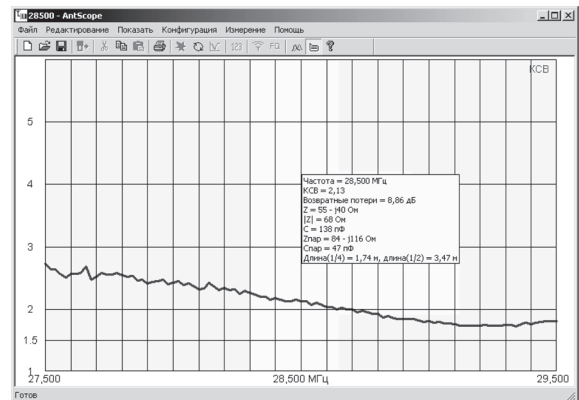


Рис. 7. Результат заміру узгодження антени на частоті 28 МГц

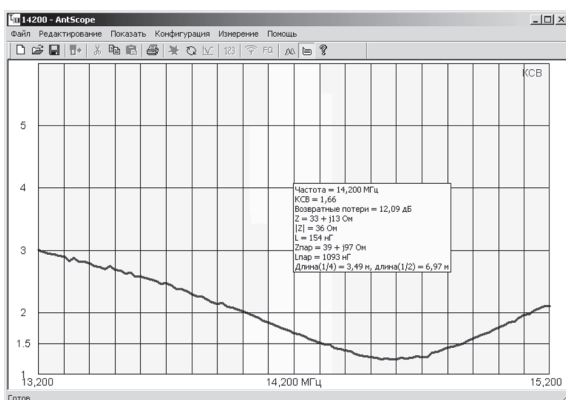


Рис. 6. Результат заміру узгодження антени на частоті 14 МГц

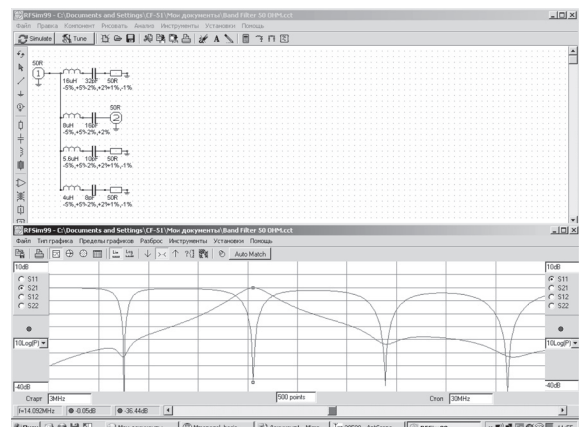


Рис. 8. Схема та моделювання дуплексного фільтра

Висновки

Презентована антенна система не лише малобюджетна, а й достатньо ефективна та безпечна завдяки блискавкозахисності та наявності диплексора. Маємо змогу забезпечувати одночасну роботу чотирьох радіомодулів протягом тривалого часу без фізичного втручання оператора. Можлива одночасна та без взаємного впливу робота чотирьох радіомодулів у КХ діапазоні або трьох радіомодулів у КХ і одного в УКХ діапазоні. Забезпечено синхронну роботу одного передавача з трьома приймачами на одну антену. Це дозволяє з максимальною ефективністю використовувати UT4UYF у наукових, дослідних та радіоспортивних цілях. Комплекс може місяцями працювати повністю автономно, наприклад під час літньої відпустки та канікул студентів.

Література

1. **UT4UYF** [Електронний ресурс].— Режим доступу: <http://www.qrz.com/db/UT4UYF>

2. **Мошенський, А. О.** Прогнозування умов радіозв'язку на основі комп'ютерної обробки даних під час змагань із радіозв'язку / А. О. Мошенський // *Наук. записки УНДІЗ.*— 2012.— № 1.— С. 227–236.

3. **Антенны УКВ и КВ** [Електронний ресурс].— Режим доступу: <http://www.dl2kq.de>

4. **Мошенський, А. О.** Методика отримання експериментальних даних поширення радіохвиль на іоносферних радіотраєкторіях / А. О. Мошенський, А. О. Кабанець, В. В. Пілінський // *Технічна електродинаміка. Тематичний випуск «Проблеми сучасної електротехніки».* Ч. 7.— К., 2006.— С. 125–128.

5. **Мошенський, А. О.** Прогнозування умов радіозв'язку на основі комп'ютерної обробки результатів спостережень / А. О. Мошенський // *Наук. записки УНДІЗ.*— 2011.— №2.— С. 69–75.

6. **Reversebeacon** [Електронний ресурс].— Режим доступу: <http://www.reversebeacon.net>

7. **UT5UUU** [Електронний ресурс].— Режим доступу: <http://www.qrz.com/db/UT5UUU>

8. **WSPR NET** [Електронний ресурс].— Режим доступу: <http://www.wsprnet.org>

Рецензент: канд. техн. наук, ст. наук. співробітник **Я. І. Торошанко**, Державний університет телекомунікацій, Київ.

А. А. Мошенский

**НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАДИОСТАНЦИЯ НАЦИОНАЛЬНОГО УНИВЕРСИТЕТА ПИЩЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ:
АНТЕННАЯ СИСТЕМА**

Описан сконструированный автором и внедренный им на базе Национального университета пищевых технологий радиокomплекс многоцелевого (учебного, научно-исследовательского и радиоспортивного) назначения, оборудованный эффективной антенной системой в оригинальном авторском решении и исполнении.

Ключевые слова: научно-исследовательская радиостанция; автономный режим работы; КВ, УКВ антенна.

A. Moshenskyy

RESEARCH NUFT RADIO STATION. ANTENNA SYSTEMS

The National University of Food Technologies Faculty at the Department of ICs ACS open by author collective (club) radio call signs of UT4UYF [1]. Radio stations introduced for experimentation in the field of information technology in the wireless communications [2].

Thus, the antenna system is presented in this article are the low-cost, efficient and safe due to light protection and diplexsor. We can simultaneous operation of four radio modules during a long time without a physical operator intervention. Radio can be conducted simultaneously and without mutual influence job in four radio module HF band, or three radio modules in HF and one in the UHF band. Same time operation of one transmitter with three receivers to one antenna is possible. This allows you to maximize UT4UYF in scientific, research and contesting purposes. The complex can operate fully autonomously for months, for example during summer vacation and holidays students.

Keywords: Research station; standalone mode; HF, VHF antenna.

ЗВ'ЯЗОК

Наукове видання

Редакційна обробка та коректура
О. П. Бондаренко, Т. В. Ількевич

Підписано до друку 01.02.2016 р.
Формат 60×84/8. Папір друкарський.
Гарнітура SchoolBookC, EuropeCond. Наклад 100 прим.

Комп'ютерна верстка та дизайн
Г. С. Тимченко, О. Ю. Апухтіна

Редакційно-видавничий центр
Державного університету телекомунікацій
03110, м. Київ, вул. Солом'янська, 7
Тел. 249-25-75
E-mail: zviaz-ok@ukr.net