

УДК 621.396.67

Бугрова Т.І.¹, Баранов В.А.²

¹ канд. техн. наук, доц. НУ "Запорізька політехніка"

² студ. гр. РТ-227сп

СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ МІКРОКЛІМАТОМ ТЕПЛИЦЬ ЗА ДОПОМОГОЮ СМАРТФОНУ

Автоматизація теплиць має на увазі під собою відстеження та управління кліматичними параметрами, які можна регулювати, що сприяє кращому росту рослин і підвищенню їх врожайності, а також зменшує витрати на ручну працю. В сільському господарстві IoT – це платформа, що дозволяє автоматизувати більшість аспектів діяльності, підвищуючи ефективність та фінансові показники на підприємстві. Новацією в галузі сільського господарства є розробка «розумних» теплиць. Пропонується поліпшити існуючі системи автоматичного керування мікрокліматом, додавши антену для поліпшення якості мобільного зв'язку та швидкості інтернету. Для цього застосовуватимемо модифіковану інверсну серветку Серпінського з метаматеріалами. Застосування цієї антени дозволить нам використовувати системи автоматичного керування мікрокліматом в віддалених місцевостях, де немає постійного доступу до мережі Інтернет, що спрощує вибір місця розташування теплиць. В якості блоку керування використовується мікроконтролер Arduino - платформа з відкритим вихідним кодом (рис. 1).

В процесі роботи над системою керування «розумною теплицею» розроблено конструкцію антени шляхом математичного моделювання в середовищі HFSS, розраховано амплітудно-фазовий розподіл електричного поля поверхнею серветки Серпінського та у підкладинці, розраховано діаграми спрямованості на різних частотах (GSM діапазон 0,89 ГГц - 0,96 ГГц; 1,71 ГГц - 1,88 ГГц; Wi-Fi діапазон 2,4 ГГц - 2,4835 ГГц; 5,18 ГГц - 5,24 ГГц; 5,745 ГГц - 5,825 ГГц) в 3D вигляді та в основних перерізах, розраховано ступінь узгодження антени з лініями живлення шляхом визначення вхідного опору антени (його реальної та уявної частини), модуля коефіцієнта відбиття та модуля коефіцієнта стоячої хвилі та виготовлено фізичний макет антени та досліджено коефіцієнт стоячої хвилі та діаграму спрямованості (ДС) шляхом виміру за допомогою автоматизованої установки дослідження ДС.

В якості елемента антени у вигляді моноблоку пропонується використовувати фрактальну модифіковану серветку Серпінського з метаматеріалом ENG типу (рис.1,б).

Особливості конструкції антени полягають в наступному. Вихідний елемент є рівнобічним трикутником. Його висота дорівнює чверті довжини хвилі середньої частоти робочого діапазону (1900...2200 МГц) і складає 167 мм. Сторона трикутника дорівнює 192.8 мм. Підкладинка антени - стеклотекстоліт марки FR4 з розмірами $190 \times 85 \times 1.5$ мм. Антена в складі конструкції має земляну плату – це металева пластина розмірами $190 \times 83.5 \times 1$ мм. На протилежному від основного (з серветкою) боці підкладинки нанесено метаструктуру. Антена живиться з кута трикутника, живлення здійснюється коаксіальним кабелем. Висота живлячого штиря 10 мм, його радіус - 0.9 мм. На рис.2 зображено результати моделювання антени середовищі HFSS та вимірювання ДС. Дослідження відбувалися в діапазоні частот від 1900 МГц до 2200 МГц.

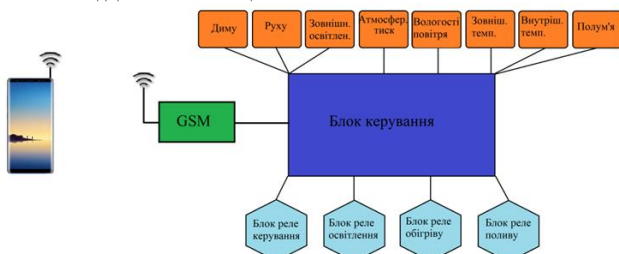
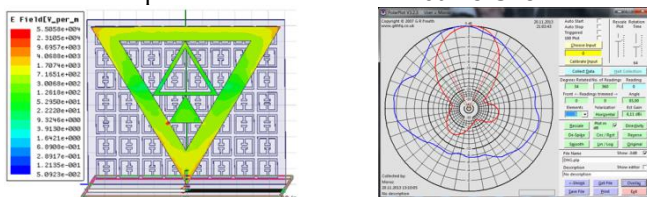


Рисунок 1– Структурна схема системи дистанційного керування мікрокліматом на основі Arduino Uno



а)

б)

Рисунок 2– Модифікована серветка: а–моделювання в середовищі HFSS; б–ДС (в повздовжній-синього кольору- і поперечній –червоного-площинах)

Виявлено гарну узгодженість вимірних та розрахункових даних з відносним відхиленням одне від одного не більше, ніж 9,2% у 2,7% експериментів і не більше, ніж 1,5-7% – у 97,3% досліджень. Коефіцієнт підсилення подібної антени складає близько 3,5...5,6 дБ.

Запропоноване наукове рішення актуальної проблеми сьогодення дозволяє більш, ніж вдвічі збільшити відстань до мобільного оператора без погіршення швидкості та якості керування теплицею зі смартфона.