

ЕВОЛЮЦІЯ АНТЕН МОБІЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ

Коваль В. П., студ. гр. РА-181

Науковий керівник: **Велігорський О. А.**, к.т.н., доцент
Національний університет «Чернігівська політехніка»

Антенa - це одна з частин мобільних пристроїв, основна функція якої – забезпечення зв'язку. Вони спрямовані на передачу електромагнітних хвиль від передавача та прийом у приймачі. З розвитком систем зв'язку антени набули функцію бути і передавальною і приймальною одночасно. Перші антени мобільних пристроїв були великі та громіздкі – **зовнішні** (або **штирові**) антени, їх можна було міняти, їх ефективність близька до 90%, що зменшувало втрати енергії в антенній системі, але зовнішні антени, через свою конструкцію, випромінювали сигнал рівномірно на всі сторони, включаючи й голову людини, яка здійснює дзвінок [1,2].

Через низку недоліків зовнішні антени перестали користуватися попитом. Виробники вийшли з ситуації та винайшли **внутрішні** антени [3] – сховані в корпусі мобільного пристрою, їх стали виробляти у вигляді друкованих плат, для кожного пристрою необхідно було розробляти окрему антену (що спочатку здавалося важким, але в подальшому не складало складнощів); на відміну від зовнішніх антен, внутрішні, через діаграму направленості такої антени, направляли випромінювання завжди від голови людини. Крім того, телефон стає компактним, відкривається свобода модифікацій антенних систем. На рис. 1. приведені приклади наведених антен.



Рисунок 1 – Антени мобільних пристроїв: зовнішні (а), внутрішні (б)

Розмір та вигляд антени впливає на частоти, з якими вона може працювати. Виробники сучасних смартфонів намагаються зробити антену широкосмуговою для всіх технологій бездротової зв'язку: LTE, Wi-Fi, GPS, LTE та Bluetooth.

Первинна сотова антена є основною в мобільному пристрою, вона має як низькочастотну смугу (700-960 МГц), так і широкосмугову (1710-2700 МГц). Більшість сучасних смартфонів підтримує таку комбінацію частот та піддіапазонів: 1) GSM (2G) - GSM850 (824-894 MHz), GSM900 (890-960), DCS (1710-1880 MHz), PCS (1850-1990); 2) UMTS (3G) - 5 полоса (824-894), 8 полоса (890-960), 4 полоса (1710-1880), 2 полоса (1850-1990), 1 полоса (1922-2170); 3) LTE (4G) - 17 полоса (704-746), 13 полоса (746-790), 7 полоса (2500-2690).

В сучасних мобільних телефонах використовуються антени, ефективність яких складає від 30 до 65% в ідеальних умовах [3]. Під ефективністю мають на увазі відношення енергії, що випромінюється до підведеної електричної енергії. За цим показником антени сотових телефонів суттєво поступаються першим штировим антенам, ефективність яких досягала 90%.

Варто відзначити, що в діапазоні частот базової станції (890.2-914.8 МГц) при зміні положення антени хоча б на декілька сантиметрів рівень сигналу може змінюватися на 20-30 дБ. Чутливість мобільного пристрою залежить від його «начинки», або висока чутливість

приймача, або висока потужність передавача, адже їх потрібно комутувати в одній антені. Якщо прикрити антену рукою, то чутливість зміниться мінімум на 4-5 дБ, що в зонах нестабільного зв'язку є дуже відчутним. Ще однією проблемою, яку необхідно вирішувати, є забезпечення роботи у кількох діапазонах частот, які були зазначені вище. У більшості випадків це призводить до того, що виробники використовують кілька антен, кожна з яких налаштована на власний частотний діапазон.

У сучасних смартфонах розташування антени є важливою та складною задачею, так як первинна, вторинна, антена GPS, антена Wi-Fi та антена NFC не повинні викликати перешкод в роботі інших антен. Кожен металевий компонент, каркас, та кожна друкована плата смартфона впливає на сигнал, що передається. Задля того, щоб металевий корпус телефону не заважав стабільному проходженню сигналу виробники або інтегрують антену в його конструкцію, або змінюють склад корпусу в місці близькому до антени.

У зв'язку з початком розгортання сучасних мереж зв'язку класу 5G, призвело до появи у мобільних пристроях масивів антен – технологія MIMO [4], у відповідності до якої використовуються рознесені передавальні та приймальні антени, кожна з яких складається з масиву антен – антенної решітки (у багатьох випадках, такі решітки містять 4 антени). Це дозволяє суттєво підвищити ефективність антени та формувати промені (beamforming) Приклади таких антен продемонстровані на рис. 2 [4]. Враховуючи роботу таких антен на суб-гігагерцових частотах (міліметрові хвилини), корпус телефону може суттєво погіршувати властивості антенної системи, тому для дизайну сучасних мобільних пристроїв використовують рішення, які були вперше запроваджені під час розробки захисних кожухів антен радіолокаторів літаків. У таких випадках корпус з пластику або скла перетворюється на своєрідну лінзу, через яку проходить електромагнітне випромінювання. Для металевих корпусів можуть бути застосовані щілинні антенні решітки, які вбудовуються в прорізи металевих корпусів (рис. 2б).

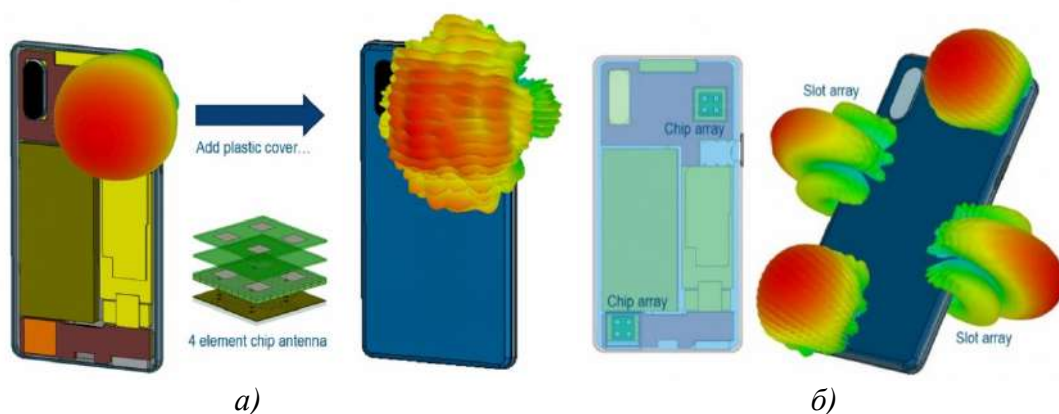


Рисунок 2 - Розміщення та моделювання антенних решіток для 5G: одна антена (а), дві антени (б)

В не залежності від типу антени, через вплив мобільних пристроїв на організм людини та необхідність зробити їх більш безпечними для користування, в певний період часу з'явився параметр SAR (Specific Absorption Rate) [5], котрий показує коефіцієнт поглинання випромінювання від мобільного пристрою. В європейських країнах норма випромінювання – 2 Вт/кг, в Америці – 1.6 Вт/кг. У 90 відсотків мобільних пристроїв, які випускаються зараз, цей коефіцієнт складає до 1 Вт/кг.

Висновки. Таким чином, зробивши екскурс в сферу антен ми встановили те, що вона зовсім не стоїть на одному місці. Ще деякий час назад були популярні громіздкі телефони з «штирями», котрі замінили телефони з внутрішніми антенами, котрі стали більш компактними та відкрили нові можливості в модифікаціях. Виробники були націлені на збільшення функціоналу та на більш безпечне використання, був винайдений параметр SAR, котрий контролює випромінювання пристроїв. Антена зв'язку стала не єдиною, а «одною з». Були винайдені антени Wi-Fi та Bluetooth, приймальні антени NFC, в мобільних телефонах почали

використовуватися антенні решітки, які раніше використовувалися лише в радіолокації. Спираючись на це можна зробити висновок, що розробка антен не є простою задачею, а є сферою з великою низкою факторів, котрих треба притримуватися під час розробки.

Список використаних джерел

1. Что вы знаете про антенны в вашем смартфоне? [Електронний ресурс] // Nag News News. – Електрон. дані. – Режим доступу: <https://nag.ru/articles/article/106300/что-vyi-znaete-pro-antennyi-v-vashem-smartfone-.html>
 2. Мобильные антенны [Електронний ресурс] // Mobiset.ru. – Електрон. дані. – Режим доступу: <http://www.mobiset.ru/articles/text/?id=3233>
 3. Эффективность встроенных антенн сотовых телефонов // mobile-review.com. – Електрон. дані. – Режим доступу: <https://mobile-review.com/articles/2004/intantenna.shtml>
 4. 5G Antenna Design for Mobile Phones // The SIMULIA Blog. – Електрон. дані. – Режим доступу: <https://blogs.3ds.com/simulia/5g-antenna-design-mobile-phones/>
 5. Мобильные телефоны: Секреты излучения или как уменьшить влияние излучения от мобильного? // info4pda – Електрон. дані. – Режим доступу: <http://4pda.info/news/7333/>
-

УДК 621.396.946

ІНТЕРНЕТ В ОКЕАНІ

Куннов Р. М., студ. гр. РА-181

Науковий керівник: **Велігорський О. А.**, к.т.н., доцент
Національний університет «Чернігівська політехніка»

Актуальність дослідження. Інтернет вже давно став важливою частиною життя людини. Він полегшив життя мільярдів людей. У наш час більшість користувачів не уявляють свого життя без інтернету. Але не у всіх куточках Землі можна подивитися улюблений ролик на YouTube та навіть подзвонити додому. В океані наразі це зробити дуже складно. На сьогодні швидкого інтернету в океані немає, тільки деякі кораблі пропонують доступ до повільного та дорогого інтернету. Зв'язок в океані здійснюється за допомогою супутникового телефону, який також чимало коштує. Річ у тому, що для створення мережі на суші встановлюють спеціальні вежі стільникового зв'язку, які доволі легко встановити на твердій поверхні, а в океані встановити антени проблематично. Проблема з інтернетом в океані досі залишається не вирішеною.

Інтернет в океані потрібен не тільки пасажирам для комфортної мандрівки на кораблі, але й вченим на різних дослідних станціях та іншим людям, які працюють в океані. Супутниковий зв'язок доволі дорогий, але інтернет в океані зможе взагалі ліквідувати цю проблему і зробити будь-який зв'язок в океані дешевим.

Над проблемою швидкого інтернету в океані міркувало багато людей, але тільки Ілону Маску вдалося зробити великий крок вперед у цьому напрямку. У жовтні 2019 року він зробив кілька твітів за допомогою покриття від перших супутників Starlink, які вже запустили на орбіту Землі. Не все спочатку пройшло добре, деякі користувачі Twitter поставилися до цієї заяви скептично та попросили Ілона надати їм доступ до супутникового інтернету Starlink. Після «космічного» твіту Маска президент SpaceX заявив, що компанія може почати пропонувати супутниковий інтернет Starlink звичайним користувачам вже наступного 2020 року. За його словами, після двох запусків кількох десятків невеликих супутників цього літа, SpaceX може здійснити від шести до восьми запусків наступного року [1].

Сам принцип дії «космічного» інтернету доволі легкий. Відомо, що супутники Starlink будуть оснащені лазерами для передачі даних на сусідні чотири супутники, таким чином інформація буде передаватися по ланцюжку до того місця, де її потрібно буде повертати на Землю. Це дозволить відправляти сигнал набагато швидше, ніж оптоволоконною мережею. А оскільки групи SpaceX розташовані на висоті всього 550 км, затримка буде незначною у порівнянні з геостаціонарними апаратами, які обертаються на відстані 36 тисяч кілометрів від