

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
"КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО"**

**Радіотехнічний факультет
Кафедра прикладної радіоелектроніки**

ЗВІТ

З ПЕРЕДДИПЛОМНОЇ ПРАКТИКИ

Виконала:

Студентка 4 курсу, групи РІ-91

Бабій Дарія Сергіївна 

(Прізвище І.П.) Підпис

Звіт прийняв:

Гуцалюк Р.В. 

(Прізвище І.П. керівника Підпис практики
від підприємства)

«19» травень 2023 р.

Новосад А.А. 

(Прізвище І.П. Підпис керівника диплому

від кафедри)

«27» травень 2023 р.

Київ – 2023 р.

ЗМІСТ

1 Актуальність теми.....	3
2 Аналіз ринку	5
2.1 Огляд аналогів ринку.....	5
2.1.1 Роутер TP-Link TL-MR3040.....	5
2.1.2 Роутер Nighthawk M1.....	6
2.1.3 Роутер D-Link DWR-932	8
2.2 Аналіз технічного завдання	9
2.2.1 Аналіз призначення пристрою.....	9
2.2.2 Умови експлуатації.....	10
2.2.3 Аналіз експлуатаційних впливів	10
2.2.4 Аналіз вимог до конструкції та пропозиції щодо вдосконалення	11
2.2.5 Аналіз технологічності.....	11
3 Дослідження на кращий тип антени.....	13
3.1 Порівняльний аналіз типів антен	13
3.1.1 Аналіз розташування антен відносно корпусу пристрою	13
3.1.2 Аналіз типів зовнішніх антен	17
4 Розробка конструкції пристрою	22
4.1 Огляд структури та елементів.....	22
4.2 Дизайн корпусу пристрою	23
Висновки	26
Перелік використаних джерел	27

1 АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ

Сьогодні інтернет – це невід’ємна частина життя кожної людини. Попит на користування інтернетом росте пропорційно появі новітніх технологій, пристроїв чи рішень. Людині так само властиво не прив’язувати себе до єдиного місця перебування, особливо в сучасних умовах, коли подорожі або поїздки в тихе місце стали нормою.

Якщо ці поїздки займають багато часу в дорозі, або потрібно знаходитись поза межами міста, виникають складнощі з тим, щоб залишатись на зв’язку. Як наслідок, з’являється потреба мати поряд з собою роутер, який би забезпечував пристроям доступ до Інтернету і можливість завжди залишатися в центрі подій.

Там, де відсутня або обмежена наявність Wi-Fi мережі, портативний роутер дозволяє користувачам мати стабільне з’єднання навіть під час пересування. А також у місцях, де відсутня проводова мережа, наприклад, на відкритих площах, в автомобілях, портативний Wi-Fi роутер дозволяє створити власну мережу і забезпечити доступ до Інтернету навіть у таких умовах.

Але це далеко не єдині переваги подібних пристроїв. Одночасно з вирішенням основної проблеми, портативні роутери забезпечують користувачам безпеку та приватність, оскільки можна створювати власну зашифровану мережу, до якої можуть підключатися лише авторизовані користувачі. Можливість розширити зону покриття Wi-Fi мережі. І звичайно, що сучасні портативні роутери володіють різноманітними функціями, такими як підтримка новітніх технологій стандарту 802.11, резервне копіювання даних на USB-пристрої, можливість підключення зовнішніх антен і багато іншого.

Не менш важливими поряд з перерахованими особливостями для портативного роутеру є мобільність та зручність використання. Зазвичай пристрої для таких умов користування мають компактні розміри, легку вагу та

живлення від акумулятора. Це робить їх неоціненно зручними для транспортування та використання в недомашніх умовах.

Оскільки люди все більше прагнуть бути підключеними і мати доступ до Інтернету незалежно від місця перебування, портативні роутери залишаються актуальними і популярними пристроями.

2 АНАЛІЗ РИНКУ

2.1 Огляд аналогів ринку

Зараз на ринку вже існують багато аналогів портативних Wi-Fi роутерів, які пропонують подібні функції і можливості. Деякі з найпопулярніших аналогів включають моделі від виробників, таких як Netgear, D-Link, TP-Link, Huawei і інші.

Кожен аналог може мати свої переваги і недоліки, а також різні технічні характеристики і функціональні можливості. Розглянемо тонкощі деяких з представників:

2.1.1 Роутер TP-Link TL-MR3040

Пристрій зображено на рисунку 2.1. Він має досить компактний розмір, що робить його зручним для використання в подорожах або на відкритому повітрі. Забезпечує підтримку роботи в режимі 3G/4G.

Також роутер оснащений внутрішньою антеною та має можливість підключення зовнішньої антени. Він може підключати до 5 пристроїв одночасно і має роз'єми USB та Ethernet для підключення різних пристроїв. Щодо безпеки, то роутер містить шифрування WPA/WPA2, фільтрацію доступу і захист від атак.



Рисунок 2.1 — Портативний бездротовий маршрутизатор з живленням від батареї [1]

Основні технічні характеристики:

- Інноваційний компактний дизайн
- Потужний внутрішній акумулятор - 2000mAh
- Підтримка стандарту зв'язку – 4G LTE
- Максимальна швидкість передачі даних: до 150 Мбіт/с
- Порт мікро USB для підключення до ноутбука або адаптера живлення
- Три режими роботи: 3G/4G Router, WISP Client Router, AP Mode
- Кількість одночасних підключень: до 5 пристроїв
- Розміри (Ш x Г x В) 100 x 62 x 16 мм

2.1.2 Роутер Nighthawk M1

Пристрій (рис. 2.2) попри свої невеликі розміри, також з особливостей має вбудовану антену і може працювати як точка доступу Wi-Fi, дозволяючи підключення до 20 пристроїв одночасно. Також роутер містить порти Ethernet, що дає змогу підключати також проводові пристрої.

Акумулятор пристрою має велику ємність, відповідно використовувати його можна у мобільних умовах без підключення до джерела живлення. Цей роутер також має додаткові функції, такі як підтримка VPN, фаїрвол, можливість управління через мобільний додаток.



Рисунок 2.2 — Мобільний маршрутизатор Nighthawk M1 [2]

Основні технічні характеристики:

- Технології WiFi 802.11 b/g/n 2.4 GHz
- WiFi 802.11 a/n/ac 5 GHz
- Швидкість 4G LTE до 150 Мбіт/с
- Роз'єми: 1x Ethernet, 1x USB Type-C
- Ємності достатньо для використання 20 пристроїв
- Безпечні приватні з'єднання
- Дротові пристрої мають швидкість до 1 гігабіт
- Розміри (Ш x Г x В) 105.5 x 105.5 x 20.35 мм

2.1.3 Роутер D-Link DWR-932

Пристрій (рис 2.3) призначений для використання в мобільних мережах 4G LTE. Він надає надійний спосіб отримання доступу до Інтернету у подорожах. Роутер має вбудовану антену і може підключати до 10 пристроїв одночасно. Він підтримує швидкість передачі даних до 150 Мбіт/с, має вбудований акумулятор, що як і у попередніх варіантах, дозволяє використовувати його без підключення до електричної мережі.

Пристрій підтримує різні функції безпеки, такі як захищена мережа Wi-Fi з використанням шифрування WPA/WPA2, фільтрація доступу і брандмауер. Крім того, роутер має досить інтуїтивний веб-інтерфейс для налаштування і керування всіма його функціями, тобто використання зручне не лише через зовнішній, а й через внутрішній дизайн.



Рисунок 2.3 — Мобільний маршрутизатор D-Link DWR-932 [3]

Основні технічні характеристики:

- Інтегрований слот для SIM-карти
- Максимальна швидкість передачі даних: до 150 Мбіт/с

- Підтримка мереж: 4G LTE, 3G
- Кількість одночасних підключень: до 10 пристроїв
- До 5 годин автономної роботи
- Бездротова локальна мережа 802.11n/g/b
- Розміри (Ш x Г x В) 97 x 60 x 16,47 мм

Отже, на даний момент ринок насичений вибором аналогів портативних Wi-Fi роутерів. Кожен виробник представляє продукт зі своїми унікальними особливостями і можливостями, включаючи швидкість передачі даних, кількість одночасних підключень, підтримку мереж та інші функції. І це не є погано, адже кожен користувач має так само свої унікальні особисті потреби і вимоги. Тому завжди є актуальним пропонувати свої рішення для потреб у мобільному бездротовому зв'язку, і вибір залежатиме від індивідуальних вимог і уподобань користувача.

2.2 Аналіз технічного завдання

2.2.1 Аналіз призначення пристрою

Даний прототип роутера призначений для забезпечення швидкого та безперервного доступу до мережі Інтернет. Він може бути використаний як в домашніх умовах, так і в офісному середовищі. Прототип має декілька портів, які можуть бути використані для підключення до різних пристроїв, включаючи комп'ютери, принтери та мережеві пристрої. Крім того, пристрій має кнопку "Reset" та перемикач "Mode switch", які дозволяють користувачам змінювати налаштування пристрою та відновлювати його роботу в разі потреби. Даний прототип може бути корисним для тих користувачів, які потребують додаткової захисту своїх даних та мережі в цілому. Отже, головною метою є забезпечення безпечного бездротового доступу до Інтернету для різних пристроїв, які підключені до мережі.

2.2.2 Умови експлуатації

Умови експлуатації згідно ГОСТ 15150-42 NF-4:

- Робочі температури, °C: +1...+35.
- Граничні робочі температури, °C: +1...+40.
- Відносна вологість: 60 % при +20 °C, 80 % при +25 °C.

Робота пристрою в даних умовах може бути забезпечена за рахунок вологоізоляції електричних компонентів виробу.

Необхідно дотримуватися вказаного діапазону, щоб не пошкодити пристрій. Також слід забезпечити достатню вентиляцію, щоб уникнути перегрівання.

Не менш важливими є електричні вимоги:

- Споживання енергії: максимум 6 Вт.
- Вхідна потужність: Micro USB, 5 В / 2 А.
- Підтримка вхідної частоти від 50 Гц до 60 Гц.

2.2.3 Аналіз експлуатаційних впливів

Температура: Висока температура може призвести до перегріву пристрою, що може впливати на його функціональність та навіть призвести до його поломки. Низькі температури можуть також негативно впливати на функціональність пристрою.

Вологість: Пряма взаємодія з вологою може призвести до корозії контактів та інших деталей пристрою, що може впливати на його функціональність та тривалість його роботи.

Електромагнітні поля, що створюються різними електронними приладами, можуть впливати на функціональність роутера та призводити до нестабільної роботи.

Механічні пошкодження: Необережне поводження з пристроєм може призвести до механічних пошкоджень, що можуть впливати на його функціональність та тривалість його роботи.

Електрична безпека: Неправильне використання або підключення роутера може призвести до електричного ураження.

Програмне забезпечення: Неправильне використання програмного забезпечення може призвести до збоїв в системі та впливати на функціональність роутера.

2.2.4 Аналіз вимог до конструкції та пропозиції щодо вдосконалення

З урахуванням експлуатаційних впливів, конструкція повинна забезпечувати ефективну систему охолодження, захист від перепадів напруги, захист від вологи та пилу. Важливо враховувати вимоги до ергономіки, забезпечення зручного розміщення портів, кнопок та інших елементів керування на пристрої.

Також варто враховувати технологічні вимоги до конструкції, такі як зручність виготовлення, забезпечення легкості зборки та ремонту, можливість заміни окремих елементів.

2.2.5 Аналіз технологічності

Одним з головних аспектів технологічності є доступність компонентів та їх виробництва. Роутер має бути складений з деталей, які можна легко придбати на ринку та виготовити масово за прийнятну ціну. Також важливо, щоб компоненти були добре сумісні між собою та могли бути легко змінені або оновлені в разі потреби.

Корпус може бути виготовлений як методом лиття, так і друкуванням на 3D принтері, в залежності від вибору матеріалу. 3D друк дозволяє швидко

створювати прототипи та перевіряти їх ефективність перед масовим виробництвом. Також можливий комбінований метод.

3 ДОСЛІДЖЕННЯ НА КРАЩИЙ ТИП АНТЕНИ

Вибір оптимальної антени для портативного роутера є дуже важливим з декількох причин. По-перше, правильно вибрана антена дасть змогу розширити зону покриття, забезпечивши сигнал у широкому радіусі, що підходить для віддалених або поганих умов перебування. По-друге, це важливо для портативних роутерів, які використовуються в рухомих умовах або в місцях з обмеженим доступом до інфраструктури, оскільки вибір правильного типу антени покращить продуктивність роутера, забезпечить сильний сигнал, стабільне підключення та високу швидкість передачі даних. По-третє, дослідження дозволить визначити тип антени, який матиме найменший вплив від перешкод, таких як стіни, меблі, тощо.

3.1 Порівняльний аналіз типів антен

3.1.1 Аналіз розташування антен відносно корпусу пристрою

Хоча існує багато форм і розмірів антен, практично всі вони належать до однієї з двох основних категорій на основі фізичного розташування антен відносно корпусу пристрою: внутрішньої або зовнішньої [4].

Щоб розуміти, який вид антени краще обрати для портативного роутера, слід провести порівняльний аналіз властивостей.

1. Внутрішня антена

Внутрішня антена – це антена, яка інтегрована всередину пристрою і не потребує зовнішнього монтажу або додаткового простору. Внутрішні антени невидимі ззовні, мають компактний розмір і є відносно недосяжними для кінцевого користувача. Вони варіюються від невеликих чіп або PCB-антен, вбудованих у плату, до антен із гнучкими друкованими схемами (FPC), які встановлюються всередині корпусу виробу.

Ось як виглядають деякі з них:



Рисунок 3.1 – FPC антенна



Рисунок 3.2 – PCB антенна



Рисунок 3.3 – Патч-антенна

Розглянемо переваги та недоліки використання внутрішніх антен.

– Переваги:

- **Компактність:** розташування внутрішньої антени всередині корпусу роутера дозволяє зберегти невеликі розміри пристрою, що неодмінно полегшує переміщення, а також збереження естетичного вигляду роутера, адже антен не видно зовні.
- **Захист від пошкоджень:** антена внутрішнього розташування захищена від зовнішніх впливів, таких як удари, падіння, подряпини або непередбачувані погодні умови.

– Недоліки:

- **Складність проектування:** внутрішні антени, як мікросхеми для поверхневого монтажу, вимагають подальшого налаштування та оптимізації антени. Площина заземлення друкованої плати служить продовженням антени, тому впливає на її продуктивність, отже під час розробки слід враховувати площу друкованої плати та вміст компонентів.
- **Обмежений дальній зв'язок:** порівняно із зовнішньою антеною, внутрішня має обмежену потужність та напрямленість сигналу, що впливає на дальність передачі та зону покриття.
- **Ефективність сигналу:** внутрішня антена може бути під впливом внутрішніх перешкод, таких як металеві компоненти або стінки, що може призвести до зниження якості сигналу.

2. Зовнішня антена

Зовнішня антена – це антена, яка знаходиться ззовні корпусу роутера. Вона набагато стабільніша, простіша в інтеграції і може бути прикріплена до основного корпусу через радіочастотний роз'єм. Такого виду антени можуть мати різні розміри та форми [4].

Типовим прикладом зовнішньої антени слугує антена типу «гумова качечка», яка встановлюється зовні роутера:



Рисунок 3.4 – Антена типу «Rubber Duck» [5]

- Переваги:
 - Ефективність сигналу: така антена може мати вищу потужність і коефіцієнт підсилення, що дозволяє покращити зону покриття та дальність передачі сигналу.
 - Напрявленість сигналу: деякі зовнішні антени мають можливість налаштувати зосередження сигналу в певному напрямку.
 - Можливість підключення зовнішніх антен: якщо роутер має вихід для зовнішніх антен, це дозволяє замінювати антену на більш потужну або спеціальну для конкретних потреб.
- Недоліки:
 - Розміри та переносимість: антена, яка розташована ззовні корпусу може мати великі розміри, що робить роутер менш портативним та складним для переміщення.

- Вразливість до пошкоджень: така антена легко піддається зовнішнім впливам, таким як удари, падіння або погодні умови, що може призвести до пошкодження або втрати сигналу.

Отже, внутрішні антени відрізняються своїми невеликими розмірами та вартістю, але програють у радіусі покриття та потужності сигналу. У випадку портативного роутера потрібно забезпечувати вимоги мобільності, завадостійкості, потужного та стабільного з'єднання навіть під час пересування. Такі потреби найбільше задовільняє зовнішня антена. Вона дозволить збільшити дальність та покриття сигналу, особливо при використанні направлених антен, забезпечить чутливість і легкість інтеграції. Крім того зовнішні антени мають вищий коефіцієнт підсилення.

3.1.2 Аналіз типів зовнішніх антен

Зовнішні антени поділяють на три типи: всеспрямовані, напівспрямовані та спрямовані, все тому що з точки зору поля джерела випромінювання антени не однакові.

1. Всеспрямовані або омнідірекційні антени випромінюють радіохвилі рівномірно в усіх напрямках простору, але не вздовж довжини антени, тобто їх діаграма направленості розтягується на 360° і виглядає як на рисунку 3.5. Ці антени використовуються там, де потрібне розподілене покриття сигналу та необхідність у підключенні кількох користувачів.

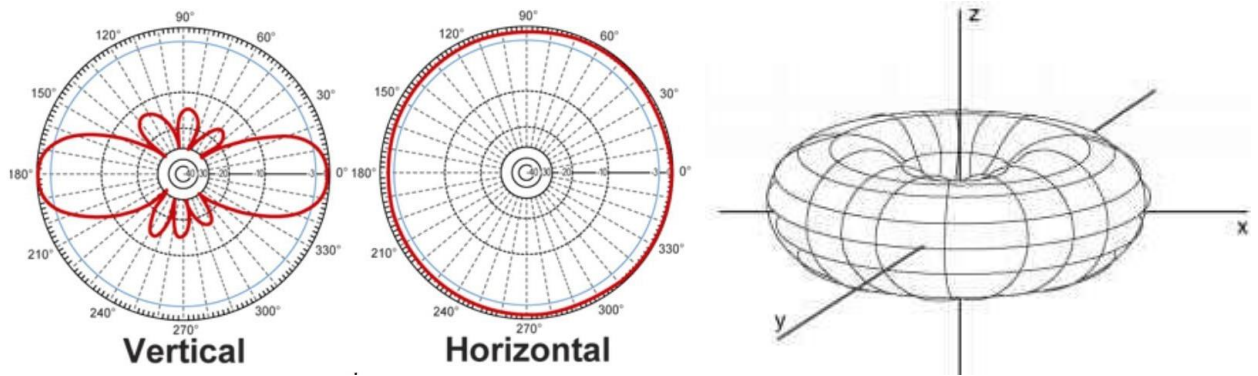


Рисунок 3.5 – Діаграма направленості омнідирекційної антени

Оскільки всеспрямована антена повністю оточує та насичує радіосигнал у всіх напрямках назовні від центру антени, то вона має низький коефіцієнт посилення приблизно 2 дБі, адже розподіляє радіочастотну енергію вздовж широкої області.

Найпоширенішим типом всеспрямованої антени є дипольна антена. Деякі дипольні моделі розроблені таким чином, щоб їх можна було гнучко складати вгору або вниз, залежно від орієнтації монтажу, тоді як інші є жорсткими та фіксованими.



Рисунок 3.6 – Дипольна антена

2. Напівнаправлені антени є проміжним варіантом між омнідирекційними антенами та направленими антенами. Це робить їх популярними в багатьох

застосуваннях, де потрібна певна напрямленість сигналу, але з певним ступенем гнучкості.

Напівнаправлені антени призначені для направлення радіочастотного сигналу в певному напрямку для зв'язку «точка-точка». Тобто такого виду антени можуть використовуватися для зв'язку на короткі та середні відстані в приміщенні або на вулиці.

Основними типами напівнаправлених антен є Patch/Panel і Yagi.

Патч-антени створюють широкую діаграму направленості (рис. 3.7), яка відходить від плоскої ділянки. Ці антени мають коефіцієнт посилення приблизно 6-8 дБі.

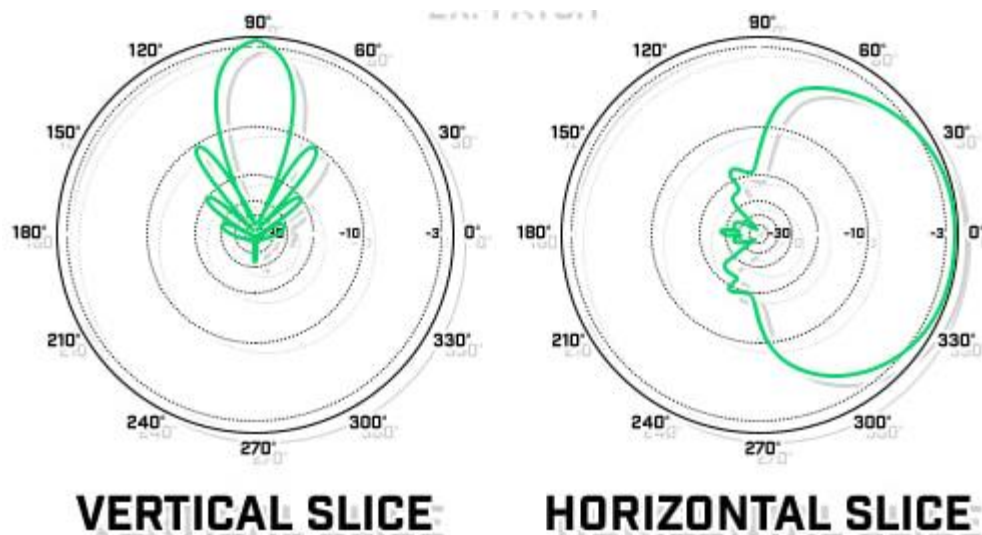


Рисунок 3.7 – Діаграма направленості напівнаправленої антени

Антенa Yagi, показана на малюнку 3.8, має форму товстого циліндра, але складається з кількох паралельних елементів. Антени Yagi мають коефіцієнт посилення приблизно 10-14 дБі.



Рисунок 3.8 – Види напівнапрвлених антен

3. Направлена антена концентрує сигнал в певному напрямку. Вона має вузький зону покриття, але забезпечує сильніший сигнал у вибраній області. Цей тип антени добре підходить для випадків, коли потрібно спрямоване покриття сигналу на конкретну зону або пристрій. Як наслідок, спрямована антена має вищий коефіцієнт посилення порівняно з її всенаправленими аналогами, адже формує найбільш сфокусований і вузький промінь.

Зі збільшенням посилення спрямованої антени збільшується і відстань покриття. Однак кутове покриття зменшується. Тому найчастіше спрямовані антени використовуються для зв'язку «точка-точка» на великій відстані.

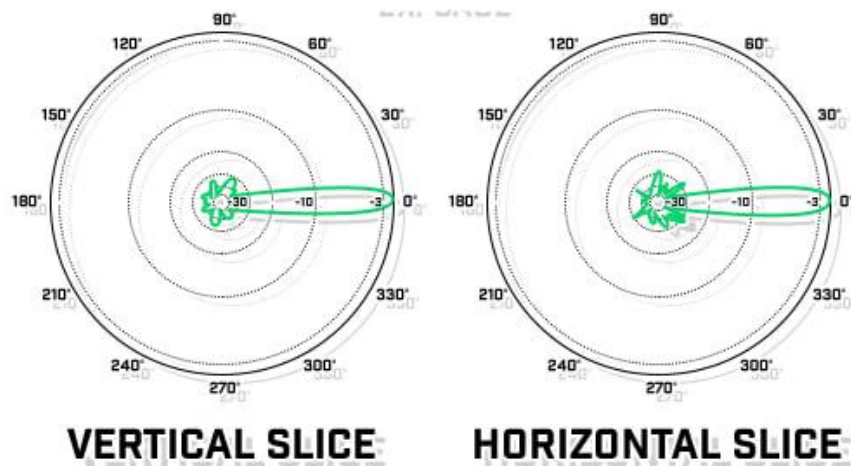


Рисунок 3.9 Діаграма направленості спрямованої антени

Основний вид направленої антени – антени типу решітка. Такі моделі створюють конкретно і для роутерів у вигляді антени-насадки, вони здатні перетворити всеспрямовану антену роутера на вузькоспрямовану. Їх можна

легко надягнути на штатні антени Wi-Fi-роутерів і вони завдяки своїй конструкції збільшують зону дії локальної мережі в потрібному напрямку. Незважаючи на компактні розміри, коефіцієнт підсилення таких антен може досягати 8-12 дБ.



Рисунок 3.10 – Антена типу решітка

Розглянувши типи зовнішніх антен, можна зробити висновок на основі їх властивостей та застосування, який дозволить визначити, яка антена буде кращим варіантом для портативного роутеру. Отже, такі вимоги до пристрою, як портативність, мобільність, підвищена дальність передачі, та широкий кут покриття задовольняє використання омнідирекційної антени, вона забезпечить широкий кут покриття, що дозволить отримувати сигнал з різних напрямків без необхідності налаштування антени. Це зручно під час руху та в умовах змінюючогося середовища.

4 РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ ПРИСТРОЮ

4.1 Огляд структури та елементів

Розміри:

- Довжина: 120 мм
- Ширина: 70 мм
- Товщина: 30 мм

Форма:

- Прямокутна форма з вигнутими краями.
- Одна сторона має легкий нахил, що дозволяє зручно тримати пристрій в руці.

Матеріал:

Корпус виготовлений з пластику високої якості, що забезпечує міцність та довговічність. Матеріал є стійким до впливу зовнішніх факторів, таких як температура, вологість та удари.

Колір:

Корпус може бути виготовлено з використанням матеріалу будь якого кольору, зазвичай використовується чорний колір з білими написами.

Конструкція:

На передній панелі пристрою розміщені світлодіодні індикатори, які сповіщають про ввімкнений/вимкнений режим пристрою та діапазон частот який використовується на даний момент.

Задня панель містить порти підключення до мережі та живлення, а також USB-порт для підключення 3G/4G USB-модему.

На боковій панелі розташовані кнопка Reset, що відповідає за скидання налаштувань до заводських значень, та Mode switch, що дозволяє обирати режим роботи маршрутизатора.

На нижній стороні розміщені гумові підставки, що забезпечують стійкість пристрою на поверхні.

Такий дизайн корпусу пристрою дозволяє забезпечити максимальну зручність використання і транспортування, та забезпечити максимальну стійкість пристрою до впливу зовнішніх факторів.

4.2 Дизайн корпусу пристрою

3D-модель прототипу роутера включає сучасний та ергономічний дизайн, який покращує функціональність та забезпечує комфортне використання. Форма роутера відповідає його функції та складається з округлих та прямих ліній, що забезпечує зручне розташування на будь-якій поверхні. Розміри прототипу забезпечують можливість зручного розташування його на столі або полиці без зайвого простору.

Більше того - основна цільова аудиторія такого пристрою - це люди, які часто подорожують, адже роутер компактний і легкий. Його можна легко помістити в рюкзак або навіть у кишеню та брати з собою куди завгодно.

Дизайн прототипу на перший погляд невиразний, але він підібраний таким чином, щоб девайс міг інтегруватись в будь-який інтер'єр та ставитись як окремий елемент дизайну приміщення. Основні функціональні елементи прототипу розміщені таким чином, щоб забезпечити зручність їх використання, а також максимальну безпеку під час роботи.

Проектування корпусу прототипу здійснювалось за допомогою програмного середовища SolidWorks.



Рисунок 4.1 - Задняя панель корпуса прототипу

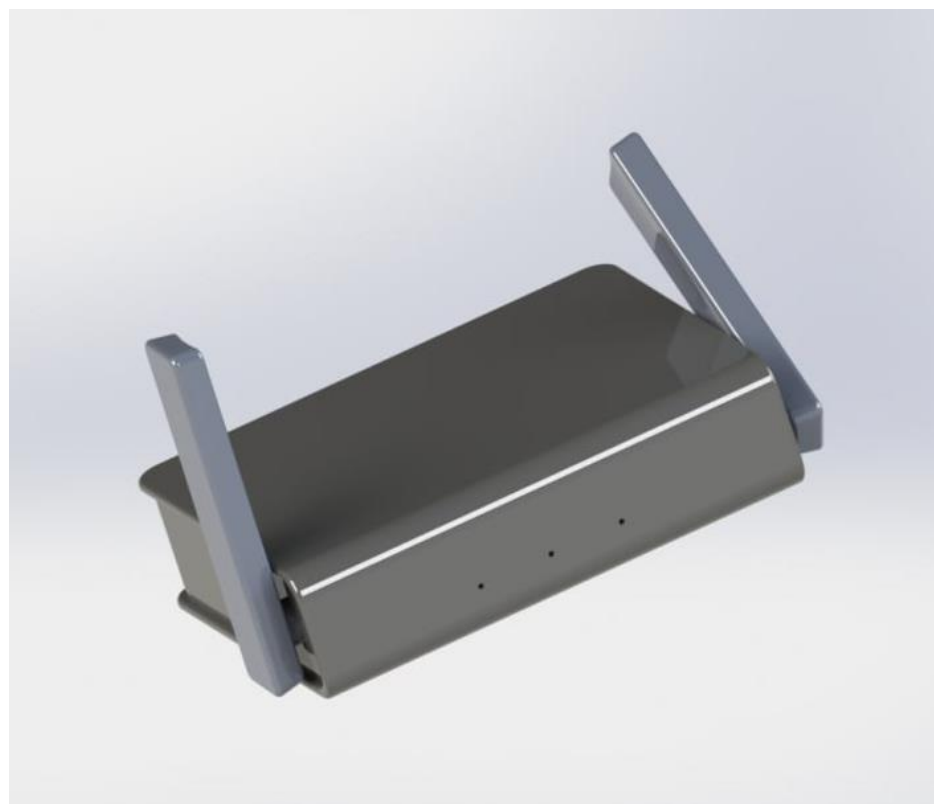


Рисунок 4.2 – Передняя панель корпуса прототипу



Рисунок 4.3 – Нижняя панель корпусу прототипу

ВИСНОВКИ

У ході проведеної роботи був виконаний аналіз ринку портативних роутерів, огляд аналогів і технічного завдання. Було проаналізовано різні моделі роутерів, такі як TP-Link TL-MR3040, Nighthawk M1 і D-Link DWR-932, для отримання інформації про їх характеристики та функціональні можливості.

Окрему увагу було приділено дослідженню типів зовнішніх антен, таких як всеспрямовані, напівспрямовані і спрямовані, з метою визначення найкращого варіанту для портативного роутера. Проведено порівняльний аналіз властивостей та застосування цих антен, а також проаналізовано їх розташування відносно корпусу пристрою. Згідно проведеного дослідження, зовнішня омнідерікційна антена виявилася найкращим вибором для портативного роутера, оскільки вона забезпечує широкий кут покриття та стабільний сигнал у всіх напрямках.

Також було розроблено дизайн пристрою з урахуванням функціональних та ергономічних вимог у програмному середовищі SolidWorks. В результаті, прототип роутера був покращений, що дозволило підвищити його продуктивність та зручність в експлуатації.

Отже, проведена робота дозволила визначити оптимальні характеристики для портативного роутера, зокрема щодо типу зовнішньої антени. Отримані результати будуть використані для подальшого вдосконалення та дослідження пристрою, що в майбутньому забезпечить надійне та швидке підключення до мережі в будь-яких умовах експлуатації.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Портативний бездротовий маршрутизатор з живленням від батареї – Режим доступу: <https://www.tp-link.com/uk/home-networking/3g-4g-router/tl-mr3040/>
2. Мобільний маршрутизатор Nighthawk M1 – Режим доступу: <https://www.netgear.com/home/mobile-wifi/hotspots/mr1100/>
3. Мобільний маршрутизатор D-Link DWR-932 – Режим доступу: <https://eu.dlink.com/uk/en/products/dwr-932-4g-lte-mobile-wi-fi-hotspot-150-mbps>
4. Choosing the Right WiFi Antenna for your Application – Режим доступу: <https://www.l-com.com/images/downloadables/white-papers/Selecting-the-Right-Wifi-Antenna-for-your-application.pdf>
5. https://www.alibaba.com/product-detail/wifi-rubber-duck-antenna-2-4ghz_60481019473.html