

ДОДАТОК А СЛАЙДИ ПРЕЗЕНТАЦІЇ

Міністерство освіти та науки України
Харківський національний університет радіоелектроніки
Кафедра інформаційно-мережної інженерії
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МІГАСТРА
на тему: «Розробка та дослідження базової станції мобільного зв'язку»

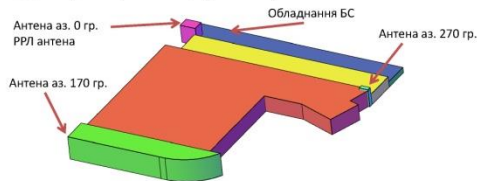
Студент:
Групи ІМІМ-19-2
Пушкарьов В.В.

Керівник:
Проф. Д.Т.Н.
Безрук В.М.

Харків 2021 р.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА БУДІВЛІ ТРЦ

Для можливості вибрати найбільш оптимальні точки встановлення просторового обладнання, до складу якого входять секторні антени, антени для внутрішнього встановлення, радіомодулі, системний модуль, штири кабелі, кабельні виробники в т.ч. необхідно вивчити обстановку майбутнього. Далі планується виконати встановлення обладнання представляє собою будівлю торгівельно-розважального центру. Дана будівля існуюча, в даний час знаходиться на етапі значної реконструкції. Встановлення та налаштування обладнання зв'язку планується виконати до завершення реконструкції, щоб забезпечити відновлення торгівельно-розважального центру якісним покриттям мобільним зв'язком.



ОБЛАДНАННЯ HUAWEI

Оператором проєктованої мережі мобільного зв'язку широко використовується телекомунікаційне обладнання китайської фірми Huawei. Обладнання даного виробника за багато років використання в мобільних мережах України зарекомендувало себе як дуже надійне, стабільне у роботі, а головне сучасне, із значним запасом для розвитку мереж в цілому, а саме можливість роботи у ширшому спектрі частот 3G та 4G. Розроблені фірмою Huawei базові станції серії 3910, які зроблені на основі високородуктивної платформи та використовують оптимізовані апаратури та програму архітекстури. Ці базові станції можуть працювати в декількох режимах завдяки своїй передовій модульній конструкції. Вони також мають широкую пропускну здатність та легко модернізуються.



ТЕХНОЛОГІЯ MIMO

Пасивного обладнання встановленого у внутрішній частині мережі встановлюється по дві одиниці кожного. За допомогою цього рішення стало можливим запустити мережу за технологією MIMO. Використання технології MIMO в мережах LTE дає можливість забезпечити високу швидкість передачі даних.

Технологія MIMO (багатоходовий вхід - багатопоточний вихід - Multiple Input - Multiple Output) - це технологія бездротового доступу, яка передбачає використання декількох передавачів і приймачів для передачі більшої кількості даних одночасно.

В основі технології MIMO лежить ефект передачі радіохвиль (багатопроменеве поширення), в результаті якого передаються сигнали від безлічі перешкод і об'єктів та приймаєчів їх антени приймає сигнали в різний час і під різними кутами. В результаті використання цієї технології з'являється можливість збільшення задовільності каналів зв'язку, зменшення відносного числа біт, прийнятих з помилкою. Робота систем MIMO організовується за принципами просторового ушкодження і просторово-часового кодування.

У разі роботи системи за принципами просторового ушкодження різні передавачі антени передають різні інформаційні блоки або різні частини блоку інформаційних символів. Одночасно передача даних ведеться з двох або з чотирьох антен. Приймач і розподіл сигналів різних антен ведеться на приймачній стороні.

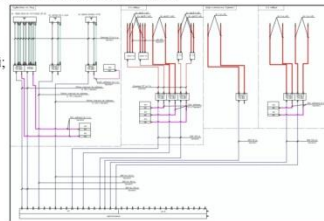
Коли система працює за принципом просторово-часового кодування, передача однієї і того ж потоку даних проводиться з усіх передавальних антен з використанням схем попереднього кодування. Антени конфігурації технології MIMO приймають несиметричні (1x2, 2x4) і симетричні (2x2, 4x4) значення.

Актуальність роботи полягає у потребі розвитку мобільного зв'язку, що являється одним із пріоритетних напрямків розвитку загальної цифровізації та спрощення доступу громадян України до зв'язку та мережі Інтернет. Одним із завдань поставлених перед операторами мереж мобільного зв'язку є збільшення площі та зростання якості покриття зв'язком. Таким чином, будівництво нових та розширення існуючих базових станцій є найкращим способом досягнення поставленого завдання. Особливо важливо забезпечити зв'язком та доступом до мережі Інтернет місця та об'єкти де водночас знаходиться велика кількість людей. До таких місць можна віднести промислові підприємства, заклади освіти, стадіони, концертні зали та торгівельно-розважальні об'єкти та інші місця соціальної інфраструктури.

Метою даної роботи є розробка, дослідження та обрання найкращого плану встановлення обладнання для будівництва базової станції в ТРЦ "Магелан", що знаходиться в місті Харків та готується до відкриття у поточному 2021 році.

ОБЛАДНАННЯ, ШО ПЛАНУЄТЬСЯ ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ НА БС
Для будівництва проєктованої мережі мобільного зв'язку оператором надається обладнання яке буде встановлене в приміщеннях будівлі та ззовні неї. До переліку такого обладнання входять:

- Системний модуль;
- Радіомодуль;
- Блок живлення;
- Блок акумуляторний;
- Релейна антена;
- Антени секторна;
- Антени омні;
- Кабельні виробки.



АНТЕННЕ ОБЛАДНАННЯ

У сільськогосподарському зв'язку найчастіше використовують секторні панельні антени, які мають діаграму спрямованості ширинною в 120, 90, 60 і 30 градусів. Більшість антен базових станцій широкосмугової, що дозволяють працювати в одному, двох або трьох діапазонах частот. Починаючи з мереж UMTS, на відміну від GSM, антени базових станцій мають змінювати площу радіопокриття в залежності від навантаження на мережу. Один з найефективніших методів управління випромінюваною потужністю - це управління кутом нахилу антени, також способом змінюється площа опромінення діаграми спрямованості. Для встановлення на зовнішній частині базової станції оператором мережі були обрані секторні антени фірми RFS, модель APXVLI13S-C-A-20.

Дані антени широко використовуються оператором мережі при будівництві нових, та модернізації існуючих базових станцій.

Омні антени - антени, у яких діаграма спрямованості в горизонтальній площині складає 360 градусів. Типові значення коефіцієнта посилення таких антен складає 6-13 дБ, що є одним з недоліків їх застосування. Іншим недоліком таких антен є їх розмір. Обмеження застосування таких антен є обмеженою частотною ресурсу у оператора. В цьому випадку, використання таких антен може привести до проблеми виникнення інтерференційних зон, так як антена випромінює в усіх напрямках (360 град) До їх переваг можна віднести їх низьку ціну і простоту монтажу. На практиці, такий тип антен застосовується тільки в приміщеннях і відкритих просторах, де не потрібно великого коефіцієнту посилення.

ВСТАНОВЛЕННЯ ВНУТРІШНЬОГО ОБЛАДНАННЯ

Основною задачею проєкту з розробки мережі зв'язку в будівлі ТРЦ була розробка внутрішньої (indoor) частини. Основна складність розміщення обладнання полягає у великих довжинах кабельних трас, що призводить до значних згасань сигналу, який приходиться до антен з радіомодулів. Оператором мережі були встановлені конкретні місця для розміщення indoor антен.

Завданням для дослідження в цій роботі є вибір оптимального маршруту прокладання фідерів та встановлення конкретних типів розгалужувачів та дільників на шляху сигналу від радіомодуля до антен. Будуть приведені декілька схем встановлення обладнання та прокладання кабельних трас, з розрахунками згасань на кожній з антен та вказани переліки та недоліки кожного з варіантів.

- Оператором мережі була надана умова до проєктування, а саме:
- Робота мережі за принципом MIMO;
 - Кількість антен до встановлення - 63 (загалом 126 для реалізації MIMO);
 - Згасання сигналу по кабельній трасі на шляху від радіомодуля до антени не більше 30 дБ;
 - Рівняння потужності сигналу між сусідніми антенами не більше 4 дБ;
 - Використовуються фідер 7/8" на кабельних трасах понад 30 м (за децими винятками);
 - Використовуються фідер 1/2" на кабельних трасах менше 30 м (за децими винятками);
 - Дільники доступні для використання - 1/2, 1/3, 1/4;
 - Розгалужувачі доступні для використання - 15/0,5, 10/1, 8/1, 7/1, 6/2;
- Комбінуючи між собою фідери обох діаметрів, дільники, та інші обладнання необхідно досягти умов згасання сигналу виставлених оператором мережі. Досліджені схеми з розрахунками представлені у наступних підрозділах даної роботи.
- Для забезпечення роботи мережі у режимі LTE будуть встановлені модулі RRU5909-D. Частотні діапазони, що підтримує даний блок - 1800 MHz.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ СХЕМ ЗА ПЕРШИМ ВАРІАНТОМ

Розрахунок з'ясування було виконано методом підстановки можливих для використання елементів пасивної частини мережі. Кожен із елементів має своє значення з'ясування, що представлено виробником. Для розрахуноків величина з'ясування представлена в їх назві, наприклад: розрахунок 10/1, тобто два виходи із з'ясуванням 10 дБ та 1 Дб відповідно. Діапазони мають величини з'ясування для 1/2 по 3 дБ на кожен із двох виходів, 1/3 по 4,5 дБ на кожен із трьох виходів.

Таким чином були отримані значення в кабельному тракті для 63 (126) омні антен, при розташуванні активного обладнання з'являється в шафі обладнання. Результати не були такими, що задовольняють умов операторів, тому було прийнято рішення розробити другий варіант схеми та дослітити його.

Table with 5 columns of antenna parameters (L.F., SW, SWR, etc.) and their corresponding values.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ СХЕМ ЗА ДРУГИМ ВАРІАНТОМ

У другому варіанті, що був обраний для будівництва радіомодулі для внутрішніх антен планується встановити в технічних приміщеннях із заданої сторони будівлі. Дане рішення потребує використання оптичних кабелів, довжиною від 100 м до 370 м, але значно зменшить відстань до пасивного обладнання, що дозволить зменшити втрати у фідерному тракті. У першому ж варіанті розрахунок радіомодулі встановлювалися на розташуванні вальній рами біля будівлі, це рішення виявилось невірним, так як, довжина фідера до пасивного обладнання була від 100 м до 370 м, що призвело б до з'ясування сигналу вище норми встановленої оператором.

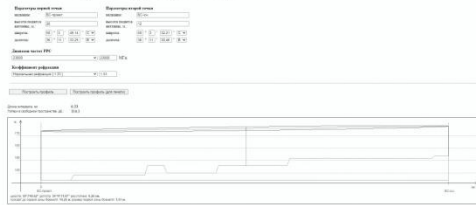
Table with 5 columns of antenna parameters (L.F., SW, SWR, etc.) and their corresponding values.

РАДИОРЕЛЕЙНИЙ ЗВ'ЯЗОК

Радіорелейний зв'язок (РРЛ) - вид радіозв'язку, що утворюється в результаті роботи ланцюга приймачів і передаючих радіостанцій. Наземний радіорелейний зв'язок функціонує на міліметрових, сантиметрових і дециметрових хвилях. Радіорелейні мережі відіграють важливу роль в сільськогосподарському зв'язку, оскільки дозволяють передавати великі об'єми трафіку при мінімальних витратах.

Оператором було обрано релейну станцію UltraLink-FX80, що працює у діапазоні частот 70 ГГц - 80 ГГц (E-band). В останні роки зростає кількість релейних станцій в діапазоні E-band, головною перевагою якого є можливість забезпечити високу пропускну здатність. Ці частоти застосовуються для передачі даних на порівняно коротку відстань в 2-5 км, проте цього достатньо для міських умов, а спрощений режим ліцензування в даному діапазоні стимулює інтерес до нього з боку операторів.

На даний момент в діапазоні E-band обладнання РРЛ здатне забезпечувати передачу даних на швидкості до 5 Гбіт / сек. Використання систем UltraLink-FX80 дозволило поповнити LTE-покриття і суттєво збільшити швидкість передачі даних в мережі.



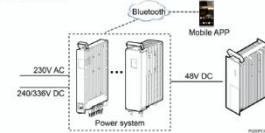
ВИСНОВКИ

В даній роботі розглянуто встановлення обладнання зовнішньої частини базової станції, розраховано та досліджено декілька варіантів розташування пасивного обладнання внутрішньої частини базової станції. Виконано перевірку можливості введення релейного прольоту для підключення базової станції до мережі оператора. Обрано спосіб підключення активного обладнання базової станції до мережі електроживлення. На етапі будівництва можливі зміни у способі підключення блоків RRU до ВВУ, не стандартним кабелем Нішансі, а через інші оптичні кабелі та оптичні муфти.

Таким чином досліджені схеми та типи встановлення обладнання проєктованої базової станції повністю задовольняють умовам оператора мобільного зв'язку та були затверджені для подальшого будівництва. Слід зазначити, що на молодіжному форумі «РАДІОЕЛЕКТРОНІКА ТА МОЛОДЬ В ХХІ СТОРІЧЧІ» в 2020 р. та в 2021 р. були представлені тези за темами будівництва базових станцій та розвитку мобільного зв'язку, що частково допомогли у розробці даної роботи для будівництва базової станції. У Додатках Б та В наведено повний текст тез, що був поданий до друку.

ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ БС

Наступним етапом після вибору місць розташування активного обладнання проєктованої базової станції є визначення способу підключення його до мережі електроживлення. При розробці проєкту було розглянуто два варіанти виводження підключення обладнання до жилих. Перший варіант був виконаний за стандартною схемою, де радіомодуль RRU підключається до блоку розподільного DCDU, який встановлено в шафі з обладнанням. Але цей спосіб не виявився вірним для проєктованої базової станції з причини значних (понад 300 м) відстаней між активним обладнанням. Використання стандартних кабелів живлення Нішансі та блоку розподільного DCDU призвело би до нерациональних витрат потужності на кабельній трасі. Таким чином, було розроблено другий варіант схеми електроживлення проєктованої обладнання, за яким для кожного радіомодуля встановлюватимуться блоки живлення (дані ВВУ) та блоки акумулятори (дані ДВУ).



ДЯКУЮ ЗА УВАГУ!

ДОДАТОК Б ПУБЛІКАЦІЯ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

**ЕВОЛЮЦІЯ І РОЗВИТОК ПОКОЛІНЬ МОБІЛЬНИХ СИСТЕМ ВІД 3G
ДО 5G**

Пушкарьов В. В.

Науковий керівник: - д.т.н., проф. Безрук В.М., ст. викл. – Малінін О. П.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. інформаційно-мережної інженерії,
(057) 702-14-29)

e-mail: slavik5320xm@gmail.com, тел. 097-357-81-89

5G - (5th generation mobile networks or 5th generation wireless systems) a name used in scientific papers and projects for designations of the following main phases of mobile telecommunications standards after 4G standards. Currently, 5G is not official term, use for any particular specifications or in any official documents prior to publication telecommunications companies or standards bodies, such as 3GPP, WiMAX Forum and ITU-R. 5G telecommunication networks should solve the problems that are present in 4G networks. The 5G standard is a new stage in the development of technologies that will provide unlimited access to the network of users and devices.

5G - (5-е покоління мобільних мереж або 5-е покоління бездротових систем) назва, яку використовують в наукових роботах і проектах для позначення таких основних фаз мобільних телекомунікаційних стандартів після стандартів 4G. В даний час, 5G не є офіційним терміном, використання для будь-якої конкретної специфікації або в будь-яких офіційних документах до опублікування телекомунікаційними компаніями або органами по стандартизації, такими як 3GPP, WiMAX Forum і MCE-R. Телекомунікаційні мережі 5G повинні вирішити проблеми, які присутні в мережах 4G.

Стандарт 5G - новий етап розвитку технологій, який забезпечить необмежений доступ до мережі користувачів і пристроїв. З моменту появи і до сьогоднішнього дня мережі мобільного зв'язку пройшли великий шлях розвитку; з'явилися нові типи абонентських пристроїв - смартфони і планшети. Можливості, які відкривають мобільні технології сьогодні, вже давно вийшли за рамки голосових послуг, створюючи нові способи спілкування, обміну даними. Поширення пристроїв привело до експоненціального зростання трафіку в мережах по всьому світу. Однак це тільки початок тієї революції, якій сприяє активний розвиток технологій.

Технології продовжать свій розвиток в напрямку до більш високої продуктивності і все більшій кількості можливостей. На додаток існуючим технологіям радіодоступу, з'являться також нові технології, які дозволять вирішувати ті завдання, які вирішити за допомогою 3G / 4G неможливо. Інтеграція існуючих і нових технологій буде сприяти підвищенню якості існуючих абонентських послуг і появи нових.

Системи другого покоління засновані на методі множинного доступу з тимчасовим поділом каналів (Time Division Multiple Access - TDMA). Однак уже в 1992-1993 рр. в США був розроблений стандарт системи стільникового зв'язку на основі методу множинного доступу з кодовим поділом каналів (Code Division Multiple Access - CDMA) - стандарт IS-95 (Діапазон 800 МГц). Він почав застосовуватися з 1995-1996 рр. в Гонконзі, США, Південній Кореї, причому в Південній Кореї найбільш широко, а в США почала використовуватися і версія цього стандарту для діапазону 1900 МГц. Напрямок персонального зв'язку знайшло своє поширення і в Японії, де в 1991 -1992 рр. була розроблена і з 1995 року почала широко використовуватися система PHS діапазону 1800 МГц (Personal Handyphone System - буквально «система персонального ручного телефону»).

3.5G - HSDPA (англ. High-Speed Downlink Packet Access високошвидкісна пакетна передача даних від базової станції до мобільному телефону) - стандарт мобільного зв'язку, розглядається фахівцями як один з перехідних етапів міграції до технологій мобільного зв'язку четвертого покоління (4G). Максимальна теоретична швидкість передачі даних за стандартом становить 14,4 Мбіт / сек., практична досяжна в існуючих мережах - близько 8 Мбіт / сек. 4G - Технології, які претендують на роль 4G:

- LTE;
- TD-LT;
- Mobile WiMAX;
- UMB;
- HSPA+.

В даний час запуснені мережі WiMAX і LTE. Першу в світі мережу LTE в Стокгольмі і Осло запуснув альянс TeliaSonera / Ericsson – розрахункове значення максимальної швидкості передачі даних до абонента становить 382 Мбіт / с і 86 Мбіт / с - від абонента. Щодо UMB плани застосування не відомі, так як жоден оператор (в світовому масштабі) не уклав контракт на його тестування. Варто відзначити, що стандарт WiMAX не всі відносять до 4G, так як він не інтегрований з мережами попередніх поколінь таких як 3G і 2G, а також через те, що в мережі WiMAX самі оператори не надають традиційні послуги зв'язку, такі як голосові дзвінки і SMS, хоча і користування ними можливо при використанні різних VoIP сервісів. Також, ІМТ дозволив мережам HSPA+ називатися 4G, тому що вони забезпечують відповідні швидкості.

Перелік джерел

1. Мережі п'ятого покоління [Електроний ресурс]: <https://www.itu.int/ru/mediacentre/backgrounders/Pages/5G-fifth>
2. Структура мережі 5G [Електроний ресурс]: <https://www.viavisolutions.com/ru-ru/5g-architecture>

ДОДАТОК В ПУБЛІКАЦІЯ ЗА ТЕМОЮ РОБОТИ

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

МАТЕРІАЛИ
XXIV МІЖНАРОДНОГО МОЛОДІЖНОГО ФОРУМУ

**«РАДІОЕЛЕКТРОНІКА ТА МОЛОДЬ
У ХХІ СТОЛІТТІ»**

7 – 9 квітня 2020 р.

Том 4

**КОНФЕРЕНЦІЯ
«ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ІНФОКОМУНІКАЦІЙ
ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ»**

Харків 2020

РОЗШИРЕННЯ МЕРЕЖИ МОБІЛЬНОГО ЗВ'ЯЗКУ НА ТЕРИТОРІЇ ЗАПОРІЗЬКОЇ ТЕС

Пушкарьов В. В.

Науковий керівник: - к.т.н., доц. Бондарь Д. В., ст. викл. – Малінін О. П.
Харківський національний університет радіоелектроніки
(61166, Харків, просп. Науки, 14, каф. інформаційно-мережної інженерії,
(057) 702-14-29)

e-mail: slavik5320xm@gmail.com, тел. 097-357-81-89

Today, there is a great need for extended mobile coverage in as many people's living or working areas as possible. This need is especially evident in industrial areas and large enterprises. The problem of low quality of mobile communication at such sites is connected with the complexity of the works on the design and placement of equipment in the industrial buildings of enterprises, the complexity of signal propagation through a large number of complex industrial metal structures in reinforced concrete structures. The purpose and task of the project is to develop project documentation for the construction of mobile base stations in the territory of TPP.

На сьогоднішній день існує велика потреба у розширенні зони покриття мобільним зв'язком якомога більшої території, де живуть або працюють люди. Особливо ця потреба проявляється на територіях промислових зон та великих підприємствах. Проблема низької якості мобільного зв'язку на подібних об'єктах пов'язана із складністю робіт по проектуванню та розміщенню обладнання на промислових спорудах підприємств, складністю розповсюдження сигналу через велику кількість складних промислових металевих та залізобетонних конструкцій. Метою та завданням проекту є розробка проектної документації для побудови базових станцій мобільного зв'язку на території ТЕС. Вибрати найбільш актуальне обладнання та способи його встановлення на спорудах підприємства.

Для встановлення на об'єктах ТЕС було вибрано обладнання мобільного зв'язку китайської фірми HUAWEI. Дане обладнання добре себе зарекомендувало на тисячах побудованих базових станцій мобільного зв'язку по всій території України. Головні переваги в порівнянні з раніше використованим та демонтуємим у теперішній час обладнанням фірми SIEMENS є:

- компактність, за рахунок модульної побудови обладнання HUAWEI;
- можливість використання стандартів UMTS та LTE;
- збільшення КПД базової станції у зв'язку з довжиною фідера від радіомодуля до антени в декілька метрів.

Встановлення обладнання відбувається на існуючих конструкціях споруд на території ТЕС. Секторні антени, що будуть встановлені на базових станціях вибрано від фірм-виробників, таких як Kathrein, APX, MOBI. Антени даних виробників відповідають виставленим вимогам. Зв'язок базових станцій між собою виконується через обладнання ВОЛЗ, а також в основному за допомогою релейного зв'язку з використанням

релейних станцій фірми OmniBAS. Секторні антени та радіомодулі кріпляться на споруди за допомогою спеціалізованих металоконструкцій, таких як трубо стійки та розвантажувальні рами. Системні модулі HUAWEI BBU3910 та блоки електроживлення розташовуються у доступних для обслуговування місцях в середині будівель. Підключення радіомодулів RRU від системного модуля відбувається за допомогою оптичного кабеля та кабеля живлення. Передача радіосигналу від радіомодулів до секторних антен виконується через фідер 1/2".

Приклад радіотехнічної схеми та план встановлення обладнання в будівлі берегової насосної станції №1 представлено на рис. 1.

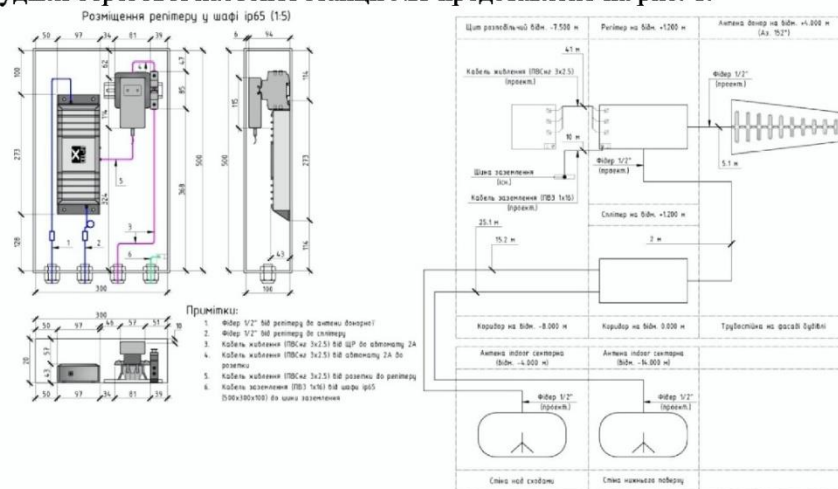


Рисунок 1. Встановлення обладнання

Для забезпечення розповсюдження сигналу мобільного зв'язку в середині невеликих будівель раціонально використовувати антенні репітери. Вони складаються з антени донора, що отримує сигнал зовні будівлі, пристрою репітера та блоку живлення. Сигнал від антени донора до репітера і від нього до індор антени передається через фідер 1/2".

Розроблена мережа базових станцій стандартів GSM-900, DCS-1800, UMTS-2100 буде встановлена та підключена в ефір у найближчі декілька місяців.

Перелік джерел

1. Релейні станції [Електроний ресурс]: <http://www.intracom-svyaz.ru/products/omnibas.htm>
2. Базові станції HUAWEI [Електроний ресурс]: <https://e.huawei.com/en/material/wireless/elteindustry>

Л		Ф	
Лябах А.С	20	Фоменко В.Д	161
Лаптев П.О	70		
М		Х	
Маслій В.П.	135	Ходаківський М.М	16
Муляр Б.П	10	Хачиров Е.Ф	20
Мірось Ю.О	24		
Миронов А.А	30	Ц	
Мошенська Н.М	62	Цилюрик В.Є	72
		Цариценко С.Д	145
		Цис М.Б	165
Н		Ч	
Назаренко Ю.В	149	Чурсанов М.О	6
		Чеботарев И.А	38
П		Чернікова В.Г	93, 97, 103
Пушкарьов В. В	14	Чеботарьова Д.В	137
Пантелеев В.О	44		
Подолька Н.В	105	Ш	
Пестерева С. Є	123	Шлома О.К	36
Попаденко М.О	153	Шаповал М	46
Паценко А. Н	175		
		Щ	
Р		Щербак А	46
Радченко В.В	34		
Резнік Я.В	131	Я	
Рижов О. О	157	Яценко С.В	82
Рябко М.С	133	Яхновська Д.С	163
С			
Самочорнов М.Б	115		
Семенченко О. А	99		
Скирда С.О	93, 97, 103		
Стрілець А.М	93, 97, 103		
Степанов О.О	155		
Свинарь М. Е	179		
Семеніхін В.С	181		
Т			
Ткаченко А.М	32		
Тертичний В.О	95, 101		
Тимчук І.В	167		
Токарева М.С	169		
Туренко А.В	147		

