

ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНО-КОНФІГУРОВАНОГО РАДІО ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕДАЧІ СИГНАЛІВ У ВИДИМОМУ СВІТЛІ

У роботі розроблено пропозиції до побудови стенда з використанням GNU Radio для дослідження технології передачі даних з використанням технології видимого світла. Зв'язок у видимому світлі (VLC) може використовуватися для побудови мереж бездротового доступу з високою пропускну здатністю та швидкістю передачі даних. Основною перевагою зв'язку в видимому світлі є відсутність перешкод для радіочастотних сигналів. Це дає можливість використовувати зв'язок у видимому світлі в лікарнях, на космічних станціях, а так дає можливість зв'язку під водою. Безпека, прості процедури реалізації та характеристики діапазону, що не потребує ліцензії, також збільшують використання зв'язку в видимому світлі для різних додатків. Метою даної роботи є надання інструкцій з проектування та реалізації випробувального стенду для зв'язку у видимому світлі з використанням програмно-конфігурованого радіо.

У статті описано архітектуру VLC, представлено можливість використання Програмно-конфігурованого радіо в якості відправної точки для розробки комерційних додатків VLC. Технологія SDR забезпечує основу, яка може сприяти впровадженню програм на ринок, пробудити інтерес промислових гравців і скоротити час виведення на ринок продуктів, що відповідають стандартам, в майбутньому. Ключовими проблемами реалізації системи VLC є забезпечення можливості передачі даних для світлодіодного світильника з мінімальним зміною його характеристик освітлення і вартості виробництва. Таким чином, дану реалізацію можливо доопрацювати, скоротивши розрив між галуззю і дослідницьким співтовариством.

Було спроектовано прототип передачі даних у видимому світлі який використовує програмно-конфігуроване радіо для взаємодії між аналоговими пристроями і комп'ютером, на якому виконується обробка сигналу. Використання цієї концепції забезпечує системі достатню гнучкість і модульність для включення нових функцій в прототип, не вимагаючи тривалого часу на розробку. Проведене тестування даної платформи, в ході якого вдалося передати текстовий файл. Надано висновок, що дана реалізація стенду передачі у видимому світлі може служити в якості відправної точки для розробки комерційних додатків VLC з низькою і середньою швидкістю передачі даних.

Ключові слова: зв'язок з використанням видимого світла, VLC, IEEE 802.15.7, програмно конфігуроване радіо, SDR, GNU Radio, USRP.

Вступ. Подальший розвиток радіосистем бездротового зв'язку пов'язане з рядом проблем. Це нестача радіочастотного спектру, низька енергоефективність (безліч базових станцій споживають величезну кількість енергії для ретрансляції сигналів і охолодження обслуговуючого обладнання), обмеження на використання радіозв'язку (в літаках, лікарнях та ін.), Недостатня безпека (радіохвилі можуть проникати крізь стіни і надавати шкідливий вплив на біологічні та технічні об'єкти).

Одним з можливих напрямків вирішення цих проблем є застосування технології зв'язку по видимому світлу (VLC).

Visible light communication VLC - технологія, яка дозволяє джерелу світла, в додатку до освітлення, передавати інформацію, використовуючи той же самий світловий сигнал. Причому можуть використовуватися як світлові хвилі області інфрачервоних діапазону випромінювання, так і хвилі спектру видимого світла.

Зв'язок у видимому світлі (VLC) - це розвиваюча область досліджень в області оптичних комунікацій у вільному просторі. Розвиток потужних білих світлодіодів протягом останніх десятиліть призвели до розробки недорогих освітлювальних пристроїв з кращими

характеристиками як з точки зору енергоефективності, так і з точки зору очікуваного терміну служби. Очікується, що світлодіоди замінять лампи розжарювання і люмінесцентні лампи в системах освітлення наступного покоління. Тим не менше, ці пристрої можуть використовуватися не тільки для освітлення. Використання світлодіодів для передачі даних в якості джерела освітлення привернуло увагу дослідницького співтовариства, а також глобальні зусилля по стандартизації.

Використання технології VLC дає безліч привабливих переваг з точки зору доступної смуги пропускання, відсутності перешкод радіодіапазону (що особливо важливо через брак деяких смуг частот, потенційного просторового повторного використання, внутрішнього захисту від підслуховування і всього іншого. Цього можна домогтися за допомогою енергоефективних пристроїв і без високих витрат на розгортання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Інтерес, проявлений дослідним спільнотою до області VLC в останні роки, призвів до розробки демонстраційних стендів, здатних довести можливість використання цієї нової технології для бездротових додатків. Ґрунтуючись на методі модуляції, що використовується для передачі інформації, ці демонстратори можна розділити на дві групи: одна використовує модуляцію двоїчного рівня, а друга - схему багаторівневої модуляції.

Модуляція двоїчного рівня відноситься до методів модуляції, в яких інформація відправляється в кожному періоді символу за допомогою зміни двох рівнів інтенсивності. Ці методи являють собою популярні схеми, які використовуються в основному для проводового зв'язку, їх головна перевага полягає в тому, що вони зазвичай прості й недорогі в реалізації. В [1] повідомлялося про реалізацію, засновану на безповоротному переходу до нуля (NRZ) on-off-keying (ООК), що пропонує швидкість передачі даних 40 Мбіт / с. Основне обмеження в разі схем модуляції двоїчного рівня пов'язано з невеликою пропускну здатністю, пропонувано пристроями з білими світлодіодами. Щоб подолати цю проблему, рішення, засноване на пост-корекції, було запропоновано в [2], де повідомляється про швидкість передачі даних 100 Мбіт / с для NRZ-ООК. Попередні демонстрації проводилися з використанням оптоелектронних приймачів на основі фотодіода PIN. Крайні результати можуть бути отримані при використанні лавинних фотодіодів (APD) в конструкції оптоелектронного приймача. В [3] повідомляється про швидкість передачі даних 230 Мбіт / с. Ця продуктивність досягається за рахунок використання модуляції ООК і приймача VLC на основі APD.

Багаторівнева модуляція відноситься до методів модуляції, в яких інформація відправляється шляхом зміни значень інтенсивності в безперервному діапазоні або з використанням набору зумовлених значень [4]. Оскільки вони забезпечують краще використання доступної смуги пропускання, системи, засновані на цих схемах модуляції, можуть досягати більш високих швидкостей передачі даних. Фактично, швидкості передачі даних в Гбіт / с повідомляються в літературі з використанням дискретної багато тональної модуляції (DMT). Наприклад, в [5] представлені системи VLC на основі білих світлодіодів, які забезпечують швидкість передачі даних 1,1 Гбіт/с. Використовуючи багатобарвні світлодіодні пристрої, такі як світлодіоди RGB, можна отримати більш високу швидкість передачі даних, оскільки можна використовувати кілька каналів зв'язку. В [6] повідомляється про швидкість передачі даних 3,4 Гбіт/с з використанням RGB-світлодіодів і схеми модуляції DMT.

Аналізуючи публікації, пов'язані з VLC, стає ясно, що високі швидкості передачі даних досяжні, і це робить цю технологію потенційною альтернативою технології, заснованої на радіозв'язку. При більш уважному розгляді експериментальної установки, представленої в цих статтях, можна побачити, що результати отримані в особливих умовах і що в більшості випадків радіус дії бездротового зв'язку становить близько десяти сантиметрів. Тим не менш, вони представляють собою великі досягнення і важливий доказ того, що VLC може слугувати додатковою технологією для бездротового зв'язку.

Виклад основного матеріалу

VLC система зв'язку. Основні блоки системи VLC представлені на рис. 1.

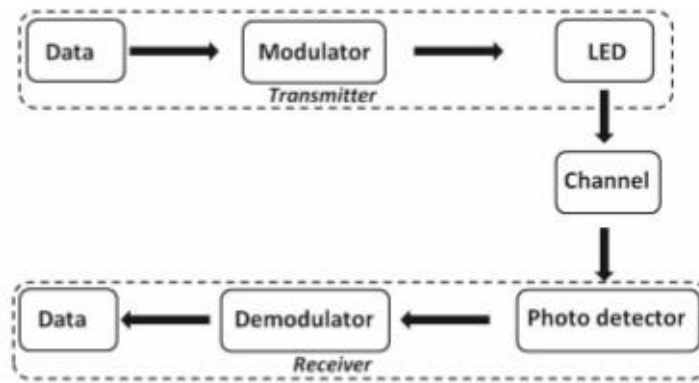


Рисунок 1 – Основні блоки передачі в системах VLC

Технологія VLC є частиною набору оптичних бездротових комунікацій (OWC). Отже, фізичні оптичні принципи можуть бути застосовані до систем VLC. Фактично, носієм в VLC є видимі промені, які використовуються для освітлення. VLC зазвичай характеризується передачею невід'ємних і некогерентних сигналів. Він дотримується принцип зв'язку, в якому розглядаються три основні частини: передавач, канал і приймач. На рис. 1 показані основні блоки системи передачі VLC. Він складається з передавача, каналу і приймача, а для системи, спотвореної адитивним білим гауссовим шумом (AWGN), передача завжди визначається

$$r_i = Hs_i + \omega_i,$$

де r_i і s_i є прийнятим і переданим наборами символів відповідно, H є відповіддю каналу і ω_i шум каналу. Відповідна модель для систем зв'язку VLC зображена на рис. 2. Вона показує два електричних домену та один оптичний домен. Модульований сигнал, який додається до напруги постійного струму, використовується для живлення світлодіоду, що становить передавач. Світлодіод в своїй роботі випромінює світло і одночасно передає інформацію по каналу. Приймач виконаний з фотоприймача (PD) і демодулятора. PD виявляє світло і виробляє електричний сигнал, що складається з повідомлення плюс шум. Частина шуму тут створюється каналом, хоча в моделі ми представляємо загальний шум в електричній області. Це пов'язано з тим, що PD перетворює і повідомлення, і оптичний шум в електричний струм.

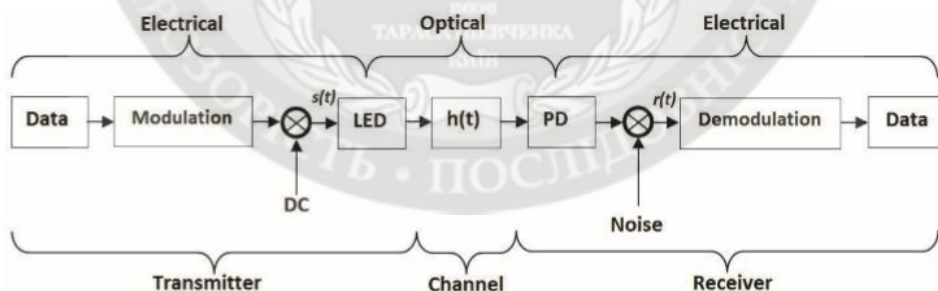


Рисунок 2 – Модель системи зв'язку VLC

VLC передавач. У системах VLC передавач групує в одному модулі джерело даних, модуль модуляції і світлодіод. Останні два елементи є дуже важливими елементами в передавачі VLC. У системах VLC використовуються два типи світлодіодів: одноколірні і багатоклірні. Барвисті світлодіоди об'єднують в одному пакеті кілька одноколірних світлодіодів. Найбільш використовуваний багатобарвний світлодіод - це червоно-зелено-синій (RGB). У системах з декількома несучими кожен з кольорових світлодіодів, включених в комплект, являє собою антену, що відповідає одному каналу. В системі стільки каналів, скільки світлодіодів в упаковці. Отже, дана кількість кольорових світлодіодів буде забезпечувати однакову кількість окремих каналів. Отже, передавач RGB-LED розглядається

як спеціальний багатоканальний передавач, який можна використовувати для розгортання методів модуляції на декількох несучих. Наприклад, (3×3) MIMO метод можна застосовувати по каналу VLC [7], [8]. На рис. 3 зображені два поширених типу передавача VLC: на рис. 3-а - один передавач VLC і на рис. 3-б - 3-канальний передавач VLC.

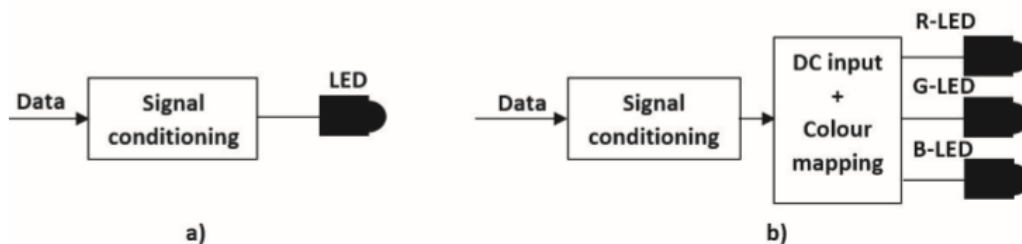


Рисунок 3 – Передавачі VLC: а) одиночний світлодіодний передавач, б) трьох канальний передавач VLC

Канал VLC. У комунікації канал представляє собою простір між передавачем і приймачем. При цьому просторі на сигнал впливає багато факторів, такі як загасання, перешкоди і шум. В технології VLC канал - це простір між світлодіодом і фотодетектором. Два основних типи каналів які розглядаються в системах зв'язку VLC: один канал VLC, що включає один світлодіод і один фотодетектор, і багатоканальні системи VLC, в яких передавач складається з різнокольорових світлодіодів. У другому випадку фотодетектор складається з більш ніж одного детектора, кожен з яких чутливий до кольору від передавача.

Приймач VLC. Основним елементом у приймачу VLC є фотодетектор, який використовується для збору світлового випромінювання [10]. У приймачах VLC використовуються два основні типи фотоприймачів: фотодіод і фото транзистори. Цифрова камера, що складається з масиву фото транзисторів, є хорошим пристроєм для прийому сигналу VLC в інтелектуальних пристроях, таких як смартфони і ноутбуки [11]. Як описано в [9], повна система приймача складається з таких компонентів, як концентратор, оптичний фільтр, підсилювач та еквалайзер, необхідних для захоплення максимального світла, необхідного для перетворення прийнятого сигналу в повідомлення. Промені проходять через концентратор і оптичний фільтр, перш ніж вони досягнуть належного ядра детектора. Архітектура приймача VLC представлена на рис. 4.

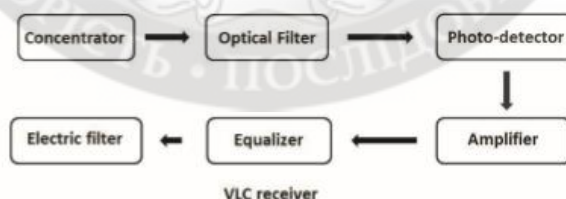


Рисунок 4 – Архітектура приймача VLC

Системний дизайн програмного забезпечення системи VLC. Найпростіший спосіб реалізації передачі даних по видимому світлу - це використовувати програмно конфігуровано радіо (SDR). Основною перевагою SDR є легкий апгрейд обладнання. Достатньо всього лише оновити програмне забезпечення, при цьому апаратні засоби залишаються без змін. Також SDR може бути легко адаптована під будь-які функції різних додатків.

Архітектура пропонованого прототипу показана на рис. 5. Факт використання підходу SDR ділить прототип на 2 підсистеми: апаратну і програмну підсистему. Підсистема апаратного забезпечення складається з оптоелектронних пристроїв, аналогових пристроїв,

необхідних для управління і обробки сигналу, що виходить або направляється на оптоелектронні пристрої та модулі перетворення даних.

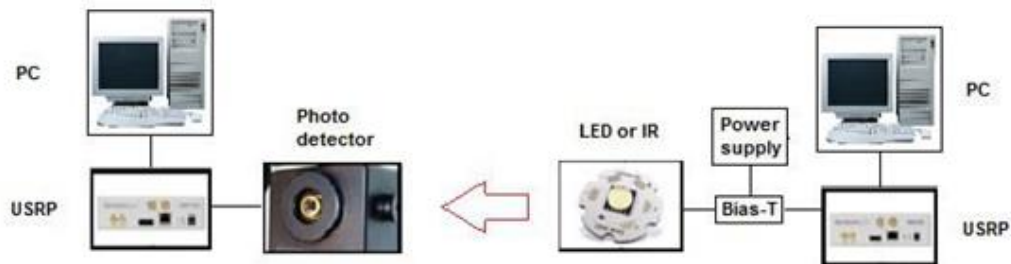


Рисунок 5 – Архітектура стенду VLC

Основна відмінність цієї концепції в тому, що радіомодуль замінений оптико-електронним модулем.

Апаратна частина. Як правило, в програмно-конфігурованих системах інтерфейс між підсистемами апаратного і програмного забезпечення здійснюється за допомогою спеціалізованих пристроїв, які забезпечують такі функції, як перетворення даних і буферизація даних. В [12] можна знайти список доступних комерційних платформ. У цьому списку автори виділяють сімейство пристроїв Universal Software Radio Peripheral (USRP) від Ettus Research. Ці платформи побудовані на основі програмованої вентиляційної матриці (ПЛІС), яка включає в себе потужні аналого-цифрові і цифро-аналогові перетворювачі і можливість додавання додаткових схем кондиціонування за допомогою плат розширення

Програмна частина. Модуляція і демодуляція бітів, що надходять на/від платформ перетворення даних (USRP), виконуються в GPP за допомогою бібліотеки з відкритим вихідним кодом для обробки сигналів. Прикладом бібліотеки з відкритим вихідним кодом для обробки сигналів є GNU Radio. GnuRadio є вільним і відкритим джерелом програмного забезпечення, що розширює інструментарій та забезпечує можливості програмного радіомовлення. Він використовується в основному в якості програми управління SDR пристроями, готує дані для обробки сигналу. Операція обробки сигналу закінчується пізніше спеціалізованим модулем. GNU Radio пропонує легко перенастроювати радіосистему, що дозволяє користувачам створювати різні пристрої без необхідності покупки декількох дорогих радіостанцій. Його можна використовувати для створення додатків, отримання даних з цифрових потоків або передавати дані в цифрові потоки. Потім ці потоки передаються з використанням апаратних засобів.

Gnu Radio має фільтри, каналні кодери, елементи синхронізації, еквалайзери, демодулятори, кодери, декодери і багато інших елементів (блоків). Також Gnu Radio включає в себе спосіб підключення цих блоків і управління передачею даних від одного блоку до іншого

Взаємодії програмної і апаратної частини. Підключення з програмного забезпечення GNU Radio, представлено на рис. 2 Підключення до пристроїв USRP забезпечується за допомогою апаратних драйверів UHD. Драйвери встановлюються на платформи Linux, Mac OSX і Windows, які забезпечують універсальне підключення пристроїв. Підключення програмного забезпечення до пристроїв SDR зображено на рис. 6.

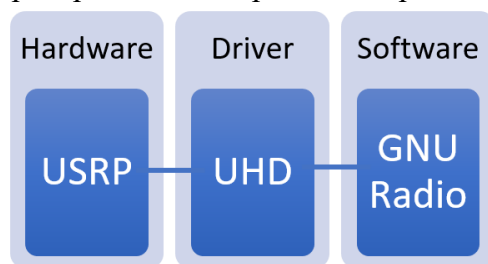


Рисунок 6 – Підключення програмного забезпечення до пристроїв USRP

Опис роботи системи. Сигнальний ланцюжок VLC зображена на рис. 7

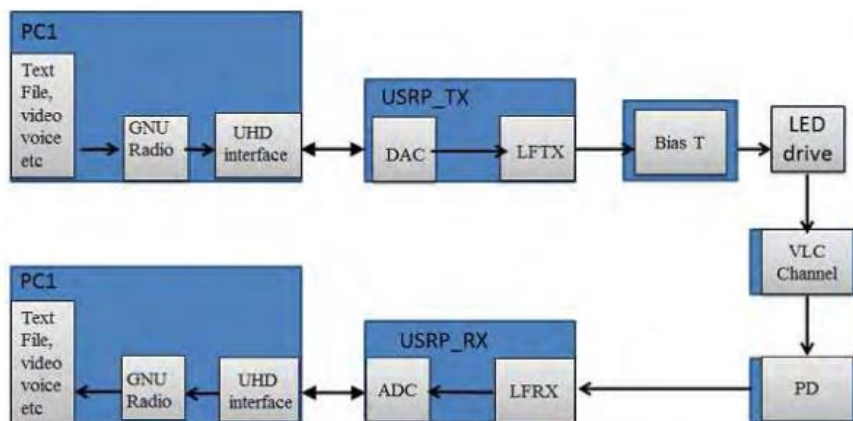


Рисунок 7 – Сигнальний ланцюжок VLC

Текстовий файл, відео і голос передаються в програмне забезпечення GNU Radio, яке використовується для обробки протоколу обробки рівня MAC. Наприклад, текстові дані пакетуються, а потім дискретизуються в цифровому вигляді з використанням блоків обробки сигналів GNU Radio. Різні параметри такі як частота дискретизації, швидкість передачі даних, схема модуляції і т.д., можна налаштувати, змінивши блоки обробки сигналів усередині GNU Radio. Потім цифрові зразки пересилаються в USRP з використанням інтерфейсу апаратного драйвера USRP (UHD) через USB-порт. Потім сигнал передається на дочірню плату LFTX для модуляції смуги пропускання. Вихідний сигнал драйвера передається по оптичному каналу. Потім інтенсивність прийнятого світла виявляється приймачем і перетворюється в електричний струм на основі прямого виявлення з використанням комерційного фотодетектора. Дочірня плата LFRX в приймачі використовується для демодуляції прийнятого сигналу несучої, в той час як USRP приймач виконує перетворення з аналогового в цифровий. Цифрова вибірка з USRP пересилається на приймаючий ПК через USB-порт з використанням інтерфейсу (UHD). На приймаючій стороні програмне забезпечення GNU Radio використовується для обробки отриманих сигналів через блоки обробки сигналів. Потім вихідні дані відправляються в текстовий файл, медіаплеєр та інші елементи.

Тестування. Вибір модуляції. Обраною модуляцією стала частотна модуляція Гауса з мінімальним зрушенням (GMSK), головним чином по шести причин, зазначеним нижче:

1. Простота впровадження в програмне забезпечення.
2. Спектральна ефективність.
3. Нелінійність сигналу.
4. Можливість самосинхронізації.
5. Широко використовується в бездротового зв'язку, як в стандарті GSM.
6. Несприйнятливість до амплітудної дисперсії і шуму.

Першою причиною вибору GMSK модуляції був час і вартість впровадження, модуляція закодована в програмах GNU Radio і Python, що дозволяє легко впровадити її в систему [8]. Другою причиною була спектральна ефективність модуляції, яка дозволяла додавати більше даних в канал зв'язку з обмеженою пропускнуною спроможністю світлодіодів. Третя причина полягала в тому, що вимога лінійності сигналу не було жорстким, що означає, що нелінійність світлодіода не зашкодила зв'язку. Четвертим перевагою GMSK була можливість самосинхронізації, яка дозволяла варіювати час обміну даними. П'яте перевага полягала в тому, що GMSK широко використовується в різних стандартах RF.

Програмування передавача та приймача в програмному середовищі GNU Radio. Для програмування передавача необхідно зібрати наступну схему (рис. 8) в програмному забезпеченні GNU Radio

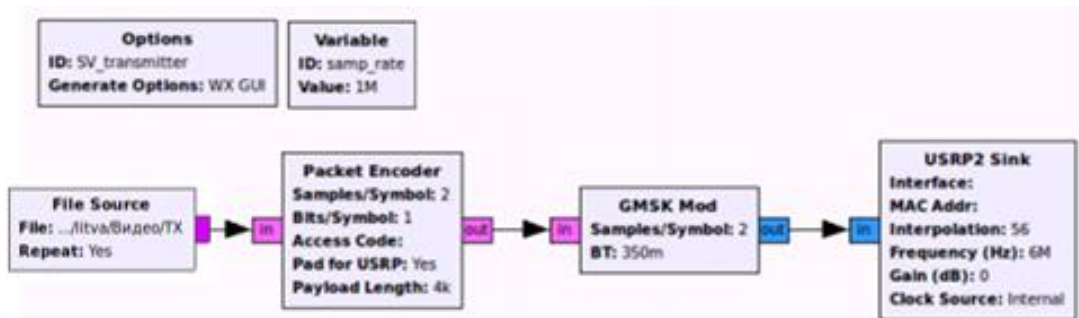


Рисунок 8 – Блок схема передавача в програмному середовищі GNU Radio

Як можна бачити з рис. 4, ми читаємо дані з файлу TX.txt, вміст файлу зображений на рис.9, який записаний на жорсткому диску комп'ютера, шлях до файлу вказується в блоці File Source, потім сигнал потрапляє на вхід пакетного енкодера (Packet Encoder) пакетів, який перетворює потік в 2х-бітний код. Цей потік надходить на Частотний модулятор Гаусса з мінімальним зрушенням (GMSK mode), після чого потрапляє на блок управління трансивером, USRP (USRP2 Sink).



Рисунок 9 – Вміст файлу TX.txt

Для програмування приймача необхідно зібрати наступну схему (рис.10) в програмному забезпеченні GNU Radio

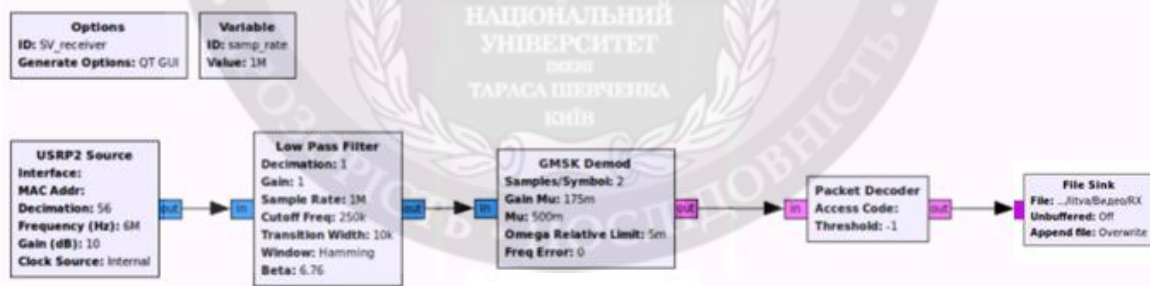


Рисунок 10 – Блок схема приймача в програмній середі GNU Radio

Схема приймача складається з наступних блоків: блок вхідних даних які приймає трансивер (USRP2 source) після нього сигнал потрапляє на фільтр нижніх частот (Low Pass Filter) де виділяється частота 10кГц, далі на Частотний демодулятор Гаусса з мінімальним зрушенням (GMSK Demod) і після на декодер пакетів (Packet Decoder) і останній блок на який потрапляє сигнал - це блок File Sink який використовується для запису прийнятого повідомлення в файл на жорсткий диск комп'ютера.

Запустивши блок схему отримали наступні результати. На виході блоку file source, графік спектра сигналу, Відображення форми сигналу у часовій області, виглядали наступним чином, рис. 11, 12.

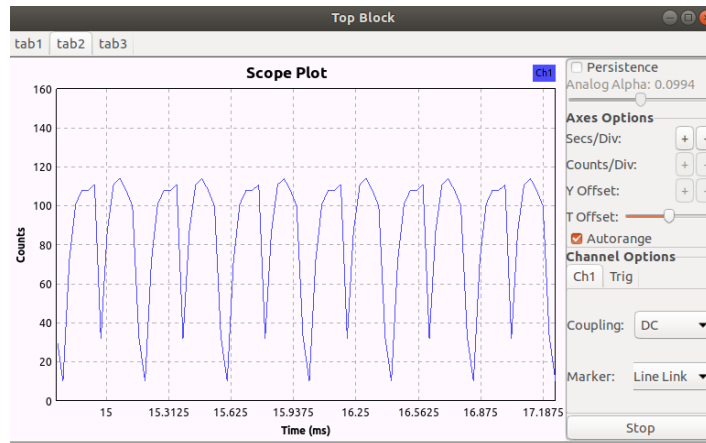


Рисунок 11 – Відображення форми сигналу у часовій області

Відображення сигналу у часовій області і спектр сигналу після проходження частотного модулятора Гаусса з мінімальним зрушенням представлені на рис. 12,13.

Графік спектру сигналу, і відображення форми сигналу у часовій області на виході модулятора GMSK представлено на рис. 12.

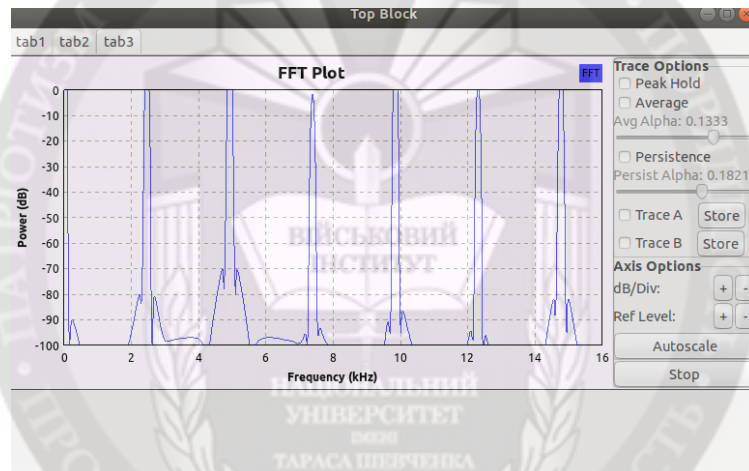


Рисунок 12а – Спектр сигналу



Рисунок 12б – Відображення форми сигналу у часовій області після модуляції

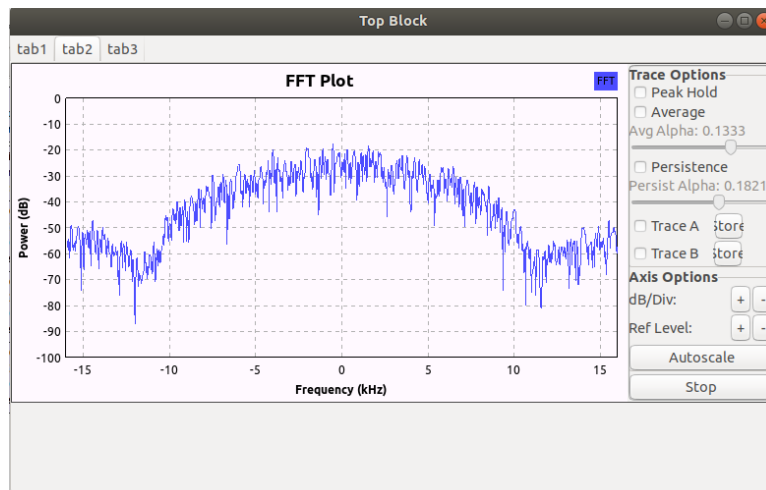


Рисунок 13 – Спектр сигналу після модуляції

Прийнятий сигнал зображений на рис.14, 15.

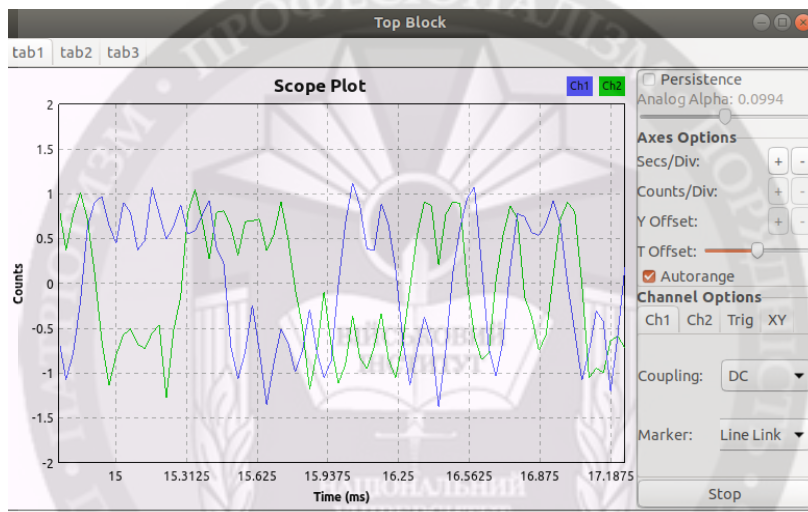


Рисунок 14 – Форма сигналу у часовій області після проходження каналу зв'язку

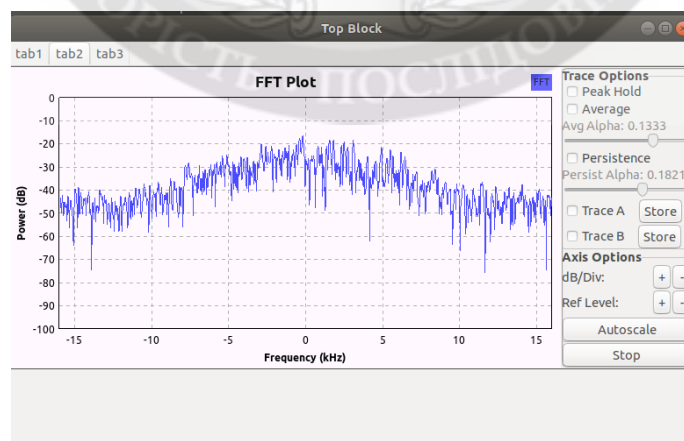


Рисунок 15 – Спектр сигналу після проходження каналу зв'язку

Після демодуляції і декодування вихідний сигнал показаний на рис. 16,17.

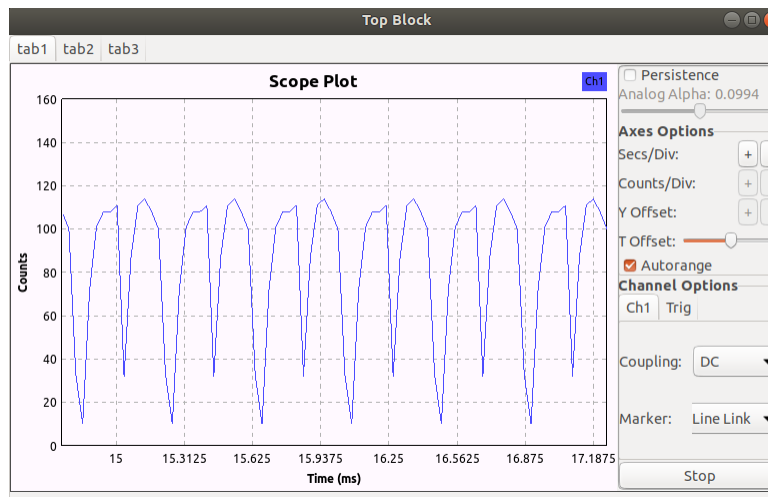


Рисунок 16а – Форма модульованого і декодуваного сигналу у часовій області

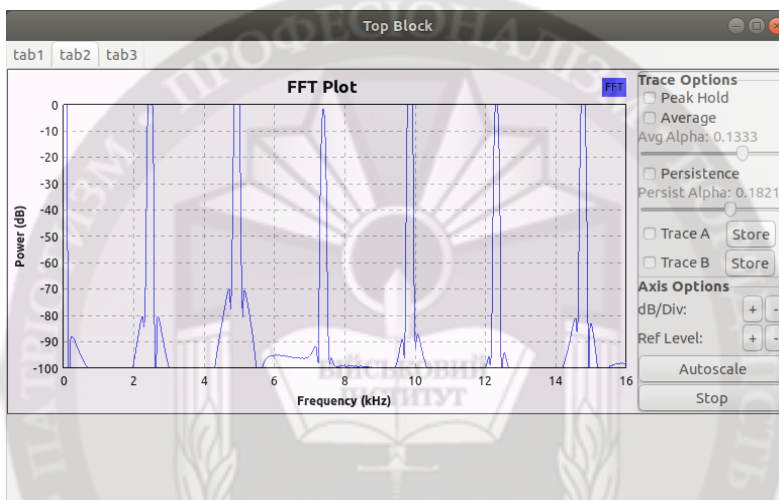


Рисунок 16б – Спектр сигналу після декодування і демодуляції

На рис. 17 представлено прийняте повідомлення, як бачимо воно збігається з відправленим.

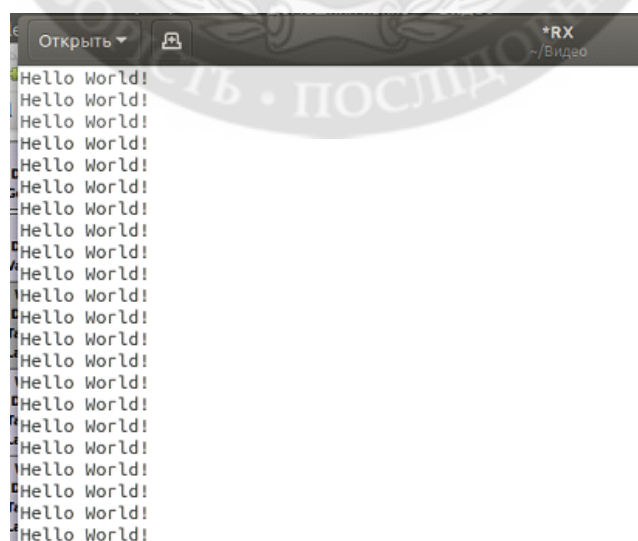


Рисунок 17 – Прийняте повідомлення

Висновки. Технології зв'язку в видимому світлі мають великі можливості в майбутньому. Ця технологія дозволить вирішити проблему інтеграції технології зв'язку в

видимому світлі з існуючою інфраструктурою без внесення в неї серйозних змін. У галузі зв'язку це швидко зростаючий сегмент, і його можна легко впровадити з мінімальними витратами. У цій роботі представлена можливість використання програмно-конфігурованого радіо у якості відправної точок для розробки комерційних додатків VLC з низькою та середньою швидкістю передачі даних. Представлений прототип стенду VLC, представляє собою об'єднання програмних та апаратних елементів. Данна реалізація пропонує гнучку платформу, на якій можливе провести дослідження впровадження нових функцій не вимагаючи тривалого часу на розробку.

Передачі по відео світу показує, що сценарій з використанням пристроїв SDR актуалізований не лише з точки зору затрат, а також простоти, гнучкості та продуктивності.

REFERENCES:

1. O.I Romanov, D.M. Fediushyna, T.T. Dong Model and method of Li-Fi network calculation with multipath Light Signals/2018 International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics (UkrMiCo), 10-14 Sept. 2018, Date Added to IEEE Xplore: 26 March 2020, Conference Kyiv, Ukraine. DOI:10.1109/UkrMiCo43733.2018.9047550, (e)ISBN: 978-1-5386-5264-0
2. O.I. Romanov, M.M. Nesterenko, L.A. Veres. Integration Of Modern Protocols Ip-Telephony In IMS Architecture/2018 International Conference on Information and Telecommunication Technologies and Radio Electronics (UkrMiCo), 10-14 Sept. 2018, Date Added to IEEE Xplore: 26 March 2020, Conference Kyiv, Ukraine. DOI: 10.1109 / UkrMiCo43733.2018.9047587, (e)ISBN: 978-1-5386-5264-0
3. Oleksandr Romanov, Tho Dong and Mikola Nesterenko The Possibilities for Deployment Eco-Friendly Indoor Wireless Networks Based on LiFi Technology/ 8th International Conference on Applied Innovations in IT, (ICAИТ), 2020. <http://dx.doi.org/10.25673/32747>.
4. Romanov O., Nesterenko M., Veres L., Kamarali R., Saychenko I. (2021) Methods for Calculating the Performance Indicators of IP Multimedia Subsystem (IMS). In: Ilchenko M., Uryvsky L., Globa L. (eds) Advances in Information and Communication Technology and Systems. MCT 2019. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 152. Springer, Cham. http://doi-org-443.webvpn.fjmu.edu.cn/10.1007/978-3-030-58359-0_13
5. F. M. Wu, C. T. Lin, et al. "1.1-Gb/s White-LED-Based Visible Light Communication Employing Carrier-Less Amplitude and Phase Modulation", IEEE Photonics Technology Letters, 2012
6. G. Cossu, A. M. Khalid, P. Choudhury, R. Corsini, and E. Ciaramella, "3.4-Gb/s visible optical wireless transmission based on RGB LED," Optics Express, 2012
7. Y. Hong, J. Chen, Z. Wang, and C. Yu Photonics Journal, IEEE, vol. 5, pp. 7800211–7800211, 2013.
8. M. Biagi, A. Vegni, and T. D. C. Little, "Lat indoor mimo-vlc localize, access and transmit," in Optical Wireless Communications (IWOW), 2012 International Workshop on, pp. 1–3, Oct 2012.
9. M. Saadi, L. Wattisuttikulkij, Y. Zhao, and P. Sangwongngam International Journal of Electronics & Informatics, vol. 2, 2013.
10. S. il Choi, "Analysis of vlc channel based on the shapes of white-light led lighting," in Ubiquitous and Future Networks (ICUFN), 2012 Fourth International Conference on, pp. 1–5, July 2012.
11. F. Porikli, "Inter-camera color calibration by correlation model function," in Image Processing, 2003. ICIP 2003. Proceedings. 2003 International Conference on, vol. 2, pp. II–133, IEEE, 2003.
12. Klemettila P., Oulun yliopistossa tutkitaan tiedonsiirtoa valolla, Kaleva, p. 3, 18 10 2014.

Litvinov E.A, Saichenko I.O.

USING SOFTWARE DEFINED RADIO TO STUDY SIGNAL TRANSMISSION IN VISIBLE LIGHT

In the work, proposals have been developed for building a stand using GNU Radio for researching data transmission technology using visible light technology. Visible light communication (VLC) can be used to build high-bandwidth, high-speed wireless access networks. The main advantage of visible light communication is that RF signals are not obstructed. This makes it possible to use visible light communication in hospitals, on space stations, and so it makes it possible to communicate underwater. Security, simple implementation procedures and range characteristics, license-free, also increase the use of visible light communication for a variety of applications.

The aim of this work is to provide guidance on the design and implementation of a visible light communication test bench using software-defined radio.

The article describes the architecture of VLC, presents the possibilities of using Software Defined Radio as a starting point for developing commercial VLC applications

SDR technology provides a framework that can help drive programs to market, generate interest from industry players, and shorten the time to market for future compliant products. The key issues in the implementation of the VLC system is to ensure the ability to transmit data for an LED luminaire with minimal changes in its lighting characteristics and production costs. Thus, this implementation can be improved by narrowing the gap between the industry and the research community.

A prototype for visible light transmission was designed using software-defined radios to communicate between analog devices and the computer on which the signal is processed. Using this concept provides the system with sufficient flexibility and modularity to incorporate new features into a prototype without requiring a long development time.

Conducted testing of this platform, during which it was possible to transfer a text file.

It is concluded that this implementation of the visible light transmission stand can serve as a starting point for the development of low to medium bit rate commercial VLC applications.

Keywords: visible light communication, VLC, IEEE 802.15.7, software-defined radio, SDR, GNU Radio, USRP.

