

М. Є. Костирко, І. П. Скаб, Р. О. Влох

ОПТИЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК

ОПТИЧНИЙ ЗВ'ЯЗОК – зв'язок, в якому для передавання інформації (даних) використовують світло. О. з. можна реалізовувати візуально або за допомогою електрон. пристроїв. Найперші візуал. форми такого зв'язку, зокрема й димові сигнали, створені кілька тисячоліть тому. У писем. джерелах 4 ст. до н. е. згадуються гідравлічні телеграфні семафори, що використовували у Греції. Здавна постійно діючими навігац. орієнтирами для суден були маяки. Запороз. козаки для оповіщення про напад ворогів на підвищеннях розміщували сигнал. вежі (за 5–10 км одна від одної). Кожний сигнальний пост. місця своєї варти розпалював велике вогнище, унаслідок чого повідомлення про просування чужого війська за 2–3 год. досягало Січі. Подіб. метод у надзвичай. ситуаціях все ще можуть використовувати моряки. Т. зв. оптич. телеграф – це система веж з поворот. мех. елементами для передавання інформації за допомогою візуал. сигналів. Інформація кодується положенням цих елементів; сигнал зчитується, коли вони знаходяться у фіксованому положенні. 1792 у Франції з'явилася перша діюча оптична семафорна лінія. Мережа з 556 станцій заг. протяжністю 4800 км покривала всю франц. територію та була повністю виведена з експлуатації 1880. Візуал. сигнал. пристроями для О. з. (переважно з використанням азбуки Морзе) є сигнал. лампи (напр., лампи Альдіса). Сучасні сигнал. лампи випромінюють сфокусовані світл. імпульси. Це досягається відкриванням і закриванням затвору, встановленого перед лампою, за допомогою перемикача з ручним або автоматич. керуванням. Лампи переважно оснащені оптич. прицілом і найчастіше розміщуються на морських суднах. У диспетчер. вежах аеропортів також використовують лампи з кодованими авіац. світл. сигналами. Вони випромінюють червоний, білий і зелений кольори, що дозволяє надавати різні вказівки льотчикам у польоті або на землі (напр., «дозволено приземлитися» або «дозволено злітати»). У них замість азбуки Морзе використовують 12 стандартизов. команд. Першим бездрот. соняч. телеграфом, що передавав інформацію спалахами відбитого дзеркалом соняч. світла (переважно за допомогою азбуки Морзе), був геліограф. Сигнали створювали поворотом дзеркала або перериванням променя затвором. Наприкінці 19 – на поч. 20 ст. геліограф був простим, але ефектив. інструментом для миттєвого О. з. на великі відстані.

1880 амер. вчений А.-Г. Белл зі своїм помічником Ч.-С. Тейнтером винайшов фотофон, що став першим електрон. пристроєм для О. з. Їм вдалося за допомогою світл. променя передати бездрот. голос. телефонне повідомлення на значну, як для того часу, відстань – при бл. на 213 м. Пристрій складався з плоского дзеркала з гнучкого матеріалу, на тильну сторону якого спрямовувався людський голос, під дією якого дзеркало ставало опуклим або увігнутим і таким чином поперемінно розсіювало та конденсувало світло. Таким чином, яскравість відбитого променя світла змінювалася відповідно до коливань звук. хвиль, що діяли на дзеркало. Спочатку фотофон. приймач, як і передавач, був неелектронним, а використовував фотоакустич. ефект у вуглеці. У своїй остаточ. електрон. формі приймач фотофону використовував простий фотодетектор із селеновою коміркою у фокусі параболіч. дзеркала. Електрич. опір елемента змінювався обернено пропорційно падаючому на нього світлу, тобто його опір був вищим при тьмяному та меншим при яскравому освітленні. Селен модулював струм, що протікає через коло, і струм перетворювався назад у звук за допомогою навушників. Пізніше систему неодноразово удосконалювали, але її так і не почали широко застосовувати на практиці.

Нині найпоширенішим типом каналу передачі інформації в О. з. є оптоволокно. Для реалізації зв'язку створюють оптич. сигнал за допомогою передавача (переважно з електрич. сигналу), ретранслюють його вздовж волокна, контролюючи рівень та спотворення, отримують оптич. сигнал за допомогою приймача, перетворюючи його в електрич. сигнал. Передавачами в оптоволокон. лініях зв'язку переважно є світлодіоди або лазерні діоди. Інфрачервоне світло використовують частіше, ніж видиме, оскільки оптичні волокна передають інфрачервоні хвилі з меншим ослабленням і дисперсією. Кодування сигналу переважно здійснюють простою модуляцією інтенсивності. Потреба в періодич. підсиленні сигналу була вирішена впровадженням волокон. підсилювача, що збільшив відстань зв'язку за значно менших витрат. Перші системи оптоволокон. О. з. були розроблені 1973 амер. компанією «Optelecom Inc.» для армії США та компанії «Chevron». На розвиток оптич. мереж вплинуло комерц. впровадження 1996 амер. компанією «Ciena Corporation» щільного мультиплексування з розподілом по довжині хвилі. Телекомунікац. компанії за допомогою оптоволокон. О. з. здійснюють Інтернет-зв'язок і передавання сигналів кабел. телебачення та телефон. сигналів. Оптичне волокно використовують в медицині, оборон. галузі, промисловості, а також як світловод або давачі для вимірювання, напр., тиску та температури. Станом на 2020 для потреб О. з. по всьому світу було розгорнуто понад 5 млрд км оптоволокон. кабелів. Постійне вдосконалення компонентів оптоволокон. О. з. дозволило досягнути передавання інформації по одному каналу зі швидк. 1 Тбіт/сек., а мультиплексування – отримати замість одного каналу понад пів тисячі каналів, досягнувши сумар. ефектив. швидк. передачі даних понад 10 Пбіт/сек. Прокладання оптоволокон. кабелю потребує знач. часу, зусиль та коштів. Оптичне волокно є склад. високотехнол. продуктом, властивості якого знач. мірою визначають

характеристики оптоволокон. ліній зв'язку. Намагання зменшити як витрати, так і вплив середовища, що передає оптич. сигнал, призвело до створення систем бездрот. О. з., в яких сигнал поширюють через земну атмосферу або вакуум (косміч. простір) електромагніт. хвилями ближнього інфрачервоного, видимого та далекого ультрафіолет. діапазонів. Вплив земної атмосфери обмежує дальність використання таких систем до кількох кілометрів, хоча відомі випадки встановлення зв'язку на відстані бл. 50 км. Тому бездрот. О. з. часто використовують для телекомунікацій т. зв. остан. милі. Найпоширенішим застосуванням бездрот. О. з. інфрачервоного діапазону є пульти дистанц. керування. У косміч. просторі бездрот. системи О. з. при невеликих об'ємах, малій масі та низькому енергоспоживанні можуть забезпечувати високу швидкість передачі даних та зв'язок на далекі та наддалекі відстані. Для такого зв'язку переважно використовують неодимовий лазер, випромінювання якого з довж. хвилі 1,06 мкм потрапляє у вікно прозорості атмосфери. Для забезпечення глобал. широкосмуг. покриття створюють космічну оптичну сітчасту мережу із сотнями чи навіть тисячами супутників. Прикладом успіш. застосування бездрот. О. з. в косміч. просторі є встановлення 2005 лазер. зв'язку між Землею та амер. косміч. апаратом «Messenger», що знаходився на відстані 24 млн км. Супутники «Starlink» оснащують лазер. терміналами. Ця технологія дозволяє передавати інформацію між супутниками та на поверхню планети. Інженери холдингу «Alphabet Inc.», якому належить транснац. корпорація «Google Inc.», розробили та випробували в Африці новітню систему лазер. зв'язку «Project Taara». За допомогою лазерів встановлено зв'язок зі швидк. 20 Гбіт/сек. між двома установками в межах прямої видимості (5 км). При цьому канал працював без збоїв 99,9 % часу, незважаючи на туман, легкий дощ і пролітаючих птахів. Компанія «Apple» запатентувала в США технологію бездрот. О. з., що може передавати дані швидше, ніж «Bluetooth» і «Wi-Fi».

Рекомендована література

1. A. A. Huurdeman. The World wide History of Telecommunications. 2003;
2. Климаш М. М., Пелішок В. О. Проектування ефективних систем безпроводного зв'язку. Л., 2010;
3. Чадюк В. О. Оптоелектроніка: від макро до нано. Передавання, перетворення та приймання оптичного випромінювання: Навч. посіб. К., 2019;
4. B. Elliott. Optical Communication. New York, 2021.

Бібліографічний опис:

Оптичний зв'язок / М. Є. Костирко, І. П. Скаб, Р. О. Влох// Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. – К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2022. – Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-75594>

2001-2025 © Ця енциклопедична стаття захищена авторським правом згідно з чинним законодавством України ([докладніше](#)).