

Міністерство освіти і науки України
Вінницький національний технічний університет

Матеріали XLVI науково-технічної конференції
підрозділів Вінницького національного
технічного університету (НТКП ВНТУ–2017)

15-24 березня 2017 року

Збірник доповідей

УДК 001
М34

Видається за рішенням Вченої ради Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України

Головний редактор: В. В. Грабко
Відповідальний за випуск: С. В. Павлов

Робоча група з підготовки конференції:

Голова робочої групи: проректор з наукової роботи ВНТУ Павлов С. В.;

Заступник голови робочої групи: начальник НДЧ ВНТУ Богачук В. В.;

Члени робочої групи:

заступники деканів факультетів з наукової роботи;

заступник директора ІнЕБМД з наукової роботи;

директор ІРВЦ Власюк А. І.;

начальник відділу з питань інтелектуальної власності Кондратьєва Л. М.;

провідний інженер відділу з питань інтелектуальної власності Петросюк Т. А.

М34 Матеріали XLVI науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКП ВНТУ–2017) [Електронне мережне наукове видання] : збірник доповідей. – Вінниця : ВНТУ, 2017.

ISBN 978-966-641-742-1

Збірник містить тексти доповідей XLVI регіональної науково-технічної конференції професорсько-викладацького складу, науковців, аспірантів та студентів Вінницького національного технічного університету з участю працівників підприємств м. Вінниці та Вінницької області з загально-інженерних, технічних, гуманітарних та фундаментальних наук.

НТКП ВНТУ проводиться у вигляді конференцій навчальних інститутів, факультетів, конференції Головного центру виховної роботи та конференції гуманітарних підрозділів. Кожна конференція має власну тематику, оргкомітет, строки проведення пленарних та секційних засідань, та складається з однієї або кількох секцій.

УДК 001

ISBN 978-966-641-742-1

© Вінницький національний технічний університет, укладання, оформлення, 2017

Зміст

НТК ВНТУ. Факультету інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем	1683
Секція біомедичної інженерії	
<i>Яніна Германівна Скорюкова, Володимир Сергійович Павлов</i> МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДЛЯ ОЦІНЮВАННЯ ПРОСТОРОВОГО РОЗПОДІЛУ ПЕРИФЕРІЙНОГО КРОВОНАПОВНЕННЯ	1684
<i>Дмитро Миколайович Барановський, Іван Олександрович Криворучко, Ганна Сергіївна Лепьохіна</i> ПРОБЛЕМИ І ЗАВДАННЯ СИСТЕМИ НАПРАВЛЕНЬ ПАЦІЄНТА ДО ЛІКАРІВ	1689
<i>Альона Володимирівна Наконечна</i> ЕЛЕКТРОННІ МАГНІТОМЕТРИ ДЛЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ	1691
<i>Іван Віталійович Костючок</i> АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕЛЕМЕДИЧНИХ СИСТЕМ	1695
<i>Іван Олександрович Криворучко</i> МЕТОДИ І ЗАСОБИ АУДІОВІЗУАЛЬНОЇ СТИМУЛЯЦІЇ ОПЕРАТОРА В ПРОЦЕСІ ЙОГО ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ	1698
<i>Сергій Миколайович Гончарук, Ксенія Сергіївна Навроцька</i> МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ КОГНІТВНИХ ФУНКЦІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ОПЕРАТОРА	1701
<i>Сергій Володимирович Костішин, Марина Василівна Московко</i> РОЗРОБЛЕННЯ АЛГОРИТМІВ НАВЧАННЯ І ТРЕНУВАННЯ СТРІЛКІВ	1703
<i>Олександр Миколайович Ковалюк, Дмитро Хуанович Штофель</i> ДОСЛІДЖЕННЯ АКУСТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОДЕЛІ ЗОВНІШНЬОГО ВУХА ЛЮДИНИ	1707
<i>Юрій Вікторович Дементьєв</i> УСТАНОВКА КОНТРОЛЮ КІЛЬКОСТІ КИСНЮ ДЛЯ МЕДИЧНОГО ЗАКЛАДУ	1710
<i>Руслан Ігорович Білий</i> КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МИСЛЕННЯ БІОЛОГІЧНИХ ОРГАНІЗМІВ	1712
<i>Сергій Макарович Зленко, Наталія Володимирівна Тітова, Йосип Іванович Стенцель</i> МОДЕЛЮВАННЯ ТЕРМОДИНАМІЧНИХ МЕТОДІВ У БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТАХ ДЛЯ РЕПРОДУКЦІЇ РИБНОЇ ГАЛУЗІ	1717
<i>Наталія Володимирівна Тітова, Андрій Юрійович Клапоуцак, Дмитро Барановський</i> ДОСЛІДЖЕННЯ МЕХАНІЗМІВ ДІЇ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА БІОБ'ЄКТ, ЩО ЗНАХОДИТЬСЯ В ВОДНОМУ СЕРЕДОВИЩІ	1721
<i>Михайло Олександрович Бомко</i> НАДІЙНІСТЬ РОБОТИ ОПЕРАТОРА В СКЛАДІ БІОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ	1725
<i>Юлія Андріївна Тупчій</i> ІМІТАНСНИЙ СУМАТОР ПО МОДУЛЮ ДВА	1727
<i>Олег Валерійович Каплунський</i> БОРТОВИЙ РЕЄСТРАТОР ДЛЯ РАДІОКЕРОВАНИХ ЛІТАКІВ	1729
<i>Марія Петрівна Козеренко</i> ЗАСТОСУВАННЯ СТОВБУРОВИХ КЛІТИН В МЕДИЦИНІ	1732
<i>Микола Володимирович Кобиця</i> РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ МІКРОКОНТРОЛЕРНОГО ТЕСТЕРА СЕРВОПРИВОДІВ ДЛЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ	1737
<i>Дмитро Хуанович Штофель</i> ЗАВДАННЯ І ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «МОДЕЛЮВАННЯ В БІОЛОГІЇ ТА МЕДИЦИНІ»	1739
<i>Ольга Миколаївна Денисюк</i> ОГЛЯД ЛАЗЕРНОГО СКАЛЬПЕЛЯ	1744
<i>Ганна Владиславівна Волкова</i> ОГЛЯД СИСТЕМИ ОПТИЧНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ КАПІЛЯРОСКОПІЇ	1747

Секція телекомунікації

Дмитро Валерійович Михалевський ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОЇ ШВИДКОСТІ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ У СТАНДАРТІ 802.11	1750
Олена Олександрівна Семенова НЕЧІТКИЙ КОНТРОЛЕР ДЛЯ МЕРЕЖ WIMAX	1752
Лідія Альбертівна Рогозіна АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОЇ ШВИДКОСТІ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ КАНАЛУ СТАНДАРТУ 802.11N У ДІАПАЗОНІ 5 ГГц	1753
Геннадій Григорович Бортник, Микола Володимирович Васильківський ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЛІНІЙНИХ ТРАКТІВ ВИСОКОШВИДКІСНИХ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ	1755
Геннадій Григорович Бортник, Микола Володимирович Васильківський ОЦІНЮВАННЯ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ КОГЕРЕНТНИХ ВОЛТ	1758
Дмитро Валерійович Михалевський ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНКИ ПОТУЖНОСТІ НА ВХОДІ ПРИЙМАЧА У СТАНДАРТІ 802.11	1761
Антоніна Віталіївна Письменна ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ BEAMFORMING В СТАНДАРТІ 802.11 AC	1763
Володимир Дмитрович Тромсюк СОРТУВАННЯ ВІДНОСНИХ ПОЗИЦІЙ СИНХРОІМПУЛЬСІВ ПО ЧАСТОТІ ЇХ ПОЯВИ	1766
Олена Олександрівна Семенова МАРШРУТИЗАЦІЯ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖАХ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ	1768
Vadim Pavlovich Novikov, Сергій Павлович Кононов ПАНОРАМНІ ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ СИСТЕМИ	1769
Оксана Степанівна Городецька ВПЛИВ КАПІЛЯРНИХ КОЛИВАНЬ ЛЕЖАЧОЇ КРАПЛІ ПРИ ВИМІРЮВАННІ ПОВЕРХНЕВОГО НАТЯГУ	1771
Владислав Олегович Шаталюк ОПТИЧНИЙ ПІДСИЛЮВАЧ EDFA В ВОСП	1773
Дмитро Валерійович Михалевський ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЧАСТОТНИХ КАНАЛІВ У СТАНДАРТІ 802.11	1775
Володимир Сергійович Белов, Сергій Іванович Белов ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ РАДІОАМАТОРСЬКИХ РЕТРАНСЛЯТОРІВ НАПІВДУПЛЕКСНОГО ТИПУ	1777
Анна Леонідівна Антонюк, Ольга Сергіївна Полуденко, Володимир Сергійович Белов Д ЕМОДУЛЯТОР КВАДРАТУРНИХ I/Q КАНАЛІВ	1780
Ольга Сергіївна Полуденко, Ганна Леонідівна Антонюк, Белов Володимир Сергійович ФОРМУВАННЯ ОРТОГОНАЛЬНО-РОЗНЕСЕНИХ ПІДНЕСУЧИХ ПРИ OFDM	1782
Володимир Сергійович Белов, Володимир Ігорович Курилович РАДІОАМАТОРСЬКА АВАРІЙНА СЛУЖБА (РАС): СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ	1784
Сергій Павлович Кононов ФОРМУВАННЯ МІТОК З ДОВІЛЬНОЮ ЧАСТОТОЮ ХАРАКТЕРІОГРАФА	1786
Володимир Сергійович Белов, Сергій Іванович Белов, Микола Григорович Хіслач ІСТОРІЯ РАДІОАМАТОРСЬКОГО РУХУ НА ВІННИЧЧИНІ	1788
Іван Слободян ОРГАНІЗАЦІЯ ТА СТРУКТУРА МАТРИЦЬ ПАМ'ЯТІ НА БАЗІ XCH	1790
Олександр Борисович Білик, Оксана Степанівна Городецька ПЕРЕДАВАЧ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕБАЧЕННЯ СТАНДАРТУ DVB-T2	1793
Changhao Yu АНАЛІЗ ЧАСТОТНОГО РОЗПОДІЛУ В СТАНДАРТІ 4G LTE	1795
Віктор Вікторович Карайкоза ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕДАЧІ ТРАФІКУ ПО БЕЗПРОВІДНИХ КАНАЛАХ СТАНДАРТУ 802.11	1797
Вікторія Йосипівна Куць, Микола Володимирович Васильківський ІНФОКОМУНІКАЦІЙНА МЕРЕЖА ЦЕНТРУ БІОМЕДИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	1799
Володимир Сергійович Белов, Ольга Іванівна Мельничук АРХІТЕКТУРА МЕРЕЖ WI-MAX	1802
Сергій Олександрович Кирилюк ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТРАНСПОРТНИХ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	1804
Володимир Сергійович Белов, Олександр Іванович Погребняк ОПТИМІЗАЦІЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ МОБІЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ ПРИ РОБОТІ В МЕРЕЖАХ СТАНДАРТУ 802.11	1807
Дмитро Михайлович Палагнюк, Володимир Сергійович Белов ЕВОЛЮЦІЯ СТАНДАРТІВ IEEE802.11X	1810
Dmitro Serhiyovych Tyshchuk, Володимир Сергійович Белов ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СТАНДАРТІВ БЕЗ-ПРОВОДОВИХ МЕРЕЖ ДОСТУПУ З ТЕХНОЛОГІЄЮ MIMO	1812
Роман Володимирович Трофанюк, Вячеслав Олегович Вінчук, Святослав Тадіонович Барась ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ ДИСКРЕТНИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ	1815
Володимир Сергійович Белов, Аркадій Леонідович Прибега ЕКСПЕДИЦІЙНА РОБОТА РАДІОАМАТОРСЬКОЇ СЛУЖБИ ЗВ'ЯЗКУ	1818
Антоніна Віталіївна Письменна ВОЛТ-RDN НА ОСНОВІ FLEXGAIN FOM16E	1820
Роман Забудський АЛГОРИТМ ЗАХИСТУ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ	1823
Лідія Альбертівна Рогозіна, Микола Володимирович Васильківський ВИКОРИСТАННЯ TDM ТА WDM ТЕХНОЛОГІЙ В МАГІСТРАЛЬНИХ ВОЛТ	1826
Дмитро Олегович Козін ПРИСТРОЇ НА БАЗІ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНИХ НАДПРОВІДНИКІВ	1829
Валентина Андріївна Ковтун, Святослав Тадіонович Барась ДИСКРЕТНА ПОСЛІДОВНІСТЬ ДЛЯ РОЗШИРЕННЯ СПЕКТРУ З УНІКАЛЬНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ АВТОКОРЕЛЯЦІЙНОЇ ФУНКЦІЇ	1833
Дмитро Михайлович Палагнюк, Микола Володимирович Васильківський ІНФОКОМУНІКАЦІЙНІ МЕРЕЖІ НА ОСНОВІ SHDSL ТЕХНОЛОГІЇ	1835
Олег Климчук АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМ ОБРОБКИ 3D ГРАФІКИ	1837
Максим Дмитрович Гузь, Василь Мартинович Кичак, Володимир Васильович Кичак НАДВИСОКОЧАСТОТНИЙ ІМПУЛЬСНО-КОДОВИЙ МОДУЛЯТОР НА БАЗІ ПЕРЕХОДІВ ДЖОЗЕФСОНА	1839
Анна Леонідівна Антонюк, Ольга Сергіївна Полуденко, Микола Володимирович Васильківський МЕРЕЖА ШИРОКОСМУГОВОГО ДОСТУПУ НА ОСНОВІ FTTC- ТЕХНОЛОГІЇ	1841
Dmitro Serhiyovych Tyshchuk, Микола Володимирович Васильківський ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ IP-ТЕЛЕФОНІЇ	1843

<i>Dmitro Serhiyovych Tyshchuk, Микола Володимирович Васильківський</i> ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ OFDM/OFDMA В СИСТЕМІ WIMAX	1845
<i>Владислав Олегович Шаталюк, Оксана Степанівна Городецька</i> ЕФЕКТИВНА ВОСП З ОП EDFA	1847
<i>Владислав Вікторович Гринчук, Володимир Сергійович Белов</i> СИСТЕМИ ЗВ'ЯЗКУ ДІАПАЗОНІВ НАДДОВГИХ ХВИЛЬ (ELF TA VLF)	1850
<i>Віктор Петрович Присяжнюк, Дмитро Валерійович Михалевський</i> ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ VOIP В БЕЗПРОВІДНИХ МЕРЕЖАХ	1854
<i>Микола Миколайович Пастушенко, Олена Валеріївна Войцеховська</i> ОРГАНІЗАЦІЯ МЕРЕЖІ БЕЗДРОТОВОГО ДОСТУПУ В НАВЧАЛЬНОМУ КОРПУСІ	1857
<i>Sebastian Reascos, Микола Володимирович Васильківський</i> ДОСЛІДЖЕННЯ МЕРЕЖ WDM-PON	1860
<i>Дмитро Михайлович Палагнюк, Микола Володимирович Васильківський</i> ВИКОРИСТАННЯ DP-QPSK МОДУЛЯЦІЇ В КОГЕРЕНТНИХ ВОСП	1862
<i>Володимир Сергійович Белов</i> ВИМІРЮВАННЯ ФАЗОВОЇ ПОХИБКИ В I/Q КАНАЛАХ	1865
<i>Антон Валерійович Джига, Олена Валеріївна Войцеховська</i> ПРОЕКТУВАННЯ ЦИФРОВОЇ МУЛЬТИСЕРВІСНОЇ МЕРЕЖІ	1868
<i>Володимир Сергійович Белов, Антон Сергійович Белов, Олександр Віталійович Ларюшкін</i> СИСТЕМИ РАДІОЗВ'ЯЗКУ В БЕЗЛІЦЕНЗІЙНИХ ДІЛЯНКАХ ДІАПАЗОНІВ – ПРОБЛЕМИ ТА МОЖЛИВІ ВАРІАНТИ ЗАСТОСУВАННЯ	1870
<i>Андрій Анатолійович Негур</i> ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТИПУ СВІП-ГЕНЕРАТОРА В СИСТЕМАХ ЧАСТОТНОГО МОНІТОРИНГУ	1873
<i>Сергій Олександрович Кирилюк</i> ПЕРСПЕКТИВИ ВПРОВАДЖЕННЯ МОБІЛЬНОЇ 5G МЕРЕЖІ	1875
<i>Ольга Сергіївна Полуденко, Ганна Леонідівна Антонюк, Микола Володимирович Васильківський</i> ШИРОКОСМУГОВА СИСТЕМА ДОСТУПУ НА ОСНОВІ FTTH-ТЕХНОЛОГІЙ	1877
<i>Ольга Сергіївна Полуденко, Ганна Леонідівна Антонюк, Микола Володимирович Васильківський</i> ВИКОРИСТАННЯ FTTH-ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ПОБУДОВИ ОМД	1879
<i>Максим Федорович Ступін, Сергій Павлович Кононов</i> ПРО ВИБІР ФІЛЬТРА ПРИ ЧАСТОТНОМУ СКАНУВАННІ	1881
Секція радіотехніки	
<i>Наталія Миколаївна Каращук, Черкес Олена Петрівна</i> ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗМІРІВ ТА ПОЛОЖЕННЯ ІЦІЛИНИ ШИРОКОСМУГОВОГО ХВИЛЕВІДНО-ІЦІЛИННОГО ОПРОМІНЮВАЧА АНТЕНИ ЗА КРИТЕРІЄМ МІНІМУМА КОЕФІЦІЄНТА ВІДБИТТЯ	1884
<i>Андрій Юрійович Воловик</i> НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ МЕТОДІВ СИНТЕЗУ ФУНКЦІОНАЛЬНО СТІЙКИХ РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ	1886
<i>Олександра Ігорівна Альтман</i> ПРИСТРІЙ ВИМІРЮВАННЯ ПРОСТОРОВОГО ПОСТІЙНОГО МАГНІТНОГО ПОЛЯ	1888
<i>Анна Леонідівна Антонюк, Ольга Сергіївна Полуденко</i> МОДЕЛЮВАННЯ ВІОМЕМС СТРУКТУРИ САПР COMSOL	1890
<i>Andriy Semenov</i> КЕРУВАННЯ ДИНАМІКОЮ ХАОТИЧНИХ КОЛИВАНЬ У ГЕНЕРАТОРІ ЗА СХЕМОЮ КОЛПИТЦЯ	1892
<i>Andriy Semenov, Алла Ігорівна Леишук</i> ГЕНЕРАТОР ДЕТЕРМІНОВАНОГО ХАОСУ ЗА СХЕМОЮ КОЛПИТЦЯ КЕРОВАНИЙ НАПРУГОЮ	1894
<i>Andriy Semenov, Денис Володимирович Сауленко</i> ГЕНЕРАТОР ДЕТЕРМІНОВАНОГО ХАОСУ ЗА СХЕМОЮ КОЛПИТЦЯ ЗІ СТРУМОВИМ ДЗЕРКАЛОМ	1896
<i>Andriy Semenov, Володимир Валерійович Німчук</i> БАЛАНСНИЙ ГЕНЕРАТОР ДЕТЕРМІНОВАНОГО ХАОСУ ЗА СХЕМОЮ КОЛПИТЦЯ	1898
<i>Ольга Сергіївна Полуденко, Ганна Леонідівна Антонюк</i> МОДЕЛЮВАННЯ RF-MEMS СТРУКТУРИ САПР COMSOL	1900
<i>Сергій Олексійович Рудик</i> АВТОМАТ УПРАВЛІННЯ ВУЛИЧНИМ ОСВІТЛЕННЯМ З АСТРОНОМІЧНИМ ТАЙМЕРОМ	1902
<i>Ілля Васильович Шаргалю</i> ІНТЕГРОВАНІ ПОВЕРХНЕВІ АКУСТИЧНІ ХВИЛІ (SAW). ШИРОКОСМУГОВА АНТЕНА ДЛЯ WLAN / WIMAX	1904
<i>Андрій Юрійович Воловик, Володимир Сергійович Мозговий</i> ПРИСТРІЙ СИНТЕЗУ ПЕРІОДИЧНИХ СИГНАЛІВ ДОВІЛЬНОЇ ФОРМИ В БАЗИСІ ФУНКЦІЙ ЛАГЕРРА	1906
<i>Andriy Semenov, Роман Олексійович Куляс, Євгеній Олегович Хоменко</i> ДВОКАСКАДНИЙ ГЕНЕРАТОР ДЕТЕРМІНОВАНОГО ХАОСУ ЗА СХЕМОЮ КОЛПИТЦЯ	1908
<i>Дмитро Володимирович Гаврілов, Віталій Юрійович Щепанівський</i> РОЗПОДІЛЬНИК ІМПУЛЬСІВ І РІВНІВ НА ПРОГРАМОВАНИХ КОРИСТУВАЧЕМ ВЕНТИЛЬНИХ МАТРИЦЯХ	1910
Секція електроніки і наносистем	
<i>Наталія Андріївна Стоян, Костянтин Володимирович Огородник</i> ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО МЕТОДУ ВИМІРЮВАННЯ ГУСТИНИ НАФТОПРОДУКТІВ	1914
<i>Ігор Андрійович Бойко</i> МІКРОЕЛЕКТРОННИЙ СЕНСОР ВОЛОГОСТІ З ЄМНІСНИМ ЧУТЛИВИМ ЕЛЕМЕНТОМ	1917
<i>Олександр Олександрович Лазарєв, Євген Геннадійович Крекотень</i> ФІЛЬТР ВИСОКИХ ЧАСТОТ НА L – НЕГАТРОНІ	1919
<i>Іван Олександрович Романчук, Олена Миколаївна Жагловська</i> МІКРОЕЛЕКТРОННИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ПОТУЖНОСТІ ОПТИЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ	1922
<i>Ігор Іванович Мацюра</i> ЕЛЕКТРОННИЙ АНАЛІЗАТОР ВОЛОГОСТІ ПОВІТРЯ ПРИ ВИСОКИХ ТЕМПЕРАТУРАХ	1925
<i>Богдан Андрійович Трушківський, Павло Миколайович Ратушний</i> ПРИСТРІЙ КЕРУВАННЯ ОБ'ЄКТАМИ ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ	1927
<i>Іван Вікторович Бура</i> МІКРОПРОЦЕСОРНИЙ ПРИСТРІЙ ДИНАМІЧНОЇ ЗМІНИ ПОЛОЖЕННЯ ОБ'ЄКТА У ПРОСТОРІ	1930
<i>Анастасія Вікторівна Столяр</i> СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ГУСТИНИ ГАЗУ УЛЬТРАЗВУКОВИМ МЕТОДОМ	1933
<i>Віталій Валерійович Красносельський, Павло Миколайович Ратушний</i> ІМПУЛЬСНИЙ БЛОК ЖИВЛЕННЯ +25/-25В	1936
<i>Дмитро Володимирович Худаско, Павло Миколайович Ратушний</i> СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ ПРИМІЩЕННЯ НА GSM МОДУЛІ	1939
<i>Антон В'ячеславович Ксьондз</i> МІКРОКОНТРОЛЕРНИЙ ПРИСТРІЙ ЗАВАНТАЖЕННЯ МІНІ-ІГОР	1942
<i>Саміа Фернанда Маїгуа Малес, Йосип Йосипович Білінський</i> ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА «РОЗУМНИЙ ДІМ»	1944
<i>Хуан Франсіско Серон Руїз, Йосип Йосипович Білінський</i> МІКРОПРОЦЕСОРНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ МАНІПУЛЯТОРОМ	1946

<i>Олег Олександрович Пахомов</i> УЛЬТРАЗВУКОВИЙ РІВНЕМІР РОЗПОДІЛУ ДВОХ ФАЗ СЕРЕДОВИЩ	1949
<i>Олександр Олександрович Лазарєв, Антон Ігорович Романько</i> ГЕНЕРАТОРИ ПЕРІОДИЧНИХ КОЛИВАНЬ НА С-НЕГАТРОНАХ	1951
<i>Дмитро Васильович Осадчук</i> ПРИСТРІЙ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ БАГАТОЕМІТЕРНИХ ІНТЕГРАЛЬНИХ ТРАНЗИСТОРІВ	1955
<i>Владислав Юрійович Худаско</i> ПРИСТРІЙ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	1957
<i>Олена Миколаївна Жагловська, Володимир Валерійович Мартинюк</i> ВИКОРИСТАННЯ РЕАКТИВНОГО ОПОРУ ЯК ДОДАТКОВОГО ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ ЕЛЕКТРОМОТОРА	1960
<i>Йосип Йосипович Білинський, Володимир Петрович Стахов</i> ПАСИВНИЙ ПРИСТРІЙ ПЕРЕТВОРЕННЯ НВЧ У ДВІЙКОВИЙ КОД	1962
<i>Василь Андрійович Явтухівський</i> ІНДУКТИВНИЙ НЕГАСЕНСОР З ЧАСТОТНИМ ВИХОДОМ	1965
<i>Олександр Миколайович Ковалюк</i> ІНДУКТИВНИЙ НЕГАСЕНСОР МОСТОВОГО ТИПУ	1967
<i>Артем Борисович Гуральник, Йосип Йосипович Білинський</i> ДОСЛІДЖЕННЯ КУЛЬШОВОГО СУГЛОБА НА ОСНОВІ РЕНТГЕНІВСЬКИХ ЗНІМКІВ	1969
<i>Олексій Миколайович Сахно, Йосип Йосипович Білинський</i> СПЕКТРОСКОПІЧНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ СІРКИ В НАФТОПРОДУКТАХ	1976

XLVI Науково-технічна конференція факультету інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем

Оргкомітет

Голова оргкомітету

В. М. Кичак, ВНТУ, Україна

Заступник голови оргкомітету

С. М. Злепко, ВНТУ, Україна

Члени оргкомітету

Г. Г. Бортник, ВНТУ, Україна

О. В. Осадчук, ВНТУ, Україна

Й. Й. Білинський, ВНТУ, Україна

С. В. Тимчик, ВНТУ, Україна

Секції

Пленарне засідання

Секція біомедичної інженерії

Секція телекомунікації

Секція радіотехніки

Секція електроніки і наносистем

Математичне моделювання для оцінювання просторового розподілу периферійного кровонаповнення

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі розроблено тривимірну модель поверхні для представлення фотоплетизмографічного сигналу. Запропоновано визначення динамічних кривих як основних параметрів пульсових хвиль для задач моніторингу стану судинного русла. Доведена висока інформативність вказаних функцій для задач моніторингу та діагностики.

Ключові слова: неінвазивні методи, систола, фотоплетизмографія, дикротична фаза, ІЧ-випромінювання, тривимірна модель, пульсова хвиля, геометрична модель біологічного сигналу.

Abstract

In the work the three-dimensional surface model to represent of photoplethysmography signal (PPS). A definition of dynamic curves as the main parameters of pulse waves for the tasks of monitoring the state of the vascular vessel. Proven high information content of these features for monitoring and diagnostic tasks.

Keywords: non-invasive methods, photoplethysmography, dicrotic phase, infrared radiation, three-dimensional mode, pulse wave, a geometric model of a biological signal.

ВСТУП

На відміну від електрокардіографії та реографії, де амплітуда вимірюється в абсолютних значеннях (вольтах і омах відповідно), амплітуда фотоплетизмографічного сигналу вимірюється в відносних одиницях та розраховуються амплітудні показники пульсової хвилі при зміні часу. Відомо, що на точність діагностування методом фотоплетизмографії впливають інструментальні та методичні похибки. Складність аналізу фотоплетизмографічного сигналу також полягає у відсутності єдиної універсальної методики його моделювання та обробки. Фактично, кожна модель фотоплетизмографа має свій алгоритм роботи і метод інтерпретації результату.

Отже, задача полягає в удосконаленні існуючих та розробці нових моделей фотоплетизмографічного сигналу та методів його обробки і аналізу, що дозволять здійснювати моніторинг гемодинаміки та візуалізувати її стан, при цьому підвищити достовірність інтерпретації результатів і, як наслідок, точність діагностики.

Метою роботи є розробка моделі фотоплетизмографічного сигналу та автоматичного методу її обробки, що дозволить поєднати переваги вказаних методів з простотою реалізації та

високою достовірністю діагностики, а також, надасть можливість моніторингу динаміки пульсової хвилі та її інформативної візуалізації для відстеження змін стану судинного русла.

Методи дослідження

Усі відомі моделі фотоплетизмографічного сигналу та методи його обробки та аналізу можна поділити на такі групи: 1) графічний; 2) аналітичний; 3) якісний [4].

Для представлення фотоплетизмографічного сигналу тривимірною моделлю надану криву лінію розбивають на N кривих, кількість яких відповідає кількості пульсових хвиль. Отримані криві розташовують таким чином, щоб початок кожної кривої, що відповідає одній пульсовій хвилі, знаходився в одній площині (наприклад, ZOY) (рис. 1). При цьому, відстані між кривими по осі OY мають бути однакові. Кожна з цих кривих може розглядатися як твірна, яка змінюється в процесі руху в певному напрямку (наприклад вектору, перпендикулярному площині проєкцій ZOX). Отже, сукупність вказаних кривих утворює поверхню, яка моделює сигнал, що розглядається, на певному проміжку часу.

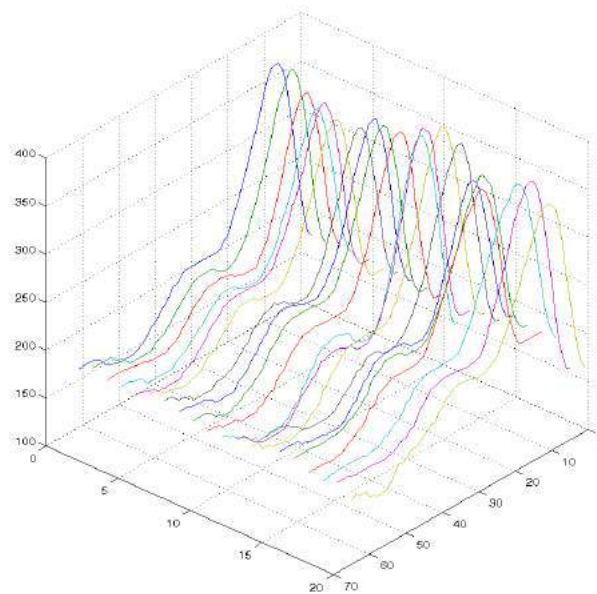


Рис.1 - Розташування кривих, що відповідають пульсовим хвилям

На кожній кривій-твірній визначаються характерні точки, а саме, точки початку пульсової хвилі ($C_1...C_N$), точки максимальної швидкості кровонаповнення ($B_1...B_N$), точки максимальної амплітуди пульсової хвилі ($A_1...A_N$), точки спаду дикротичної хвилі ($D_1...D_N$), точка максимальної амплітуди анакротичної складової пульсової хвилі ($E_1...E_N$), точки спаду анакротичної хвилі ($F_1...F_N$). Якщо однойменні точки кривих сполучити між собою, то отримаємо характерні криві, метричні та позиційні характеристики яких та взаємне розташування характеризує

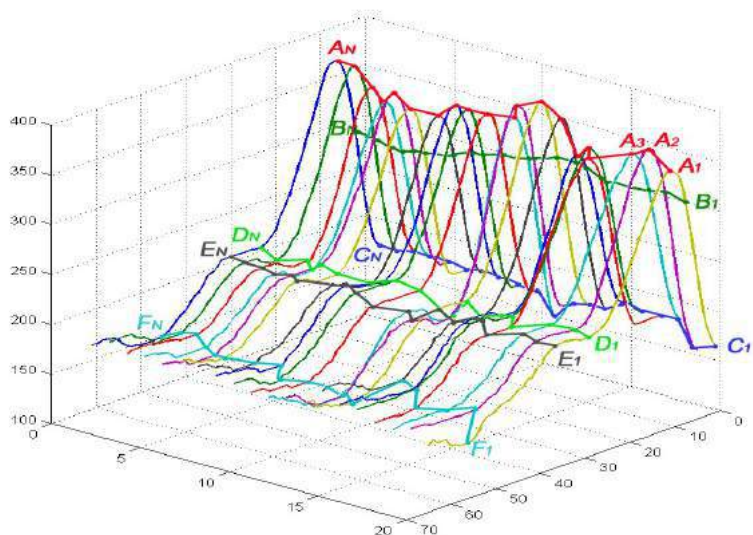


Рис. 2 - Визначення кривих, що характеризують основні параметри пульсових хвиль

Якщо взяти достатньо щільну сукупність кривих, що відповідають пульсовим хвилям (рис.1) та апроксимувати їх (наприклад за допомогою сплайнів), то отримуємо поверхню, яка є також тривимірною моделлю вхідного фотоплетизмографічного сигналу. Приклад такої моделі наведений на рис. 3. При цьому, кольорове забарвлення (при заданому діапазоні кольорів) покращує наочність візуалізації і дає змогу визначення порушень.

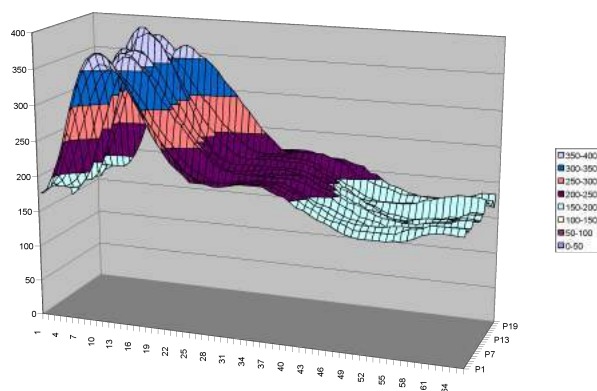


Рис. 3 - Приклад змодельованої поверхні фотоплетизмографічного сигналу

Висновки

В роботі розроблено тривимірну модель поверхні для представлення фотоплетизмографічного сигналу. Доведена ефективність розробленої моделі різницевої поверхні для візуального виявлення ступеню порушень гемодинаміки на кінцівках. Запропоновано визначення динамічних кривих як основних параметрів пульсових хвиль для задач моніторингу стану судинного русла.

В роботі використана двовимірна структурно-зв'язнісна модель для представлення фотоплетизмографічного сигналу. Для вказаного сигналу запропоновано обчислення

внутрішньозрізових та міжзрізових функцій, які в подальшому використовуються для оцінки стану судинного русла людини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Павлов С. В. Фізичні основи біомедичної оптики : монографія / [Павлов С. В., Кожем'яко В. П., Колісник П. Ф. та ін.]. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 152 с.
2. Мошкевич В. С. Фотоплетизмографія (аппаратура и методы исследования). / В. С. Мошкевич – Москва : Медицина, 1970. – 208 с.
3. Павлов С. В. Оптико-електронні засоби діагностування патологій людини, пов'язаних з периферичним кровообігом : монографія / [Павлов С. В., Козловська Т. І., Василенко В. Б.]. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 140 с.
4. [S. V. Pavlov; S. V. Sander; T. I. Kozlovska; A. S. Kaminsky; W. Wojcik](#), et al. Laser photoplethysmography in integrated evaluation of collateral circulation of lower extremities, *Proc. SPIE* 8698, Optical Fibers and Their Applications 2012, 869808 (January 11, 2013); doi:10.1117/12.2019336.
5. [Tetyana I. Kozlovskaya; Sergii V. Sander; Sergii M. Zlepko; Valentina B. Vasilenko; Volodymyr S. Pavlov](#), et al. Device to determine the level of peripheral blood circulation and saturation, *Proc. SPIE* 10031, Photonics Applications in Astronomy, Communications, Industry, and High-Energy Physics Experiments 2016, 100312Z (September 28, 2016); doi:10.1117/12.2249131.
6. [Sergii V. Sander; Tatiana I. Kozlovskaya; Valentina B. Vassilenko; Volodymyr S. Pavlov; Andrii Y. Klapouschak](#), et al. Laser photoplethysmography in integrated evaluation of collateral circulation of lower extremities, *Proc. SPIE* 9816, Optical Fibers and Their Applications 2015, 98161K (December 18, 2015); doi:10.1117/12.2229042.
7. Патент України 6872. Спосіб діагностики судинних порушень в уражених хребетно-рухомих сегментах та пристрій для його здійснення / Кожем'яко В. П., Павлов С. В., Коротко О. Ш., Чепорнюк С. В., Марков С. М., Колеснік П. Ф. //Б.В. "Промислова власність" №9/1 - 1995.
8. Павлов С. В. Фотоплетизмографічні технології контролю серцево-судинної системи : [Монографія] / С. В. Павлов, В. П. Кожем'яко, В. Г. Петрук та ін. – Вінниця : УНІВЕРСУМ - Вінниця, 2007. – 254 с.
9. Павлов С. В. Біомедичні оптико-електронні системи і апарати. Ч.1. Неінвазивні методи діагностики серцево-судинної системи / С. В. Павлов, В. П. Кожем'яко, В. Г. Петрук, П. Ф. Колісник, С. М. Марков – Вінниця, 2003. – 142 с.
10. Скорюкова Я. Г., Мельник О. П., Кормановський С. І., Марков Д. С. Моделювання геометричних структур за ознаками зв'язності для задач розпізнавання // Міжвідомчий

науково-технічний збірник «Прикладна геометрія та інженерна графіка», Київ, 2011, випуск № 87, с.342-346.

11. Скорюкова Я. Г., Марков С. М. Структурно-зв'язнісна модель фотоплетизмографічного сигналу // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології". – 2014.- №2(28). – С. 41-47

Скорюкова Яніна Германівна— канд. техн. наук, доцент, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: yanina_skor@mail.ru

Павлов Володимир Сергійович — студент групи О-15б, факультет комп'ютерних систем та автоматики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: machinehead6926@gmail.com

Науковий керівник: **Скорюкова Яніна Германівна**— канд. техн. наук, доцент, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: yanina_skor@mail.ru ;

Skoryukova Yanina G . – Ph.D. , docent , Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, e-mail: yanina_skor@mail.ru

Pavlov Volodymyr S. - student of O-15b, Faculty of Computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, e-mail: machinehead6926@gmail.com

Supervisor: **Skoryukova Yanina G .** –Ph.D. , docent , Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, e-mail: : yanina_skor@mail.ru

Проблеми і завдання системи направлень пацієнта до лікарів

¹Вінницький національний технічний університет

²Скадовська центральна районна лікарня

Анотація. Процес та структура надання медичних послуг визначають природу необхідних комунікацій. Нормативні вимоги до сфери охорони здоров'я відіграють головну роль у визначенні змісту та тривалості комунікацій. Ключовим елементом електронної системи направлень/листів-відповідей є провадження процесу направлень протягом всього клінічного маршруту пацієнта. З електронним направленням весь процес медичної допомоги можна суттєво покращитися, підвищитися його якість та адекватність.

Ключові слова: система направлень, направлення пацієнта, пацієнт, електронне направлення.

Abstract. The process and structure of health services determine the nature of the required communication. Regulatory requirements for health play a major role in determining the content and duration of communications. A key element of the electronic referral system / letters and answer process is preceding directions throughout the clinical pathways. Electronically sending the entire process of medical care can be significantly improved, increase the quality and adequacy.

Keywords: referral system, referral of the patient, the patient electronic referral.

Структура та процес надання медичних послуг визначають природу взаємозв'язків (комунікацій) які можуть знадобитись. Водночас, нормативні вимоги до сфери охорони здоров'я також відіграють ключову роль у визначенні змісту та тривалості взаємозв'язків (комунікацій). Перевага процесу направлень/відповідей полягає в тому, що він дозволяє досвідченим професіоналам зв'язуватись зі своїми колегами не лише задля обміну знаннями про пацієнта та відповідні лікарські засоби, але й суб'єктивними нюансами, які можуть чітко сприйматись медичною установою, яка прийматиме пацієнта [1].

Основними проблемами існуючої системи направлень в Україні є:

1. Відсутність розподілу між процесом направлення та пересуванням пацієнтів.
2. Направлення не має стандартної форми і не може безпосередньо передаватись до системи ведення пацієнтів.
3. Направлення не вважається обов'язковим, навіть для прийому до найбільш спеціалізованих лікарень.
4. Навіть у випадку з існуванням електронної системи ведення пацієнтів лікарі можуть не забажати вносити електронні дані через те, що вони не звикли користуватись комп'ютером, як інструментом.

Завдання та функції системи направлень слід чітко визначити таким чином, щоб жодних сумнівів щодо місця сімейного лікаря/консультанта в процесі направлення не виникало.

Завдання та функції системи направлень можуть включати в себе наступне:

1. Надання експертних багатопрофільних висновків для пацієнтів, які направляються сімейними лікарями.
2. Направлення пацієнтів на отримання відповідних послуг для обстеження чи зворотне направлення до сімейного лікаря.
3. Ведення клінічного аналізу, організація діагностичних обстежень, надання консультативної допомоги та лікування.
4. Узгодження та тестування інтегрованих маршрутів допомоги (ІМД).

Якісна система направлень не повинна потребувати додаткової роботи. Важливо, щоб саме така система визначала, де як і коли повинні оброблятись направлення, і перш за все з використанням електронної системи направлень.

Центральним елементом електронної системи направлень/листів-відповідей є провадження процесу направлень від першого контакту до останнього, тобто, протягом всього клінічного маршруту пацієнта.

Висновок. З електронним направленням весь процес медичної допомоги можна модернізувати та перепланувати, суттєво покращивши його якість та підвищивши адекватність. Система направлень не потребуватиме додаткової роботи, це дозволить досвідченим професіоналам швидко зв'язуватись зі своїми колегами для обміну знаннями про пацієнта та суб'єктивними нюансами, які можуть чітко сприйматись медичною установою приймаючою пацієнта.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Система направлень пацієнтів [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.eu-shc.com.ua/UserFiles/File/book12.pdf>

Барановський Дмитро Миколайович, аспірант каф. БМІ, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

phantom1395@ya.ru

Криворучко Іван Олександрович, студент, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Лепьохіна Ганна Сергіївна, лікар акушер-гінеколог, Скадовська центральна районна лікарня, м. Скадовськ.

Dmitry Nikolaevich Baranovsky, postgraduate department BMI, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa.

Ivan Oleksandrovich Krivoruchko, student, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa.

Anna Sergeevna Lepohina, obstetrician-gynecologist, Skadovsk central district hospital, Skadovsk.

ЕЛЕКТРОННІ МАГНІТОМЕТРИ ДЛЯ ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено технічні характеристики та проведено класифікацію магнітометричних датчиків, які можуть використовуватись в електронних компасах для різних прикладних задач.

Ключові слова: електронний компас; магнітометр; акселерометр; компас.

Abstract

Magnetometer sensors' technical characteristics are investigated, their classification is performed. These sensors can be used in electronic compasses of different applications.

Keywords: electronic compass; magnetometer; accelerometer; compass.

Вступ

Серед широкої номенклатури радіоелектронних приладів та пристроїв одне з чільних місць займають вимірювальні перетворювачі, без яких неможливо представити розвиток цивілізації. Основна функція таких приладів полягає в перетворенні різноманітних фізичних величин у такі, які далі буде зручно перевести у цифрові величини. Особливе місце серед цих перетворювачів займають магнітометри – прилади, призначені для дослідження природних та штучно створених магнітних полів, які широко використовуються для пошуку корисних копалин, вивчення просторово-часової структури магнітного поля Землі й планет, виявлення прихованих металевих об'єктів, неруйнівного контролю та технічної діагностики виробів і споруд, дослідження власних магнітних полів біологічних об'єктів і т. і.

Метою дослідження є аналіз метрологічних та експлуатаційних характеристик радіоелектронних пристроїв для реєстрації магнітних полів – магнітометрів.

Результати дослідження

У відповідності до сучасних світових тенденцій в розвитку робастних систем управління розроблено та реалізовано алгоритми параметричного та структурно-параметричного синтезу відмовостійких систем управління. Згідно з цими алгоритмами синтезовано закони управління автопілотом для повздовжнього та бокового руху малих безпілотних літальних апаратів, аеростатів, малих пілотованих літаків, які базуються на принципах як параметричної, так і структурної робастної оптимізації [1].

До датчиків параметрів польоту належать, зокрема, магнітометри. Магнітометр – це прилад для вимірювання напруженості магнітного поля та інших магнітних величин, зокрема магнітних характеристик матеріалів.

Цифровий компас, або магнітометр використовують в мобільних пристроях для визначення положення пристрою відносно сторін світу. Цифровий компас відстежує орієнтацію пристрою в просторі щодо магнітних полюсів Землі, і ця інформація використовується в картографічних і навігаційних програмах-додатках смартфонів і комунікаторів для орієнтування на місцевості [2].

Отже, магнітометр можна представити як компас, принцип дії якого оснований на визначенні координат з супутнім використанням супутникових навігаційних систем. Однак на практиці зустрічаються випадки, коли компас має в своєму складі в якості приймача блок магніторезисторів (який працює за принципом зміни опору залежно від положення об'єкта в просторі) або елементів Холла. Елементи Холла побудовані на основі мікромеханічних систем, високочутливих до зміни магнітного поля, а саме у них спостерігаються зміни розподілу зарядів на кремнієвій пластині під впливом магнітного поля Землі. Прилади на магніторезисторах відтворюють компас в його класичному вигляді, як автономний вимірювальний інструмент, на відміну від систем «збірного» типу, вхідна інформація для яких надходить безпосередньо у вигляді супутникового сигналу.

Таким чином, системи, зав'язані на зовнішньому джерелі інформації, по суті є приладами з індикацією кутового кута у вигляді компаса [3].

Розглянемо та проаналізуємо магнітометри, прокласифікувавши їх та визначивши особливості кожного типу (табл. 1).

Таблиця 1 – Порівняльний аналіз електронних магнітометрів

Тип магнітометра	Особливості	Застосування	Переваги	Недоліки
1. Індукційні магнітометри	- можливість мінімізації вимірювальної апаратури; - малі динамічні похибки	- космічні дослідження; - геофізичні дослідження	Одержання інформації в цифровому вигляді	Високі вимоги до вимірювача складових напруженості та кутів нахилу об'єкта
2. Подвійні трьох-компонентні магнітометри	- висока надійність; - оптичне калібрування напрямків; - низька потужність, що споживається; - режим перевірки працездатності в умовах експлуатації	В системах орієнтації супутників	- цифровий дубльований інтерфейс; - прилад розроблений за принципом «холодного» резервування	-
3. Обсерваторні магнітометри	Високоточні громіздкі апарати	Космічні дослідження	Висока точність	Великі розміри, складність
4. Акселерометри	- регулювання діапазону чутливості; - використовується в цифрових компасах; - побудований на мікросхемах (наприклад, ММА7260Q); - живлення 5 В [4]	Вимірювання кутів нахилу (крену), тангажу і нукання	Реагує на прискорення, на рівнодіючу силу, прикладену до датчика	-
5. Прості електронні компаси (на трьох осях)	- магніторезистивний принцип роботи; - побудований на мікросхемах (наприклад, НМС5883L); - живлення мікросхеми 3,3 В [5]	Вимірювання прямої силової лінії і величини магнітного поля Землі	Має інтерфейс I ² C	-
6. Магнітометри Холла на основі датчиків Холла	- діапазон вимірювань 1000 мТл (НВ1200.3А) і 2000 мТл (НВ1200.5А) зі збільшеною до 140 мм довжиною штока	Призначені для вимірювання величини магнітної індукції на основі перетворення її величини у вихідну напругу	Можливість передачі результатів вимірювань на комп'ютер через інтерфейс RS-232	-
7. Електронні компаси	- побудовані на мікросхемах (наприклад, LSM303DLH [6]); - чутливість до 1,5 Гс; - живлення мікросхеми 3,3 В	Вимірювання прямої силової лінії і величини магнітного поля Землі	-	Плаваючі результати по осі в межах 10°

Так як на практиці ми маємо справу найчастіше з визначенням місця розташування і напрямку за допомогою саме навігаційних систем, розглянемо алгоритм роботи такого приладу.

1. За сигналами зі супутників знімаються показники координат приймача системи супутникової навігації (і, відповідно, об'єкта).
2. Записується момент часу, в який було виконано визначення координат.
3. Вичікують деякий (досить короткий для підвищення швидкодії) проміжок часу.
4. Повторно визначається місце розташування об'єкта.
5. Вирішується найпростіша навігаційна задача обчислення вектора швидкості руху, виходячи з отриманих координат двох точок і величини часового інтервалу, після чого, знаючи вектор, можна легко отримати інформацію про напрямок та швидкість руху.
6. Здійснюється перехід до кроку 2.

Як бачимо, робота алгоритму відбувається циклічно, а відліковою точкою для початку визначення наступного вектора швидкості буде служити кінець напрямного вектора руху за попередній часовий інтервал.

Недоліки методу цифрового компасування пов'язані з такими особливостями: якщо об'єкт не рухається в просторі, напрямок вектора швидкості не вдасться визначити, оскільки точки координат при двох вимірюваннях збігатимуться. Як виняток можна навести достатньо великі об'єкти (наприклад, великі літальні апарати, кораблі, потяги, великі автомобілі), на яких можливо встановити два приймачі (наприклад, на носі і хвості корабля). Таким чином, координати двох точок можна отримати одразу, навіть якщо об'єкт нерухомий, і перейти до пункту 5 [7].

Додатково необхідно брати до уваги ступінь точності визначення координат супутниковими системами позиціонування і її вплив на визначення переміщення тихохідних об'єктів, так як може мати місце розкид помилок визначення місця розташування.

Висновки

У підсумку можна сказати, що найбільш важливим для практичного застосування в побутовій та спеціальній радіоелектроніці за своїми метрологічними характеристиками є подвійний трьохкомпонентний магнітометр. Він має низку переваг і жодних досліджених недоліків. За підсумком аналізу наукових джерел видно, що індукційні магнітометри набули більшого значення і розповсюдження, постійно виносяться нові пропозиції щодо його вдосконалення. Описані магнітометри та акселерометри можуть бути використані як основною частиною цифрових компасів. Вони, як правило, виконані у вигляді мікросхем з подібними технічними характеристиками.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Луцька Н. М. Оптимальні та робастні системи керування технологічними об'єктами : монографія / Н. М. Луцька, А. П. Ладанюк. – К. : Ліра-К, 2015. – 288 с.
2. Бондар П. М. Вимірювальні перетворювачі, прилади та системи [Електронний ресурс] : конспект лекцій / П. М. Бондар // Кафедра ПСОН ; НТУУ «КПІ ім. І. Сікорського». – 2009. – Режим доступу : <http://kafpson.kpi.ua/Arhiv/Bondar/lecture1.pdf> (дата звернення 17.03.2017).
3. Схеми ввімкнення та основні розрахункові співвідношення індукційних магнітометрів / Нічога В. О., Проненко В. О., Салдан О. В., Стефанишин І. В. // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». Серія: Радіоелектроніка та телекомунікації : збірник наукових праць. – 2015. – № 818. – С. 25–31.
4. Цифровой акселерометр [Электронный ресурс] // Устройства на микроконтроллерах AVR. – Режим доступа : <https://avrlab.com/node/122> (дата обращения 17.03.2017).
5. Простой электронный компас [Электронный ресурс] // Паяльник. – Режим доступа : <http://schem.net/mc/mc307.php> (дата обращения 17.03.2017).
6. Электронный компас [Электронный ресурс] // Электроника для всех. – Режим доступа : <http://easyelectronics.ru/elektronnyj-kompas-na-lsm303dlh.html> (дата обращения 17.03.2017).
7. Давачі сучасних інформаційно-вимірювальних систем метрології надслабких інфранизькочастотних магнітних полів / Нічога В. О., Дуб П. Б., Проненко В. О. та ін. // Датчики, прилади та системи–2008: 4-а МНТК, вересень 2008: тези доповіді. – Черкаси–Гурзуф, 2008. – С. 92.

Альона Володимирівна Наконечна – студентка групи РАМ-13б, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ram13b.nakonechna@gmail.com

Науковий керівник: **Штофель Дмитро Хуанович** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри біомедичної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Aliona V. Nakonechna – student of group RAM-13b, Faculty of Infocommunications, Radio-electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: ram13b.nakonechna@gmail.com

Supervisor: **Dmytro Kh. Shtofel** – Cand. Sc. (Eng.), Docent, Associate Professor of the Department of Bio-medical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

АПАРATНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕЛЕМЕДИЧНИХ СИСТЕМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено аналіз сучасних інформаційно-телекомунікаційних систем медичного призначення, а саме телемедичних. Визначено термін телемедичної системи. Розглянуто необхідні умови для безперебійного використання телемедичних систем, та отримання якісних зображень при консультуванні або прийомі хворого онлайн "в реальному часі". Показано спеціальні камери для передачі та отримання даних, а саме: зображень та відео.

Ключові слова: інформаційно-телекомунікаційні системи, телемедичної системи, передача та отримання даних.

Abstract

The analysis of modern information and telecommunication systems medical devices, such as tele-health. Defined terms telemedicine system. Considered necessary conditions for uninterrupted use-Thann telemedicine systems, and obtaining quality images with patient counseling or taking online "in real time". Showing special camera to transmit and receive data, and AME, images and video.

Keywords information and telecommunication systems, telemedychnoi system, transmission and reception of data.

Вступ

Розвиток інформаційних технологій наклав свій відбиток і на розвиток медицини. З'явилася можливість проводити консультації провідних фахівців незалежно від їх місця знаходження, контролювати процес лікування пацієнта, здійснювати керування проведенням хірургічних операцій, надавати психологічну допомогу і т.д.

Результати дослідження

Телемедицина – напрямок медицини, заснований на використанні комп'ютерних і телекомунікаційних технологій для обміну медичною інформацією між спеціалістами.

Телемедична система – це програмно-апаратний комплекс, призначений для одночасного забезпечення допомоги будь-якій людині незалежно від його місцезнаходження й соціального стану. Предметом телемедицини є передача за допомогою телекомунікацій і комп'ютерних технологій всіх видів медичної інформації між віддаленими один від одного пунктами (медичними установами, пацієнтами й лікарями, представниками охорони здоров'я тощо[1]. Необхідною умовою є наявність доступу медичних закладів до глобальної інформаційно-телекомунікаційної мережі Інтернет та спеціалізованого апаратно-програмного забезпечення, яке має:

- 1) візуальний контакт між учасниками консиліуму, а також для дистанційного огляду пацієнта;
- 2) передачу необхідних медичних даних у високій якості: історії хвороби, ЕКГ, УЗД, рентгенівських знімків, результатів аналізів і т.д.;
- 3) можливість записи і подальшого відповідального зберігання всіх аудіо-відеоматеріалів і медичних даних, переданих під час телемедичних сеансів;
- 4) можливість швидко одержувати від профільного лікаря підтвердження первинного діагнозу;

Найпоширенішою в даний час процедурою є телемедичне консультування (дистанційне обговорення клінічного випадку), яке забезпечує наближення кваліфікованої допомоги, швидку підтримку клінічних рішень та покращує якість та доступність медико-санітарної допомоги.

Телемедичні програмно-апаратні комплекси призначені для проведення телеконсультацій, дистанційної діагностики, моніторингу складних медичних маніпуляцій з використанням відео зв'язку в режимі реального часу. Все обладнання розроблене з урахуванням підтримки медичних стандартів із зберігання і передавання різного роду медичної інформації і даних в різних форматах. Телемедичне обладнання, що адаптоване для роботи в операційних приміщеннях і стійке до електромагнітного або рентгенівського випромінювання, джерелом якого є інше медичне устаткування, застосовується для

здобуття необхідних даних для встановлення діагнозу пацієнта. Методи оцінки технологічної ефективності апаратного зображення є: тестування встаткування, дослідження встаткування для телемедицини шляхом передачі серій зображень, блоків інформації; порівняння інформативності різних телемедичних систем (відео-конференц-зв'язок, Інтернет, телефонний зв'язок) - обсяги, швидкість передачі інформації, втрата якості, можливості ресстрації і т.д.

Технологія HD-відео – це ще один інструмент обстеження. Лікар може не тільки бачити й чути пацієнта, але і за допомогою цифрового стетоскопа прослуховувати шуми в легенях і серці, за допомогою електронного отоскопа проводити діагностику слухового каналу і за допомогою веб-камери проводити огляд шкірного покриву.

Спеціалізована відеокамера - цифрова відео(фото)камера, призначена для реальночасової трансляції консультантові динамічної відеоінформації (загального виду пацієнта, місця хвороби, порожнин, процесу фізикального обстеження, виконання лікувальної або діагностичної маніпуляції). Подібні пристрої мають функції 50-100-кратного збільшення зображення, автоматичної корекції колірної гами, поляризації, захоплення окремого кадру й т.д. Спеціалізовані відеокамери можна розділити на групи: [2].

- 1) камери для загального обстеження пацієнта ;
- 2) камери для демонстрації окремих анатомічних ділянок;

Перша група пристроїв застосовується лікарям загальної практики, хірургами, ортопедами-травматологами, а також в умовах першої ланки медико-санітарної допомоги. Друга й третя групи пристроїв використовуються в умовах спеціалізованих відділень і кабінетів.

Під видом камер для демонстрації окремих анатомічних ділянок можна вважати спеціалізовані прилади візуалізації - комп'ютеризовані пристрої для одержання зображення при лікарському огляді; зазвичай мають функції фіксації статичного зображення або відеоролику, або реально часової трансляції зображення експертові.



Рисунок 1 – Телемедичні камери для загального обстеження



Рисунок 2 – Спеціалізовані відеокамери для демонстрації окремих анатомічних ділянок

Базова робоча станція – це комплекс апаратури і програмного забезпечення, що формує багатопрофільне і багатоцільове робоче місце спеціаліста з можливостями вводу, опрацювання, перетворення, виводу, класифікації й архівування різних видів клінічної медичної інформації, а також проведення телеконференцій.

БРТМ (біорадіотелеметричні системи) служать для віддаленого моніторингу життєвих функцій і загального стану людини, що обстежується в процесі виконання якоїсь активної діяльності.

Апаратне забезпечення являє собою пристрої які входять до складу телемедичної системи, для її повної роботоздатності, та виконання всіх необхідних функцій. Апаратне забезпечення телемедичної системи зображено на рисунку 3.

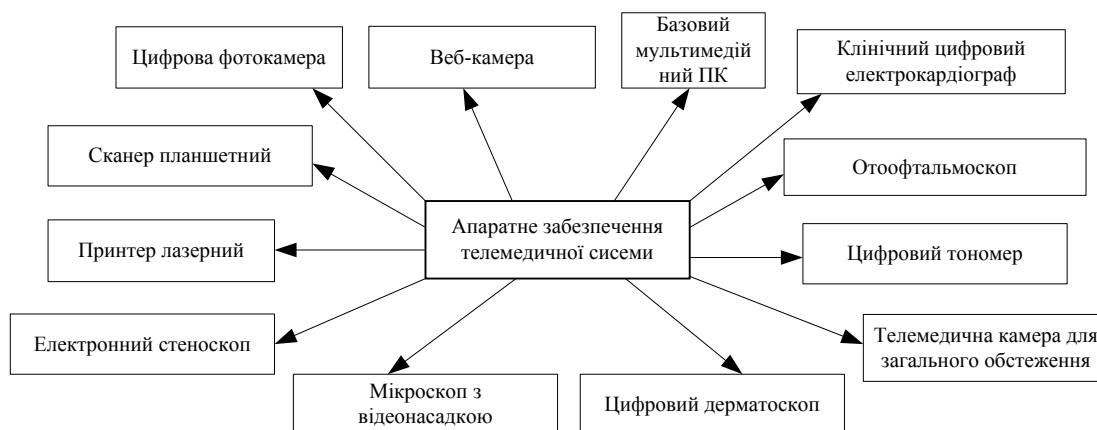


Рисунок 3 – Апаратне забезпечення телемедичних систем

Висновки

Отже, в рамках теоретичного аналізу розглянуто апаратне забезпечення телемедичних систем.

Результати показали, що телемедичні системи є надійними та забезпечують істотне підвищення рівня надання медичної допомоги при кардинальній економії витрат.

В той же час існує проблема юридичної відповідальності лікаря, частково злочинної недбалості при лікуванні хворого. Деякі лікарі вважають, що застосування телемедицини збільшує ймовірність лікарської помилки та притягнення лікаря до відповідальності (наприклад, якщо технічні неполадки призвели до негативних наслідків або погана якість зображення не дозволила правильно поставити діагноз).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Владимирский А.В. Телемедицина [монография] / Антон Вячеславович Владимирский. - Донецк: Изд-во «Ноулидж» (Донецкое отделение), 2011. —436 с. [електронний ресурс]. – режим доступу до ресурсу : <http://itelemedicine.pro/pages/files/Vladymyrskyy%20A.V.%20Telemedicine%20%20ISBN%20978-617-579-142-4.pdf>
2. С.М. Злепко. С.В.Павлов. Л.Г.Коваль. І.С.Тимчик – Основи біомедичного радіоелектронного апаратобудування. [електронний ресурс]. – режим доступу до ресурсу : <http://zlepko.vk.vntu.edu.ua/file/Posibnyky/a3c9b906176bdc79f0879fe80a5c4ea3.pdf>

Костючок Іван Віталійович — студент групи МА-16мн, факультету інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: ivan.kostyuchok@gmail.com

Науковий керівник: **Злепко Сергій Макарович** — д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри біомедичної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Ivan V. Kostyuchok – Department of Infocommunications, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: ivan.kostyuchok@gmail.com;

Supervisor: **Sergey M. Zlepko** — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Department of biomedical equipment, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

МЕТОДИ І ЗАСОБИ АУДІОВІЗУАЛЬНОЇ СТИМУЛЯЦІЇ ОПЕРАТОРА В ПРОЦЕСІ ЙОГО ПРОФЕСІЙНОЇ ДІЯЛЬНОСТІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Існує безліч різних способів відновлення роботи головного мозку при тих чи інших порушеннях, але серед них є один, який є досить дієвим і одним з найбільш приємних і розслаблюючих. Це аудіовізуальна стимуляція головного мозку. Зміна функціонального стану нервової системи при цьому досягається за рахунок впливу періодичних певної частоти імпульсів світла (спалахи) періодичних певної частоти на зоровий аналізатор (очі) і звуку (клацання) на слуховий аналізатор (вуха).

Ключові слова: аудіовізуальна стимуляція (АВС); активність мозку; бета-активності; біохвильова активність мозку; синхронізація мозкових хвиль (СМХ).

Abstract

There are many different ways to restore brain functioning in those or other violations, but among them there is one that is very effective and one of the most pleasant and relaxing. This audio-visual stimulation of the brain. The change in the functional state of the nervous system when this is achieved due to the impact of periodic-they have a certain frequency of light pulses (flashes) are periodic of a certain frequency on the visual analyzer (eyes) and sound (click) on the auditory analyzer (ears).

Keywords: audio-visual stimulation(AVS); brain activity; beta activity; bahvalova brain activity; synchronization of brain waves(SBW).

Вступ

На теперішній час при теперішньому розвитку технологій все актуальніше стає питання про дію аудіовізуального ефекту який безпосередньо впливаю на мозок оператора в процесі його професійної діяльності. Метод аудіовізуальної стимуляції мозку заснований на знаннях про особливості роботи нашого мозку. Він має складну, в нормі ідеально функціонуючу структуру, де мільярди клітин, взаємодіють одна з одною, здатні регулювати всю життєдіяльність людини, від його фізіологічних неусвідомлюваних процесів до найскладніших емоцій, побудови уявних продуктів, образів і ідей.

Результати дослідження

Оператор – кваліфікований робітник, що керує роботою складного механізму або відповідає за виконання певного виробничого процесу; людина, яка працює на технічному пристрої, комп'ютері і виконує регламентований інструкціями набір дій, операцій. Оператор в процесі своєї професійної діяльності потрапляє під дію аудіо-візуального ефекту який безпосередньо впливаю на мозок.

Таким чином, причини змін нашого самопочуття і різних наявних симптомів можна визначити за допомогою дослідження хвильової активності мозку. Але не тільки для діагностики може стати корисним таке дослідження. Давно стало відомо, що хвильову активність мозку можна змінювати, тим самим допомагаючи лікувати багато захворювань.

Достовірно відомо, що при різних видах розладів нервової системи, психічних захворюваннях хвильова активність мозку спотворена. Так, наприклад, недолік хвильової бета-активності може бути симптомом депресії, оскільки бета-активність буває виражена при готовності вирішувати інтелектуальні завдання, бути активним, що, як відомо, при депресії вельми скрутно [1].

Простою мовою кажучи, аудіовізуальна стимуляція - це спосіб інструментального, лікувальної дії на мозок за допомогою спеціально підібраних слухових і зорових стимулів/подразників.

При наявності будь-якого розладу наш мозок навіть при збереженні його структур може працювати розладнано, розбалансовано. Змінюючи, біохвильову активність мозку, ми тим самим впливаємо позитивно на перебіг хвороби або розлади. Так можна нормалізувати сон, прибрати відчуття втоми і апатії, різких і небажаних коливань настрою та ін.

Зовнішній прилад для ABC являє з себе навушники і окуляри, підключені до спеціального апарату. Пацієнт під час проведення процедури сприймає пульсуючий звук і мерехтливе світло. Справа в тому, що ці звуки (вони різні) і світлові стимули, в залежності від стану здоров'я людини і показань, здатні по-різному впливати на роботу мозку. Існують альфа-, бета-, дельта- і тета- ритми, які, впливають на органи чуття через спеціальні прилади, здатні задавати потрібний ритм мозкової активності.

Кеті Берг і Девід Зивер провели експеримент в якому були обрані довільно 74 учасники експерименту. 52 жінки і 22 чоловіки, вік варіювався близько 38.5 років. Спочатку був протестований сумарний депресивний індекс (BDI) і індекс чутливості до занепокоєння (ASI), потім тест плацебо. Щодня записувалося повний час сну, товариськість на роботі і в сім'ї, процес споживання їжі, апетит, споживання вуглеводів, потреби і рівень енергії [2].

Учасники були розділені на 2 групи. На контрольну групу, яка не зазнала впливу приладу аудіовізуальної стимуляції, і на випробувану групу, яка отримувала "плацебо" та піддавалася сеансів ABC.

Результати попереднього тесту BDI показали середній рівень депресії близько 20.1 в обох групах. 9.0 за шкалою означає помірний рівень депресії. Як показує BDI, симптоми депресії в контрольній групі зростали на 28% за шкалою до 26.1. Зменшення симптомів депресії на 36% відзначалося у учасників групи плацебо. У групі, яка піддавалася бета терапії, зменшився симптом депресії у 100% пацієнтів (BDI = 7.3, $p < 0.001$). З них 84% позбулися депресії.

У той час як у контрольній групі спостерігалось збільшення депресії, у випробуваній ABC групи депресія зменшилася. Другий симптом SAD занепокоєння знизився в чоловічій і жіночій групі, що піддався ABC. Хоча в жіночій контрольній групі занепокоєння зменшилася, в жіночій групі, що піддався стимуляції 1Гц і 20Гц ефект був значно краще.

Результати показали зниження переїдання, апетиту, споживання вуглеводів, в той час як рівень енергії підвищувався. Деякі пацієнти під час ABC значно втратили у вазі. 12 пацієнтів (8 жінок і 4 чоловіків) записали зниження ваги під час сеансів 1 Гц від 3 фунтів(1.36 кг) до 9.5 фунтів(4.3 кг). Деякі пацієнти заявляли, що зазвичай вони набирають вагу до 15 фунтів в зимовий період. Отже, втрата ваги є одним з плюсів використання ABC. Як заявив один пацієнт, "після двох тижневих сеансів по 20Гц, смак солодощів в роті почав бути огидним". Подальші спостереження показали повернення симптомів SAD в середньому через 2 тижні після припинення сеансів аудіовізуальної стимуляції приладом [2].

Виходячи з проведеного експерименту можна зробити висновок що ABC викликає позитивний ефект при деяких видах розладів нервової системи, психічних захворюваннях, але цей ефект проходить через деякий час після припинення застосування ABC.

Щоб аудіо-візуальна стимуляція принесла реальну користь, в першу чергу повинна бути досягнута синхронізація мозкових хвиль (СМХ). Хоча світлова та звукова стимуляція - справа суто суб'єктивна і особиста, гарантія того, що сигнали аудіо та візуальної стимуляції досягають мозку без будь-яких деформацій, дуже важлива.

СМХ - це резонуючий ритм мозку, тому що мозок реагує на слухові і візуальні стимули. Навіть крихітне невідповідність стимулів може порушити і порушує процес СМХ і відповідне йому стан свідомості, таке як медитативний транс і усвідомлене сновидіння.

Таким чином, існують особливі правила або критерії, які повинні строго дотримуватися для досягнення ефективності впливу приладів аудіо-візуальної стимуляції. Ці правила синхронізації мозкових хвиль базуються на законах фізики і нашої психологічної витривалості.

Правила функціонування свідомості застосовуються у формі директиви, тому що вони стосуються нашої фізіології, анатомії і нашого сприйняття навколишньої дійсності. Якщо прилад світлової та звукової стимуляції не здатний створити ефект аудіо-візуальної стимуляції, то цей прилад слід віднести до категорії приладів для розваги, але не для синхронізації мозкових хвиль.

Цінність такого приладу дорівнює цінності іграшки, але не інструменту впливу. СМХ може бути досягнута шляхом пильного погляду на мерехтливе, тепле полум'я вогню або за допомогою проносяться рівномірно повз Вас світяться білих ліній, коли Ви їдете вночі по шосе. Але все це неефективні методи досягнення СМХ [1,2].

Правила, дотримуючись яких можна досягти надійного і безпечного ефекту СМХ:

- правила частоти сигналу;
- правила потужності сигналу;
- правила відповідності сигналу;
- правила психологічної відповідності.

Висновки

Отже, в рамках теоретичного аналізу можна виділити переваги і недоліки аудіо-візуального ефекту на мозок оператора в процесі його професійної діяльності. До переваг можна віднести що аудіовізуальна стимуляція викликає позитивний ефект при деяких видах розладів нервової системи, психічних захворюваннях, наприклад таких як депресія і стрес, а також покращення самопочуття і це все відбувається шляхом синхронізації мозкових хвиль. До недоліків можна віднести те що в аудіовізуальній стимуляції немає постійного ефекту, тобто через деякий час після припинення її використання ефект пройде.

Також було встановлення що при дотриманні правил частоти, потужності, відповідності сигналу можна значно покращити вплив аудіовізуальна стимуляція на мозок оператора.

Прилади ABC - це «милиці» для мозку, вони гарні, щоб «навчитися ходити», але якщо до них звикаєш (а це цілком ймовірно), то самостійно «ходити» вже ліниво, і це може створити проблеми в реальному світі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Сивер, Д. Майнд машины. Открываем заново технологию ABC / Сивер, Д. // - 1999. - С. 27-28
2. Аладжалов Н.А., Квасовец С.В. Спонтанные сдвиги эмоционального состояния при монотонии и декасекундный ритм в потенциях головного мозга // Психологический журнал, 1985, т.6, № 2, с. 105-113.

Криворучко Иван Александрович — студент групи МА-16мн, факультету інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: ghost.boos@mail.ru;

Науковий керівник: **Тимчик Сергій Васильович** — к.т.н., доцент, кафедри біомедичної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Ivan O. Krivoruchko — Department of Infocommunications, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: ghost.boos@mail.ru;

Supervisor: **Sergey V. Timchik** — Associate Professor, Department of biomedical engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

МЕТОД ДОСЛІДЖЕННЯ КОГНІТВНИХ ФУНКЦІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ОПЕРАТОРА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоноване дослідження когнітивних функцій для визначення працездатності оператора показує наскільки важливими є визначення показників пам'яті, мислення, уваги, сенсомоторики та суб'єктивного стану фахівця. В дослідженні наведено професійно важливі психічні пізнавальні процеси розумової праці та методи їх оцінки

Ключові слова: працездатність, вища нервова діяльність, психічна діяльність, психофізіологічність.

Abstract

The proposed study of cognitive function to determine the efficiency of the operator shows how important is the determination of the memory, thinking, attention, and the subjective condition sensomotoryky fahi-vtsya. In a study presented professionally important psychichy cognitive processes of mental work and methods of evaluation.

Keywords efficiency, higher nervous activity, psychic activity, psychophysiology.

Вступ

За даними провідних вчених, визначення функціонального стану й працездатності людини повинно бути комплексним, з обов'язковою оцінкою функцій головних та обслуговуючих органів та систем.

При цьому вважається, що висока працездатність оператора залежить від функціональних можливостей провідних для даного виду діяльності систем організму та психофізіологічних якостей. Тому при оцінці працездатності операторів необхідно враховувати зміни абсолютних значень, ступінь коливань показників функцій організму й динаміку психофізіологічних якостей в процесі трудової діяльності[1].

Результати дослідження

Умови навколишнього середовища, в яких здійснюється трудова діяльність, впливають на оператора не як проста їх сума, а як сукупність синергічних та антагоністичних дій, і організм реагує на ці дії як єдине ціле.

Відомо, що зміна функцій організму при фізичній та розумовій праці досліджується спеціальними методами, які й є побічними показниками працездатності.

Розумова праця досліджується переважно за допомогою психофізіологічних методик з визначенням показників пам'яті, мислення, уваги, та суб'єктивного стану. Фізичну працю визначаємо, як правило, з використанням різних фізіологічних та клінічних методик та проб (енерготрати, показники кровообігу, дихання, обміну речовин та ін.)[1].

Зміни функцій організму при дослідженні методиками фізичної та розумової праці є побічними показниками працездатності. Прямі показники працездатності безпосередньо характеризують кількість та якість праці і є об'єктивними критеріями ефективності діяльності операторів.

Для оцінки працездатності операторів використовуються методики з відповідними критеріями в комплексі відтворюючих прямих та побічних показників працездатності в їх корелятивних взаємозв'язках з урахуванням суб'єктивного стану, особливостей та умов праці.

Застосування значної кількості побічних методик для більш повної оцінки стану функцій організму приводить до суперечливих результатів: в один і той же час одні показники можуть свідчити про зниження працездатності, другі - про її підвищення, треті - не виявити ніяких змін. Це пояснюється тим, що функціональні зміни в процесі трудової діяльності операторів пов'язані не тільки безпосередньо з виконаною роботою, а й з умовами, характером, особливостями праці, а також з процесами

адаптації, уоми. Крім того, зміни функцій бувають звичайно по-різному виражені в фізіологічних системах, які забезпечують дану конкретну діяльність, і в тих, котрі в цій діяльності не беруть участі.

Розумова праця пов'язана з прийомом й переробкою інформації і переважно потребує напруження вищої нервової (психічної) діяльності (ВНД). Головними характеристиками ВНД при розумовій праці є психофізіологічні якості й психічні пізнавальні процеси[2].

Психофізіологічними якостями вважаються властивості нервової системи й функціональні можливості аналізаторів. До професійно важливих психічних пізнавальних процесів розумової праці відносяться пам'ять, увага, та мислення [2].

Таким чином, для оцінки розумової праці необхідно дослідити психічні пізнавальні процеси та психофізіологічні якості, а для оцінки всіх побічних показників - додатково ще й фізичну працездатність та суб'єктивний стан людини.

Для оцінки безпосередньої та довгочасної пам'яті використовуються такі методики: слухова та зорова пам'ять на числа, оперативна пам'ять, запам'ятовування елементів та характеристик професійної діяльності.

При дослідженні якостей уваги найшли застосування коректурна проба з кільцями Ландольта, коректурна проба Анфімова, переплутані лінії, відшукування чисел з переключенням, розташування чисел й шкали приладів.

Оцінка мислення проводиться за допомогою таких методик, як інформаційний пошук в умовах дефіциту часу, додавання й віднімання, додавання й віднімання з переключенням, множення, числові ряди Рощинської, кількісні відношення, встановлення закономірностей та ін.

Висновки

Отже, головними факторами працездатності оператора є розумова праця яка досліджується переважно за допомогою психофізіологічних методик з визначенням показників пам'яті, мислення, уваги, та суб'єктивного функціонального стану. За нашими спостереженнями найважливішими когнітивними функціями операторів виявилися безпосередня та довгочасна пам'ять, увага та мислення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Корольчук М. С., Крайнюк В. М. Теорія і практика професійного психологічного відбору: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. — К.: Ніка-Центр, 2006. — 536 с
2. Энциклопедия психологических тестов. Общение, лидерство, межличностные отношения. — М.: АСТ, 1997. — 304 с.

Гонарук Сергій Миколайович — студент групи МА-16мн, Факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, goncharuk_sergiy@mail.ru;

Навроцька Ксенія Сергіївна — аспірант кафедри БМІ, ВНТУ, ksysha33@ukr.net;

Науковий керівник: **Зленко Сергій Макарович** — д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри біомедичної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Sergiy M. Goncharuk — Department of biomedical engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: goncharuk_sergiy@mail.ru;

Kseniya S. Navrotska — postgraduate, department of BME, VNTU, email: ksysha33@ukr.net;

Supervisor: **Sergey M. Zlepko** — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Department of biomedical engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

РОЗРОБЛЕННЯ АЛГОРИТМІВ НАВЧАННЯ І ТРЕНУВАННЯ СТІЛКІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В даній роботі розглядається питання побудови тренувального процесу стрілків вищої кваліфікації. Запропоновано три алгоритми проведення тренування, які розрізняються метою та змістом тренування. Кожен алгоритм застосовується на певному етапі тренувань та формує у стрілків стійку навичку стрільби.

Ключові слова: тренування, стрільба, прицілювання, стрілки.

Abstract

Construction of the training process shooters of higher qualification was discussed in this paper. Three algorithms of training were presented. This algorithms have been implementing the purpose and content of training. Each algorithm must applied at the certain stage of training and created a rack shooting skills.

Keywords: training, shooting, aiming, shooters.

Вступ

На початкових етапах підготовки стрілків основною задачею тренувальної технічної системи є прищеплення стрілку необхідних функціональних і психофізіологічних навичок у володінні вогнепальною зброєю – утримання, прицілювання, усвідомлення віддачі і т.д. Тому аспект діагностики тренувального процесу і виявлення помилок відіграє важливе значення для успішного використання реальної вогнепальної зброї.

В практичній діяльності діяльність стрілків початківців і професіоналів описуються алгоритмами у відповідності з якими і досягається необхідний рівень майстерності володіння короткоствольною вогнепальною зброєю (КВЗ) [1].

Основна частина

Прицілювання як один з головних елементів стрільби відповідає за наведення ствола зброї в бажану точку і встановлення стійкого положення зброї для подальших етапів.

Розглядаючи процес прицілювання, необхідно зазначити, що це рухова дія, яка спрямована на суміщення ока стрілка, верхнього зрізу прорізи цілика і мушки та точки прицілювання на одній прямій. При цьому просвіти між мушкою і боковими стінками цілика повинні бути однаковими. Крім власне самого прицілювання, тренування вимагає кожен рух руки зі зброєю.

При використанні алгоритмів може бути достатньо велика кількість, але в даному розділі будуть розглянуті три основні алгоритми без яких проведення тренування неможливе.

1. Алгоритм навчання навичок прицілювання стрілків-початківців (рис. 1.1).

Для навчання стрілків-початківців пропонується застосовувати принцип «світлофору» та алгоритм, побудований на його основі. Суть його полягає в тому, що коли при прицілюванні промінь (а отже і вісь ствола КВЗ) знаходиться в «просторі пострілу» (ПП), то висвічується зелене світло; коли має місце міграція променя на межі границь ПП (наявність тремору у стрілка) – жовте світло і коли промінь знаходиться поза можливим ПП – червоне.

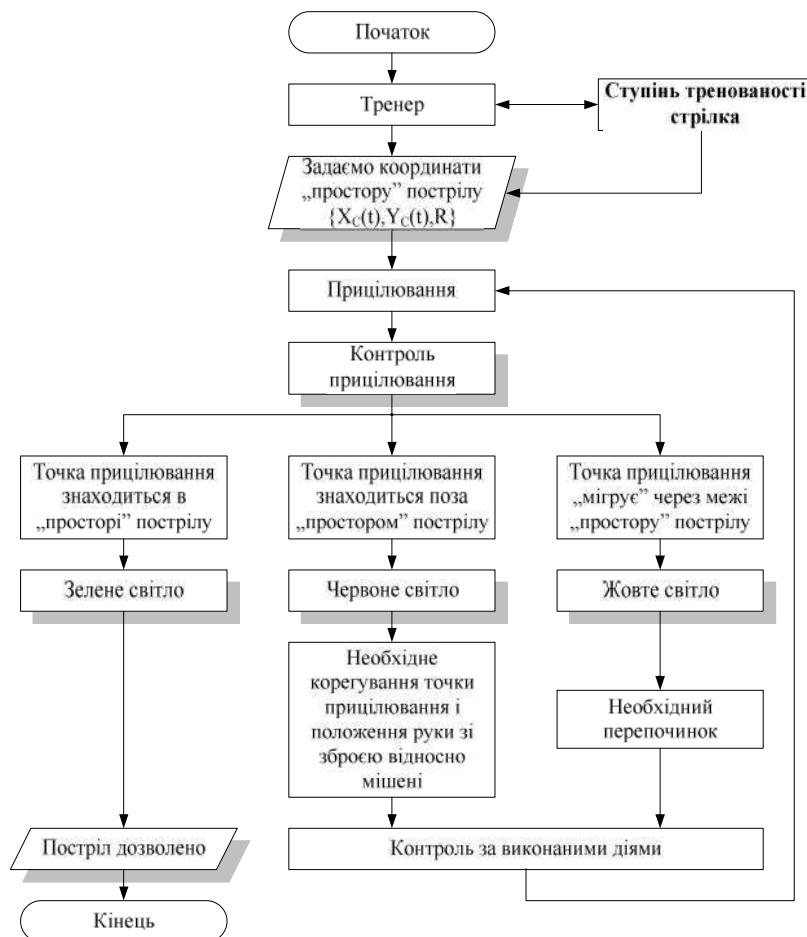


Рисунок 1.1 – Алгоритм навчання навичкам прицілювання стрілків-початківців

При цьому, часові інтервали прицілювання задаються оператором на етапі підготовки тренувальної програми. ПП – це площа, що визначається координатами центру прострілу – т. С $[X_C(t), Y_C(t)]$, радіусом простору R і оціночним балом M , що вказує на ступінь важливості даного ПП. Дані параметри ПП визначаються ступенем тренуваності стрілка, рівнем його фізичної і психологічної підготовки.

2. Алгоритм відпрацювання точного пострілу без імітатора віддачі в звичайних умовах (рис. 1.2).

При відпрацюванні даного алгоритму, оператор (тренер) за допомогою БТК задає на мішені вимагаємий ПП. Стрілок виконує прицілювання і постріл, в результаті чого координати попадання фіксуються системою, висвічуються на мішені і БТК вираховує сигнал неузгодженості

$$\varepsilon(t) = \sqrt{(X_C(t) - X_2(t))^2 + (Y_C(t) - Y_2(t))^2}$$

на основі якого і здійснюється корегування прицілювання, і визначає бальну оцінку пострілу.

Після виконання пострілу, стрілок дивиться на електронне табло, розташоване в тирі, і яке виконує функцію підзорної труби в звичайних умовах. На табло висвічується точка влучання на мішені в яку влучив стрілок. Одночасно на електронному табло висвічується ПП, куди повинен був влучити стрілок.

Отримавши зазначену інформацію, стрілок корегує точку прицілювання за допомогою об'єкта управління – руки з пістолетом, після чого виконує повторний постріл.

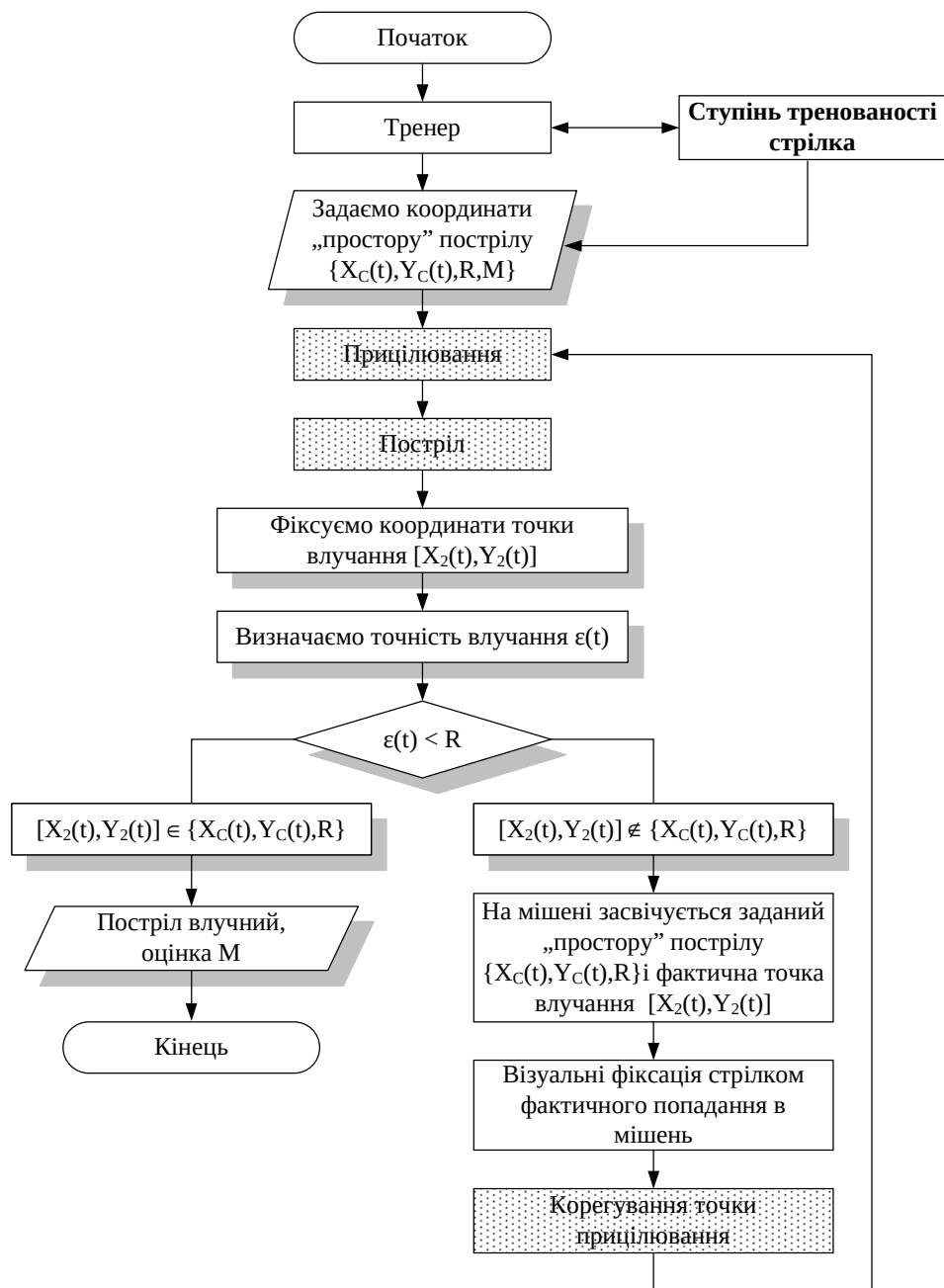


Рисунок 1.2. – Алгоритм відпрацювання точного пострілу без імітатора віддачі в звичайних умовах.

3. Алгоритм відпрацювання точного пострілу при швидкісній стрільбі з імітатор віддачі.

Даний алгоритм забезпечує найбільш реальні умови використання короткоствольної вогнепальної зброї в ситуаціях, що виникають у працівників ОВС України, при виконанні ними своїх професійних обов'язків.

Особливістю швидкісної стрільби є те, що в процесі її виконання буде мати місце постійне зміщення ТП у верхній сектор мішені і відповідно буде мати місце розкид ТВ, що в кінці кінців може привести до неураження ПП.

При тренуванні з імітатор віддачі необхідна фіксація променя в наступних точках мішені: точці прицілювання (ТП); верхній точці траєкторії вісі каналу ствола після віддачі (ТВВ); точці повернення вісі каналу ствола після віддачі (ТПВ). Це дозволяє отримати кількісні дані для подальшої кореляції пострілу та інших розрахунків, які покликані підвищити інформативність процесу тренування.

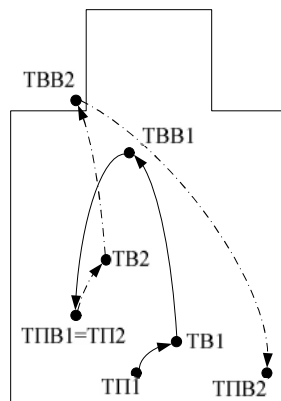


Рисунок 1.3 – Алгоритм відпрацювання точного пострілу при швидкісній стрільбі з імітатором віддачі: ТП – точка прицілювання, ТВ – точка влучання, ТВВ – точка влучання після віддачі, ТПВ – точка повернення після віддачі.

Висновок

Таким чином, можна визначити розрахункові координати ТВВ і ТПВ, в залежності від ступеня тренуваності. Порівняння даних координат в процесі тренування буде сприяти удосконаленню методики тренування кожного стрілка.

Було розроблено алгоритми для навчання і тренування на технічному комплексі стрільків-початківців та стрільків-професіоналів в умовах мультимедійного або лазерного тирів (тренажерів), при дії зовнішніх та внутрішніх артефактів, при різних рівнях психоемоційної напруженості і реалістичності модельованих сюжетів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Злепко С. М. Математична модель сумісності людини і короткоствольної вогнепальної зброї / С. М. Злепко, Д. Х. Штофель, А. А. Шиян // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. — 2009. — № 2. — С. 239—244.
2. Ковальчук А.М. Вдосконалення професійно-стрілецької підготовки особового складу підрозділів органів внутрішніх справ України / А.М. Ковальчук // Молода спортивна наука України: Зб. наук. статей аспірантів галузі фізичної культури та спорту. — Львів : ЛДІФК, 2000. — Вип. 4. — С. 192-193.
3. Злепко С.М. Організація біотехнічного комплексу для тренування використання вогнепальної зброї. / Злепко С.М., Костішин С.В. Белоусова О.В. // Матеріали V Міжнародної науково-технічної Сучасні проблеми радіелектроніки, телекомунікацій та приладобудування (СПРТП-2011). 19-21 травня 2011 р. — Вінниця : ВНТУ, 2011. — С. 160.
4. Костішин С.В. Метод та алгоритм аналізу і оцінювання траєкторії точки прицілювання / С.В. Костішин, С.М. Злепко, А.А. Шиян, М.В. Московко // Восточно-европейский журнал передових технологий. — 2011. — № 2/3 (50). — С. 68-72.

Костішин Сергій Володимирович — канд. техн. наук, старший викладач кафедри проектування медико-біологічної апаратури, Вінницький національний технічний університет.

Московко Марина Василівна — канд. техн. наук, асистент кафедри проектування медико-біологічної апаратури, Вінницький національний технічний університет.

Sergiy V. Kostishyn — Ph. D., Senior Lecturer of department of medical and biological equipment design, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Marina V. Moskovko — Ph. D., Assistant of department of medical and biological equipment design, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

ДОСЛІДЖЕННЯ АКУСТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ МОДЕЛІ ЗОВНІШНЬОГО ВУХА ЛЮДИНИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено дослідження акустичних властивостей зовнішнього вуха людини, зокрема показано вплив довжини зовнішнього слухового проходу на діапазон сприйняття людиною звуків та їх гучності.

Ключові слова: акустика; зовнішнє вухо; зовнішній слуховий прохід; модель; амплітудно-частотна характеристика.

Abstract

Research deals with acoustic properties of the man external ear. The impact of the length of the ear canal on the human perceiving hearing range and the loudness of sounds is shown.

Keywords: acoustics; outer ear; external ear canal; model; frequency response.

Вступ

Передача звукової інформації за допомогою технічних засобів відіграє величезну роль буквально у всіх сферах соціального і суспільного життя, науки та культури. Застосування нинішніх технічних пристроїв, призначених для прийому, обробки, та передачі звукової інформації містить неосяжний характер. Однак, які б не були ці пристрої, монопольним споживачем продукції, що поставляється є орган слуху людини. Проблема в тому, що розробка, проектування, дослідження і експлуатація будь-яких звукотехнічних пристроїв і приладів повинна забезпечувати не краще їх функціонування, а відповідати властивостям слухового апарату людини [1].

Метою роботи є дослідження впливу довжини слухового проходу на характеристики діапазону слухового сприйняття людини.

Результати дослідження

Для дослідження впливу довжини слухового проходу на слуховий діапазон людини було створено макет зовнішнього вуха людини із пластиліну, який фізіологічно відповідав середньостатистичним даним зовнішнього вуха людини з діаметром слухового проходу 7 мм [2] та довжиною 4 см (що свідомо перевищує максимальну фізіологічну довжину проходу). Зовнішній слуховий прохід – це кістково-хрящовий канал, що закінчується звукоприймальним елементом – барабанною перетинкою. Зовнішній слуховий прохід виконує роль резонатора (власна частота резонансу близько 3000 Гц) та підсилювача звуків (у межах 10 дБ) з частотою, близькою до резонансної [3].

Як звукотехнічний пристрій використовувались універсальні навушники закритого типу Gemix Clarks, що були розроблені для середньостатистичного користувача, з частотним діапазоном від 20 Гц до 20 кГц та чутливістю до 103 дБ. В якості вимірювального пристрою (який моделює барабанну перетинку) використовувався широкосмуговий вимірювальний мікрофон з частотним діапазоном від 4 Гц до 20 кГц та чутливістю –54 дБ.

Дослідження проводилось у декілька етапів за допомогою програмного забезпечення Room EQ Wizard, яке застосовується для вимірювання частотних, імпульсних та спектральних характеристик, в тому числі тимчасової АЧХ [4].

На першому етапі здійснювалось дослідження АЧХ навушників без використання макету зовнішнього вуха людини. На подальших етапах дослідження проводились з використанням макету зовнішнього вуха людини, при чому мікрофон розміщувався на різній глибині, що моделювало різну довжину слухового проходу від його входу до барабанної перетинки. За різними даними довжина слухового проходу варіює від 2 до 4 см.

Результати дослідження (рис. 1) показали, що довжина слухового проходу має відчутний вплив на слуховий діапазон людини, зі зменшенням довжини слухового проходу підвищується рівень слухового сприйняття людиною нижніх та середніх частот.

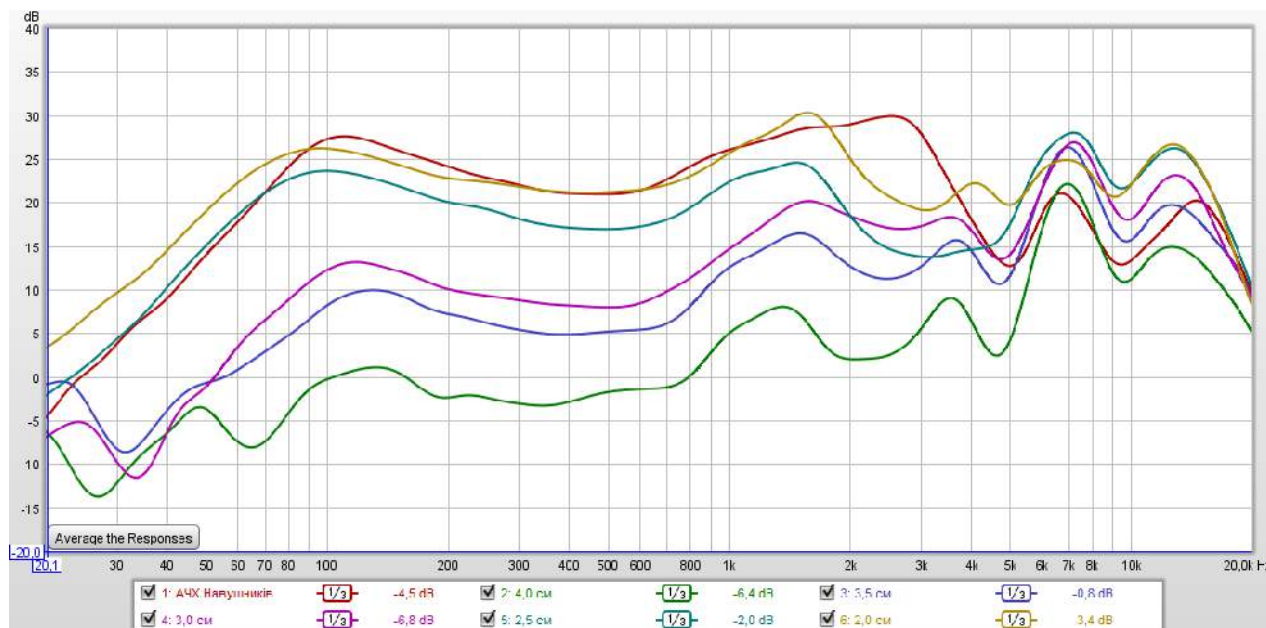


Рис. 1. АЧХ мікрофону, розміщеного на різній глибині від входу слухового проходу

АЧХ має виражені піки й западини. Графіки показують, що чим далі знаходиться приймач звуку від джерела, тим гірше сприймається звук. Найкращі характеристики з елементами підсилення має АЧХ мікрофону, розміщеного на глибині 2 см у слуховому проході. Бачимо, що акустичні характеристики вушного каналу суттєво залежать від його довжини, що може бути підставою для розробки індивідуального підходу до вибору навушників.

Таким чином, існує проблема в тому, що сучасна звукова апаратура з високими показниками відтворення сигналів зазвичай виготовлюється на основі вимог до забезпечення лінійності в широкому смузі частот, що не повністю відповідає властивостям слухового апарату людини, але дозволяє конструювати апаратуру універсального типу.

Висновки

Акустичні властивості зовнішнього вуха людини залежать від довжини слухового проходу, що відчутно впливає на характеристики суб'єктивного сприйняття звуку людиною в широкому діапазоні частот. Це означає, що одна й та сама звукова гарнітура (наприклад, навушники) будуть по-різному сприйматись різними людьми залежно від індивідуальних параметрів зовнішнього вуха.

Встановлено, що рівень АЧХ звукоприймального пристрою має стійку залежність від глибини розміщення його у слуховому проході. Чим коротша відстань від входу слухового проходу до приймача звуку (барабанної перетинки), тим кращі показники звукового сприйняття. Однак за будь-якої довжини слухового каналу АЧХ має виразно нелінійний характер.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Цвикер Э. Ухо как приемник информации / Э. Цвикер, Р. Фельдкеллер ; под ред. Б. Г. Белкина. – М. : Связь, 1971. – 255 с.
2. Анатомія і фізіологія слухового аналізатора [Електронний ресурс] // Тернопільський державний медичний університет ім. І. Я. Горбачевського. – Режим доступу : <http://intranet.tdmu.edu.ua/data/cd/otolaryngologia/html/R2.htm> (дата звернення 20.03.2017).
3. Оториноларингологія : підручник / за ред. Д. І. Заболотного, Ю. В. Мітіна, В. Д. Драгомирецького. – К. : Здоров'я, 1999. – 368 с.
4. Room Acoustics Software [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://www.roomeqwizard.com> (дата звернення 20.03.2017).

Ковалюк Олександр Миколайович – студент групи ЕЗ-16мі, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: o_kovaliuk@mail.ru

Штофель Дмитро Хуанович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри біомедичної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: shtofel@vntu.edu.ua

Oleksandr M. Kovaliuk – Faculty of infocommunications, radioelectronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: o_kovaliuk@mail.ru

Dmytro Kh. Shtofel – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor in Biomedical engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: shtofel@vntu.edu.ua

УСТАНОВКА КОНТРОЛЮ КІЛЬКОСТІ КИСНЮ ДЛЯ МЕДИЧНОГО ЗАКЛАДУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано структурно-функціональну організацію установки для забезпечення контролю кількості кисню, який використовується у медичному закладі. Впровадження такої системи дозволить оптимізувати використання кисню та забезпечити його точний облік.

Ключові слова: медичний заклад; кисень; облік газу; мікропроцесорна система.

Abstract

A structural and functional organization of scheme to control the amount of oxygen used in the medical facility. Implementation of the proposed system will optimize the use of oxygen and provide its accurate records.

Keywords: medical institution; oxygen; calculation of gas; microprocessor system.

Вступ

В багатьох відділеннях лікувальних закладів використовується медичний кисень. Кисень надходить у відділення з центральної рампи розподільчого пункту, до якої через редуктор приєднуються стандартні кисневі балони об'ємом 40 літрів під тиском 15 МПа. Кількість кисню, який спожито лікувальним закладом, визначається дуже приблизно за кількістю балонів, об'єм яких, а також початковий і кінцевий тиск в балонах різний. Також необхідна присутність фізично витривалого та відповідального оператора, який вручну має від'єднувати порожні балони та приєднувати нові, заповнені киснем, причому кількість балонів, які споживає лікувальний заклад за добу, може сягати шести десятків.

Результати дослідження

Для підвищення точності, надійності та автоматизації процесу обліку споживання кисню лікувальним закладом пропонується подавати кисень в розподільчу рампу під тиском від 1,0 МПа до 1,2 МПа з центрального кисневого газосховища, де кисень перебуває в рідкому стані під високим тиском і перетворюється у газоподібний стан в теплообміннику газосховища.

Споживання кисню медичним закладом характеризуються значною нерівномірністю у часі, тому однією з основних вимог до облікових місць контролю кількості споживання медичного кисню є надзвичайно широкий динамічний діапазон витрат, наприклад, від $0,01 \text{ м}^3$ до 20 м^3 за годину (за стандартних умов).

Для вирішення задачі визначення кількості кисню з великим динамічним діапазоном витрат пропонується використовувати установку, схема якої наведена на рис. 1.

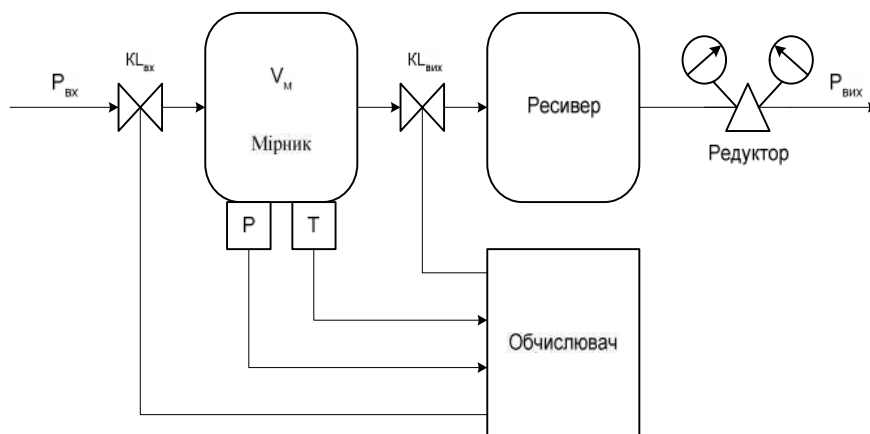


Рис. 1. Схема установки визначення кількості кисню

Обчислювач установки керує нормально закритим вхідним та нормально відкритим вихідним клапаном і за інформацією з перетворювача температури та тиску в мірнику, згідно відповідної математичної моделі, визначає об'єм кисню, переданого на ресивер в певному циклі роботи.

Крім реалізації математичної моделі обрахунку кількості кисню, мікропроцесорний обчислювач виконує і великий об'єм сервісних функцій з конфігурування конкретного вузла обліку, перегляд інтегральних параметрів роботи обчислювача, поточних параметрів, ведення архіву даних на основі енергонезалежної пам'яті в реальному астрономічному часі (погодинний та добовий архів, архів аварійних ситуацій, архів зміни параметрів конфігурування).

Висновок

В роботі запропонована структурна і функціональна реалізація системи контролю використання кисню в медичному закладі. Запропоноване технічне рішення з використанням мікропроцесорного керування, яке дозволить оптимізувати витрати кисню, забезпечити їх облік та реалізувати додаткові сервісні функції.

Дементьев Юрий Викторович — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри біомедичної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, email: home.uka@gmail.com

Yurii V. Dementiev — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor, Department of Biomedical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: home.uka@gmail.com

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ МИСЛЕННЯ БІОЛОГІЧНИХ ОРГАНІЗМІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В даній роботі розглядається розділ комп'ютерної лінгвістики та інформатики, що займається формалізацією проблем та завдань, які нагадують завдання, виконувані людиною.

Ключові слова: штучний інтелект, моделювання міркувань, машинне навчання, машинний зір, моделі мозку.

Abstract

In this paper the section of computational linguistics and computer science that deals with the formalization of the problems and challenges that resemble tasks performed by humans.

Keywords: artificial intelligence, modeling reasoning, machine learning, machine vision, brain models.

Вступ

У більшості випадків алгоритм розв'язання завдання невідомий наперед. Точного визначення цієї науки немає, оскільки у філософії не розв'язано питання про природу і статус людського інтелекту. Немає і точного критерію досягнення комп'ютером «розумності», хоча перед штучним інтелектом було запропоновано низку гіпотез, наприклад, тест Тюринга або гіпотеза Ньюела-Саймона. Нині існує багато підходів як до розуміння задач штучного інтелекту, так і до створення інтелектуальних систем.

Одна з класифікацій виділяє два підходи до розробки штучного інтелекту:

- низхідний, семіотичний — створення символічних систем, що моделюють високорівневі психічні процеси: мислення, судження, мову, емоції, творчість тощо;
- висхідний, біологічний — вивчення штучних нейронних мереж і еволюційні обчислення, що моделюють інтелектуальну поведінку на основі менших «неінтелектуальних» елементів.

Ця наука пов'язана з психологією, нейрофізіологією, трансгуманізмом та іншими. Як і всі комп'ютерні науки, вона використовує математичний апарат. Особливе значення для неї мають філософія і робототехніка.

Штучний інтелект — дуже молода область досліджень, започаткована 1956 року. Її історичний шлях нагадує синусоїду, кожен «зліт» якої ініціювався деякою новою ідеєю. На сьогодні її розвиток перебуває на «спаді», поступаючись застосуванню вже досягнутих результатів в інших областях науки, промисловості, бізнесі та навіть повсякденному житті [1].

Мета

Єдиної відповіді на питання чим займається штучний інтелект (ШІ), не існує. Майже кожен автор, який пише книгу про штучний інтелект, відштовхується від якогось визначення, розглядаючи в його світлі досягнення цієї науки. Зазвичай ці визначення зводяться до наступних.

Штучний інтелект вивчає методи розв'язання задач, які потребують людського розуміння. Грубо кажучи мова іде про те, щоб навчити ШІ розв'язувати тести інтелекту. Це передбачає розвиток способів розв'язання задач за аналогією, методів дедукції та індукції, накопичення базових знань і вміння їх використовувати.

Штучний інтелект вивчає методи розв'язання задач, для яких не існує способів розв'язання або вони не коректні (через обмеження в часі, пам'яті тощо). Завдяки такому визначенню інтелектуальні алгоритми часто використовуються для розв'язання NP-повних задач, наприклад, задачі комівояжера.

Штучний інтелект займається моделюванням людської вищої нервової діяльності.

Штучний інтелект — це системи, які можуть оперувати з знаннями, а найголовніше — навчатися. В першу чергу мова ведеться про те, щоби визнати клас експертних систем (назва походить від того, що вони спроможні замінити «на посту» людей-експертів) інтелектуальними системами.

Останній підхід, що почав розвиватися з 1990-х років, називається агентно-орієнтованим підходом. Цей підхід акцентує увагу на тих методах і алгоритмах, які допоможуть інтелектуальному агенту вижити в довкіллі під час виконання свого завдання. Тому тут значно краще вивчаються алгоритми пошуку і прийняття рішення [2].

Підходи до вивчення

Існують різні методи створення систем штучного інтелекту. У наш час можна виділити 4 досить різних методи.

Логічний підхід. Основою для вивчення логічного підходу слугує алгебра логіки. Кожен програміст знайомий з нею з того часу, коли він вивчав оператор ІФ. Свого подальшого розвитку алгебра логіки отримала у вигляді числення предикатів — в якому вона розширена за рахунок введення предметних символів, відношень між ними. Крім цього, кожна така машина має блок генерації цілі, і система виводу намагається довести дану ціль як теорему. Якщо ціль досягнута, то послідовність використаних правил дозволить отримати ланцюжок дій, необхідних для реалізації поставленої цілі (таку систему ще називають експертною системою). Потужність такої системи визначається можливостями генератора цілей і машинного доведення теорем. Для того щоб досягти кращої виразності логічний підхід використовує новий напрям, його назва — нечітка логіка. Головною відмінністю цього напрямку є те, що істинність вислову може приймати окрім значень так/ні (1/0) ще й проміжне значення — не знаю (0.5), пацієнт швидше за все живий, ніж мертвий (0.75), пацієнт швидше за все мертвий, ніж живий (0.25). Такий підхід подібніший до мислення людини, оскільки вона рідко відповідає так або ні.

Структурний підхід. Під структурним підходом ми розуміємо спроби побудови ШІ шляхом моделювання структури людського мозку. Однією з перших таких спроб був перцептрон Френка Розенблатта. Головною моделюючою структурною одиницею в перцептронах (як і в більшості інших варіантах моделювання мозку) є нейрон. Пізніше виникли й інші моделі, відоміші під назвою нейронні мережі (НМ) і їхні реалізації — нейрокомп'ютери. Ці моделі відрізняються за будовою окремих нейронів, за топологією зв'язків між ними і алгоритмами навчання. Серед найвідоміших в наш час варіантів НМ можна назвати НМ зі зворотнім розповсюдженням помилки, сітки Кохонена, сітки Хопфілда, стохастичні нейрони сітки. У ширшому розумінні цей підхід відомий як Конективізм. Відмінності між логічним та структурним підходом не стільки принципові, як це здається на перший погляд. Алгоритми спрощення і вербалізації нейронних мереж перетворюють моделі структурного підходу в явні логічні моделі [1]. З іншої сторони, ще в 1943 році Маккалок і Піттс показали, що нейронна сітка може реалізувати будь-яку функцію алгебри логіки [2].

Еволюційний підхід. Під час побудови системи ШІ за даним методом основну увагу зосереджують на побудові початкової моделі, і правилам, за якими вона може змінюватися (еволюціонувати). Причому модель може бути створена за найрізноманітнішими методами, це може бути і НМ, і набір логічних правил, і будь-яка інша модель. Після цього ми вмикаємо комп'ютер і він, на основі перевірки моделей відбирає найкращі з них, і за цими моделями за найрізноманітнішими правилами генеруються нові моделі. Серед еволюційних алгоритмів класичним вважається генетичний алгоритм.

Імітаційний підхід. Цей підхід є класичним для кібернетики з одним із її базових понять чорний ящик. Об'єкт, поведінка якого імітується, якраз і являє собою «чорний ящик». Для нас не важливо, які моделі в нього всередині і як він функціонує, головне, щоби наша модель в аналогічних ситуаціях поведила себе без змін. Таким чином тут моделюється інша властивість людини — здатність копіювати те, що роблять інші, без поділу на елементарні операції і формального опису дій. Часто ця властивість економить багато часу об'єктові, особливо на початку його життя.

У рамках гібридних інтелектуальних систем намагаються об'єднати ці напрямки. Експертні правила висновків можуть генеруватися нейронними мережами, а породжуючі правила отримують з допомогою статистичного вивчення. Багатообіцяючий новий підхід, який ще називають підсилення інтелекту, розглядають досягнення ШІ в процесі еволюційної розробки як поточний ефект підсилення людського інтелекту технологіями [3].

Напрями досліджень

Аналізуючи історію ШІ, можна виділити такий обширний напрям як моделювання міркувань. Багато років розвиток цієї науки просувався саме цим шляхом, і зараз це одна з найрозвиненіших областей в сучасному ШІ. Моделювання міркувань має на увазі створення символічних систем, на вході яких поставлена деяка задача, а на виході очікується її розв'язок. Як правило, запропонована задача уже формалізована, тобто переведена в математичну форму, але або не має алгоритму розв'язання, або цей алгоритм занадто складний, трудомісткий тощо. В цей напрям входять:

доведення теорем, прийняття рішень і, планування і диспетчеризація, прогнозування. Таким чином, на перший план виходить інженерія знань, яка об'єднує задачі отримання знань з простої інформації, їх систематизацію і використання. Досягнення в цій області зачіпають майже всі інші напрями дослідження ШІ. Тут також необхідно відмітити дві важливі підобласті. Перша з них — машинне навчання — стосується процесу самостійного отримання знань інтелектуальною системою в процесі її роботи. Друга пов'язана з створенням експертних систем — програм, які використовують спеціалізовані бази знань для отримання достовірних висновків щодо довільної проблеми.

Великі і цікаві досягнення є в області моделювання біологічних систем. Сюди можна віднести кілька незалежних напрямків. Нейронні мережі використовуються для розв'язання нечітких і складних проблем, таких як розпізнавання геометричних фігур чи кластеризація об'єктів. Генетичний підхід заснований на ідеї, що деякий алгоритм може стати ефективнішим, якщо відбере найкращі характеристики у інших алгоритмів («батьків»). Відносно новий підхід, де ставиться задача створення автономної програми — агента, котрий співпрацює з довкіллям, називається агентний підхід. А якщо належним чином примусити велику кількість «не дуже інтелектуальних» агентів співпрацювати разом, то можна отримати «мурашиний» інтелект. Задачі розпізнавання об'єктів вже частково розв'язуються в рамках інших напрямків. Сюди відносяться розпізнавання символів, рукописного тексту, мови, аналіз текстів. Особливо слід згадати комп'ютерне бачення, яке пов'язане з машинним навчанням та робототехнікою. У загальному, робототехніка і штучний інтелект часто асоціюються одне з одним. Інтеграцію цих двох наук, створення інтелектуальних роботів, можна вважати ще одним напрямом ШІ.

Не важко бачити, що більшість областей дослідження перетинаються. Це властиво для будь-якої науки. Але в штучному інтелекті взаємозв'язок між, задавалось би, різними напрямками виражений дуже сильно, і це пов'язано з філософським спором про сильний і слабкий ШІ[4].

Дослідження в галузі планування почалися зі спроби сконструювати робота, який би виконував свої завдання з деякою мірою гнучкості і здатністю реагувати на навколишній світ. Планування припускає, що робот повинен уміти виконувати деякі елементарні дії. Він намагається знайти послідовність таких дій, за допомогою якої можна виконати більш складне завдання, наприклад, рухатися кімнатою, заповненою перешкодами. Одним з методів планування є метод ієрархічної декомпозиції.

Планування через ряд причин є складним завданням, чималу роль в цьому відіграє розмір простору можливих послідовностей кроків. Навіть дуже простий робот здатний породити величезну кількість різних комбінацій елементарних рухів. Дослідження в галузі планування сьогодні вийшли за межі робототехніки, тепер вони включають також координацію складних систем завдань і цілей. Сучасні планувальники застосовуються як в агентських середовищах, так і для управління прискорювачами часток.

Машинне навчання — це розділ штучного інтелекту, має за основу побудову та дослідження систем, які можуть самостійно навчатись з даних. Наприклад, система машинного навчання може бути натренована на електронних повідомленнях для розрізнення спам і не спам-повідомлення. Після навчання вона може бути використана для класифікації нових повідомлень електронної пошти на спам та не-спам папки. В основі машинного навчання розглядаються уявлення та узагальнення. Представлення даних і функцій оцінки цих даних є частиною всіх систем машинного навчання, наприклад, у наведеному вище прикладі повідомлення по електронній пошті, ми можемо уявити лист як набір англійських слів, просто відмовившись від порядку слів. Узагальнення є властивістю, яку система буде застосовувати добре на невидимих екземплярах даних; умови, за яких це може бути гарантовано є ключовим об'єктом вивчення в полі обчислювальної теорії навчання. Існує широкий спектр завдань машинного навчання та успішних застосувань. Оптичне розпізнавання символів, в яких друковані символи розпізнаються автоматично, ґрунтуючись на попередніх прикладах, є класичним прикладом техніки машинного навчання. У 1959 році Артур Самуїл визначив машинне навчання як «Поле дослідження, яке дає комп'ютерам можливість навчатися, не будучи явно запрограмованим».

Обробка природної мови — загальний напрямок штучного інтелекту та лінгвістики. Він вивчає проблеми комп'ютерного аналізу та синтезу природної мови. Стосовно штучного інтелекту аналіз означає розуміння мови, а синтез — генерацію розумного тексту. Розв'язок цих проблем буде означати створення зручнішої форми взаємодії комп'ютера та людини.

Розуміння природної мови іноді вважають AI-повною задачею, тому що розпізнавання живої мови потребує величезних знань системи про оточуюче середовище та можливості взаємодіяти з ним. Саме означення змісту слова «розуміти» — одна з головних задач штучного інтелекту. У наш час значну роль у вирішенні задач з обробки природномовних даних відіграють онтології, наприклад, WordNet, UWN.

Машинний зір — це застосування комп'ютерного зору в промисловості та виробництві. В той час як комп'ютерний зір — це загальний набір методів, що дозволяють комп'ютерам бачити, областю інтересу машинного зору, як інженерного напрямку, є цифрові пристрої введення/виведення та комп'ютерні мережі, призначені для контролю виробничого обладнання, такого як роботи-маніпулятори чи апарати для вилучення бракованої продукції. Машинний зір є підрозділом інженерії, пов'язаним з обчислювальною технікою, оптикою, машинобудування та промисловою автоматизацією. Одним з найпоширеніших застосувань машинного зору є інспекція промислових товарів, таких як напівпровідникові чіпи, автомобілі, продукти харчування та ліки. Люди, що працюють на складальних лініях, оглядають частини продукції і роблять висновки про якість виконання. Системи машинного зору для цієї мети використовують цифрові та інтелектуальні камери, а також програмне забезпечення обробки зображення для виконання аналогічних перевірок.

Комерційні пакети програм для машинного зору і пакети програм з відкритим вихідним кодом зазвичай включає в себе низку методів обробки зображень, таких як:

- лічильник пікселів: підраховує кількість світлих або темних пікселів;
- бінаризація: перетворює зображення в сірих тонах в бінарне (білі та чорні пікселі);
- сегментація: використовується для пошуку і/або підрахунку деталей
- пошук і аналіз блобів: перевірка зображення на окремі блоби пов'язаних пікселів (наприклад, чорної діри на сірому об'єкті) у вигляді опорної точки зображення. Ці блоби часто представляють цілі для обробки, захоплення або виробничого браку;
- надійне розпізнавання за шаблонами: пошук за шаблоном об'єкта, який може бути повернутий, частково прихований іншим об'єктом, або відрізнитись за розміром
- зчитування штрих-кодів: декодування 1D і 2D кодів, розроблених для зчитування або сканування машинами;
- оптичне розпізнавання символів: автоматизованне читання тексту, наприклад, серійних номерів;
- вимірювання: вимірювання розмірів об'єктів в дюймах або міліметрах;
- знаходження країв: пошук країв об'єктів;
- зіставлення шаблонів: пошук, підбір, і/або підрахунок конкретних моделей.

В більшості випадків, системи машинного зору використовують послідовне поєднання цих методів обробки для виконання повного інспектування. Наприклад, система, яка зчитує штрих-код може також перевірити поверхню на наявність подряпин або пошкодження та виміряти довжину і ширину компонентів, що обробляються[5].

Моделі мозку

Кінцевою метою досліджень з питань «штучного інтелекту» є розкриття таємниць мислення та створення моделі мозку. Принципова можливість моделювання інтелектуальних процесів впливає з основного ґносеологічного результату кібернетики, який полягає у тому, що будь-яку функцію мозку, будь-яку розумову діяльність, описану мовою з суворо однозначною семантикою за допомогою скінченного числа слів, в принципі можна передати електронній цифровій обчислювальній машині (ЕЦОМ). Сучасні ж наукові уявлення про природу мозку дають підстави вважати, що принаймні в суто інформаційному аспекті найістотніші закономірності мозку визначаються скінченною (хоч, може, й надзвичайно великою) системою правил.

Штучний інтелект — технічна або комп'ютерна система, що має певні ознаки інтелекту, тобто здатна:

- розпізнавати та розуміти;
- знаходити спосіб досягнення результату та приймати рішення;
- вчитися.

У практичному плані наявність лише неповних знань про мозок, про його функціонування не заважає будувати його наближені інформаційні моделі, моделювати на ЕЦОМ найскладніші процеси мислення, у тому числі й творчі.

Хоч проблема «штучного інтелекту» тісно пов'язана з потребами практики, однак тут немає єдиної загальної практичної задачі, яка б однозначно визначала розвиток теорії, проте є багато задач, які є частковими, вузькими. Тому проблема «штучного інтелекту» — це фактично цілий комплекс проблем, які характеризуються різним ступенем загальності, абстрактності, складності й розробленості і кожній з яких властиві свої принципові й практичні труднощі. Це такі проблеми, як розпізнавання образів, навчання й самонавчання, евристичне програмування, створення загальної теорії самоорганізовуваних систем, побудова фізичної моделі нейрона та ін., багато з яких мають велике самостійне значення. Для всіх цих напрямів одержано важливі результати, як практичного так і теоретичного характеру, продовжуються інтенсивні дослідження.

Оскільки крім малочисельних оптимістів майже ніхто не намагається саме «виготовити» інтелект, аналогічний людському, то мова ведеться про створення системи, яка буде здатна реалізувати певні моделі інтелекту[6, 7].

Висновок

Комп'ютерне моделювання мислення біологічних організмів - розділ комп'ютерної лінгвістики та інформатики, що займається формалізацією проблем та завдань, які нагадують завдання, виконувані людиною, який включає в себе багато напрямів дослідження, галузі, підходи до вичення, а також проблематику

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1.Глибовець М. М., Олецкий О.В. Штучний інтелект. — Київ : «Києво-Могилянська академія», 2002. — 364 с.
- 2.«Енциклопедія кібернетики», відповідальний ред. В. Глушков, 2 тт., 1973.
- 3.Засоби штучного інтелекту : навч. посіб. / Р. О. Ткаченко, Н. О. Кустра, О. М. Павлюк, У. В. Поліщук ; М-во освіти і науки України, Нац. ун-т "Львів. політехніка". — Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2014. — 204 с. : іл. — Бібліогр.: с. 200 (11 назв).
- 5.Системи штучного інтелекту : навч. посіб. / Ю. В. Нікольський, В. В. Пасічник, Ю. М. Щербина ; за наук. ред. В. В. Пасічника ; М-во освіти і науки, молоді та спорту України. — 2-ге вид., виправл. та доповн. — Львів : Магнолія-2006, 2013. — 279 с. : іл. — (Серія "Ком'ютинг"). — Бібліогр.: с. 275-278 (58 назв).
- 6.Stuart J. Russell, Peter Norvig Artificial Intelligence: A Modern Approach. — 3. — Pearson, 2015.
- 7.Alan Bundy, Rod Burstall Artificial Intelligence: An Introductory Course. — Revised. — Edinburgh University Press, 1984. — 200 с.

Білий Руслан Ігорович — студент групи Рам-13б, факультет радіотехніки, зв'язку та приладобудування, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ram13b.biliy@gmail.com.

Науковий керівник: **Костішин Сергій Володимирович** — к-т техн. наук, доцент, старший викладач кафедри біомедичної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Biliy Ruslan Igorovich — student of Ram 13b, Department of Radio Engineering, Communications and Instrumentation, Vinnitsa National Technical University, c. Vinnitsa, e-mail: ram13b.biliy@gmail.com.

Supervisor: **Kostishyn Sergey Volodymyrovych** — to-t tehn. sciences, assistant professor, senior lecturer of the department of biomedical engineering, Vinnitsa National Technical University, c. Vinnitsa.

МОДЕЛЮВАННЯ ТЕРМОДИНАМІЧНИХ МЕТОДІВ У БІОЛОГІЧНИХ ОБ'ЄКТАХ ДЛЯ РЕПРОДУКЦІЇ РИБНОЇ ГАЛУЗІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглядається вплив температурних умов на біологічні об'єкти, залежність різноманітних показників таких як – коефіцієнт теплопровідності, одиниця часу, різниця температур та ін. Наводяться математичні моделі розподілення температури в деякому тілі за часом та координатою, які описують тільки процес перенесення теплової енергії через зону реологічного переходу.

Ключові слова: біологічні організми, температурне поле, термодинамічні методи, теплоємність, температура біохімічної реакції, реологічний перехід.

Abstract

Influence of temperature terms is examined on biological objects, dependence of various indexes of such as is a coefficient of heat-conducting, time unit, difference of temperatures but other The mathematical models of distributing of temperature are pointed in some body at times and by a co-ordinate, which describe only the process of transference of thermal energy through the area of reologichnogo transition.

Keywords: biological organisms, temperature field, thermodynamics methods, heat capacity, temperature of biochemical reaction, reologichniy transition.

Вступ

З погіршенням екологічних умов, які негативно відбилися на ставковому фонді, проблема виробництва посадкового матеріалу для подальшого вирощування товарної риби стала особливо гострою. До того ж, ставкове вирощування риби, яке цілком залежить від температурних умов, вже не може забезпечувати сучасну рибогосподарську галузь повноцінним репродуктивним матеріалом.

Зміна температурного поля БО тісно пов'язана з масообмінними та біохімічними процесами, які в ньому протікають, і характеризуються багатьма фізико-хімічними параметрами [2]. Окрім того, при відхиленні БО від норми появляються термодинамічні процеси, котрі характеризуються швидкістю перенесення теплової енергії від того чи іншого органу відхиленого від норми. Останній характеризується не тільки зміною локального температурного поля, але й масообмінного та біохімічного процесу. Температура води протягом усього періоду інкубації повинна бути досить постійної (для ікри струмкової форелі- близько 2-4 ° С, райдужної - близько 9-10 ° С). При значному підвищенні температури води вживають заходів по її охолодженню. При температурах, вищ зазначених, інкубація проходить швидше, але личинки викльовуються недорозвиненими, менш життєздатними, що призводить до великих відходів[3].

Так як зміна температури є рушійною силою, то для БО вона приводить, поперше, до зміни швидкості масоперенесення та біохімічних процесів в об'єкті.

Результати дослідження

Процеси передачі тепла та речовин у БО є подібними. Передачі тепла молекулярною теплопровідністю відповідає молекулярна дифузія, передачі тепла конвекцією – конвекційна дифузія. Всі теоретичні та експериментальні результати, які отримані при дослідженні процесів теплопередачі [4-7], можуть бути безпосередньо використані до процесів дифузії біологічного організму. Експериментальне вивчення перенесення тепла ускладнюється необхідністю виконувати вимірювання в БО зі змінною температурою. При цьому на результати впливає залежність фізико-хімічних констант від температури. Для нерухомого середовища основним законом передачі тепла (молекулярною теплопровідністю або кондукцією) є закон Фур'є, згідно з яким тепловий потік пропорційний градієнту температури [8]:

$$q = -\lambda \operatorname{grad} T \equiv -\lambda \frac{dT}{dy}, \quad (1)$$

де q – тепловий потік, тобто кількість тепла, яке передається через одиницю поверхні за одиницю часу;

$\operatorname{grad} T$ – градієнт температури;

λ – коефіцієнт теплопровідності.

Якщо коефіцієнт теплопровідності λ можна рахувати сталим, то рівняння (3) приймає вигляд

$$\frac{\partial T}{\partial \theta} = a \Delta T + \frac{1}{c_p \rho} q'. \quad (2)$$

При наявності конвекції рівняння (4) потрібно доповнити конвекційною складовою $v \operatorname{grad} T$ (де v — швидкість потоку). Для біохімічних процесів джерелом тепла є тепловиділення хімічної реакції, основна властивість котрої полягає в тому, що швидкість її залежить від температури за законом Арреніуса. Тому щільність джерел тепла записується у вигляді

$$q' = Qz \exp(-E / RT_D), \quad (3)$$

де Q – тепловий ефект реакції;

z – стала;

E – енергія активації, котра приймається достатньо великою;

R – універсальна газова стала;

T – температура біохімічної реакції.

У результаті прийнятих припущень отримується основне рівняння теплоперенесення з біохімічною реакцією в такій формі:

$$c_p \rho \frac{\partial T}{\partial \theta} = \operatorname{div}(\lambda \operatorname{grad} T - c_p \rho v T) + Qz \exp(-E / RT_D). \quad (4)$$

Розділивши рівняння (4) на коефіцієнт температуропровідності, отримуємо

$$\tau_p \frac{\partial^2 T}{\partial \theta^2} + \frac{\partial T}{\partial \theta} - \left(a \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} - v_0 \frac{\partial T}{\partial x} + \frac{Qz}{c_p \rho} \exp(-E / RT_P) \right) = 0. \quad (5)$$

Приведені математичні моделі розподілення температури в деякому тілі за часом та координатою описують тільки процес перенесення теплової енергії через зону реологічного переходу. У той час як в біологічному організмі термодинамічні процеси використовуються для прогрівання чи охолодження деяких елементів тіла, які розташовані на деякій відстані від джерела тепла. Фактично використовується стік теплової енергії, яка пройшла через зону реологічного переходу [11].

Результати. Тривалість інкубаційного періоду риби напряму залежить від температури води. Якщо взяти за приклад ікру форелей, то вильов при температурі нижче 4 °C можливий тільки з великими втратами. В природних умовах, якщо температура води стає нижче 2 °C, то розвиток ембріонів взагалі припиняється. В табл. 1 наведено тривалість інкубаційного періоду, на прикладі ікри форелей, в різних температурних умовах.

Таблиця 1. Тривалість інкубації ікри форелей в умовах різної температури води [3]

Температура води, °C	Озерна форель		Райдужна форель		Річний голец	
	доба	градусо-дні	доба	градусо-дні	доба	градусо-дні
6	77	462	55	330	80	480
8	61	488	43	344	62	496
10	41	410	31	310	40	400
12	27	324	26	312	38	456

Висновки

Розглянуті теоретичні основи процесів моделювання термодинамічних методів теплоперенесення у біологічних об'єктах при різних зовнішніх умовах. Теплова енергія, яка виділяється в результаті біохімічної реакції в тій чи іншій частині організму, розповсюджується за рахунок реологічних переходів.

Надані математичні рівняння дозволяють розглянути характер зв'язків між тривалістю інкубаційного періоду і температурою.

Знання подібних залежностей необхідно при вирішенні питань продуктивності популяцій і динаміки чисельності.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Препедевтика внутренних болезней /Под ред. В.Х.Василенко, А.Л. Гребенева, Н.Д. Михайловой. – М.: Медицина, 1974. – 5.28 с.
2. Франк-Каменецкий Д.А. Диффузия и теплопередача в химической кинетики. – М.: Наука, 1987. -502.
3. Дьёрдь Хойчи и др. Руководство по искусственному воспроизводству форели в малых объемах. – Будапешт: ФАО, 2012. – 24 с.
4. Кутателадзе С.С. Основы теории теплообмена. – М.: Машгиз, 1962. – 368 с.
5. Лыков А.В.и Михайлов Ю.А. Теория тепло-и массопереноса. – М.: Госэнергоиздат, 1963. – 389с.
6. Эккерт Э.Р., Дрейк Р.М. Теория тепло-и массообмена. - М.: Госэнергоиздат, 1962. – 562 с.
7. Берд Р., Стьюарт В., Лайтфут Е. Явления переноса. – М.: Хмийа, 1974. – 688 с.
8. Рубинштейн Л.И. Проблема Стефана. – Рига: Изд-во «Звайгзне». 1967. – 168 с.
9. Мак-Адамс В.Х. Теплопередача. Пер с англ..- М.: Металлургиздат, 1961. – 669 с.
10. Лыков А.В. Теория теплопроводности. – М.: Высш. шк., 1967. – 599 с.
11. Стенцель Й.І., Злепко С.М., Павлов С.В. Фізичне та математичне моделювання термодинамічних методів діагностики стану здоров'я людини. – Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – Вінниця, 2013. – с. 66-72.
12. Korobov A.M. Fototerapevtichni aparati Korobova A. – Korobova V. serii «Barva»: nauково-populyarne vidannya / A.M.Korobov. V.A.Korobov. T.O.Lisna. – Kh.: KhNU imeni V.N.Karazina. 2015 – 176 s.
13. Seteykin A.Yu. Model rascheta temperaturnykh poley. vznikayushchikh pri vozdeystvii lazernogo izlucheniya na mnogosloynuyu biotkan // Opticheskiy zhurnal. – 2005. – T.72. №7. – S.42-47.
14. [3] Dolotov L.T., Sinichkin Yu.P., Tuchin V.V., UtsS.R., Altshuler G.B., Yaroslavsry I.V. Design and evaluation of a novel portable erythema-melanin-meter // Laser in Surgay and Medicine. – 2004. – Vol.34. – P.127-135/
15. Pushkareva A.E. Metody matematicheskogo modelirovaniya v optike biotkani: uchebnoye posbiye. SPb: SPbGUITMO. 2008. – 103 s.
16. Astafyeva L.G., Zheltov G.I., Rubanov A.S. Modelirovaniye protsessa nagreva sudov krovii lazernym izlucheniym // Optika i spektroskopiya. – 2001. – T.90. №2. – S.287-292.
17. Smithies D.,J., Butler P.H. Modelling the distribution of laser light in port-wine stains with the Monte Carlo method // Physics in Medicine and Biology. – 1995. – Vol. 40. – P. 701-733.
18. Valvano J.W. Tissue thermal properties and perfusion // Optical thermal response of laser-irradiated tissue / Ed. by Welch A.J. and van Gemert M.J.C. – N.Y., 1995. – P. 445-488.
19. Lykov A.V. Teoriya teploprovodnosti. – М.: Vysshaya shkola. 1967. – 600 s.
20. Zabolotna N. I., Wojcik W., Pavlov S. V., Ushenko O. G., Suleimenov B. "Diagnostics of pathologically changed birefringent networks by means of phase Mueller matrix tomography", Proc. SPIE 8698, Optical Fibers and Their Applications 2012, 86980E (January 11, 2013); doi:10.1117/12.2019715
21. Rovira R., Marcia M. Bayas., Pavlov S. V, Kisała P., Yussupova G., "Application of a modified evolutionary algorithm for the optimization of data acquisition to improve the accuracy of a videopolarimetric system", Proc. SPIE 9816, Optical Fibers and Their Applications 2015, 981619 (December 18, 2015); doi:10.1117/12.2229087
22. Zabolotna N.I., Pavlov S.V., Ushenko A.G., Sobko O.V., Savich V.O. Multivariate system of polarization tomography of biological crystals birefringence networks. Proc. SPIE 9166, Biosensing and Nanomedicine VII 916615 (August 27, 2014); doi:10.1117/12.2061105
23. Chepurna O., Shton I., Kholiiv., Voytseho W., Popow., Pavlo S., Gamale N., Waldemar W. Zhasandykyzy M. Photodynamic therapy with laser scanning mode of tumor irradiation. Proc. SPIE 9816, Optical Fibers and Their Applications 2015, 98161F (December 18 , 2015); doi:10.1117/12.2229030
24. Rovira R.H, Pavlov S.V, Kaminski O.S, Bayas M.M. "Methods of Processing Video Polarimetry Information Based on Least-Squares and Fourier Analysis" Middle-East Journal of Scientific Research (2013)

Злепко Сергій Макарович- д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри біомедичної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Тітова Наталія Володимирівна- докторант кафедри біомедичної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail:tnv.titova@gmail.com

Стенцель Йосип Іванович- д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри комп'ютерно-інтегрованих систем управління, Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля.

Zlepko Sergii M.- Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of department of the biomedical engineering,
Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Titova Natalia V.- doctoral student of department of the biomedical engineering, Vinnytsia National
Technical University, Vinnytsia, e-mail:tnv.titova@gmail.com

Stencel Yosip I.- Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of department of the computer-integrated control
system

Дослідження механізмів дії електромагнітного випромінювання на біооб'єкт, що знаходиться в водному середовищі

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

В даній роботі проведено дослідження, яке дозволило збудувати якісні залежності поглинання міліметрових хвиль в водяному розчині. Конвективне перемішування водяного середовища має значні наслідки для біологічних об'єктів, особливо у випадках пов'язаних з переносом речовини через шар рідини. Одним із первинних проявів дії міліметрового випромінювання низької інтенсивності на процеси в живих клітинах є конвекція, яка знімає дифузійні обмеження в середовищі, а також в зовнішньо та внутрішньоклітинних областях.

Ключові слова: ЕМП, випромінювання, міліметрові хвилі, біооб'єкт, білки, водний розчин.

Abstract

Research which allowed to build high-quality dependences of absorption of millimetric waves in aquatic solution is conducted in this work. Konvektivne interfusion of aquatic environment has considerable consequences for biological objects, especially in cases related to the transfer of matter through the layer of liquid. One of primary displays of action of millimetric radiation of low intensity on processes in living cages there is a convection which takes off diffusive limitations in an environment, and also in outwardly and vnutrishneklitinnikh areas.

Keywords: EMP, radiation, millimetric waves, bioobject, squirrel, water solution.

Вступ

Перша теорія генерації коливань живими організмами, яка отримала право на існування була запропонована англійським фізиком Г. Фреліхом. Ідея виникла в результаті поширення на живі об'єкти методів та уявлень фізики когерентного стану конденсованих середовищ [1]. Суть гіпотези Фреліха полягає в наступному. Біологічні системи можуть мати поляризаційні (дипольні) коливання в діапазоні частот від 100 до 1000 ГГц (довжина хвилі 0,3 ... 3 мм). Різні процеси життєдіяльності в біологічних клітинах надають енергію локально збудженим дипольним коливанням (біологічна накачка). За рахунок нелінійних ефектів взаємодії дипольних коливань і нелінійного зв'язку цих коливань з пружними коливаннями може відбутися перехід системи в метастабільний стан, в якому енергія трансформується в один тип коливань [1].

Поглинання електромагнітного випромінювання розчином дорівнює сумі поглинань розчинника та розчиненої речовини.

Аналіз методів. Аналізуючи будь-які механізми дії електромагнітного випромінювання на біооб'єкти, що знаходяться в водному середовищі, можемо зробити висновок щодо необхідності обов'язкового врахування в таких механізмах процесів, які виникають на межі «повітря – вода».

В загальному вигляді оптичні властивості води та її розчинів у видимій області електромагнітного, в. т. ч. і світлового, випромінювання представлені на рис. 1. [8].



Рис. 1 – Оптичні властивості води та її розчинів у видимій частині сонячного випромінювання [8].

Тут: Φ_o – потік (потужність) випромінювання, що падає на поверхню води; $\Phi_{відп}$ – потік випромінювання, яке відбивається від поверхні води; $\Phi_{погл}$ – потік випромінювання, що поглинається водою; $\Phi_{пр}$ – потік випромінювання, яке проходить через воду.

В [10] пропонується пояснювати ефект ЕМП-впливу низької інтенсивності на біооб'єкти повільним гуморальним зсувом в рамках симпато-адреналової та гіпофізно-надниркової систем. Якщо існує інтерференція міліметрових хвиль в біооб'єкті, то при загальному нагріванні тканин не більше ніж на 0,1 °C, будуть існувати локальні області з вищою температурою, що може спричинити збільшення кількості білків теплового шоку, які регулюють функцію білків-рецепторів стероїдних гормонів, зв'язуючись з їх неактивними центрами.

Результати дослідження

Ще більшого ефекту можна досягти, розмістивши джерело низько-інтенсивного неіонізуючого електромагнітного випромінювання міліметрового діапазону довжини хвиль безпосередньо в водному середовищі [11]. При цьому автори виходили з того, що електромагнітне випромінювання достатньо вузького мм-діапазону хвиль 60 ± 10 Гц найбільш слабо розповсюджується в воді, наслідком чого являється підвищення життєздатності біооб'єктів закритих водою. Оптимальні параметри опромінення, забезпечуючого таке підвищення життєздатності визначаються конкретними фізично-хімічними параметрами водного середовища: кислотністю, солевим складом, температурою, киснем в середовищі існування та ін.

При цьому, вода, яку опромінювали ЕМП мм-діапазону проявляє виразну здатність зберігати набуті властивості протягом тривалого часу [11].

Для експериментів по визначенню оптимального значення випромінювання ЕМП мм-діапазону на рибну молодь, були обрані озера з дзеркальним коропом та озерними видами осетрових. Оптимальні режими випромінювання ЕМП підбирались за потужністю джерела випромінювання, направленістю і тривалістю впливу, що дозволило збільшити поголів'я риби, як мінімум в 2 рази [11].

Цікавим, на наш погляд буде, розглянути, так би мовити, зворотню сторону процесу проходження світла, не тільки через межу «повітря – вода», а й навпаки – «вода – повітря», що має місце, коли джерело випромінювання знаходиться у водному середовищі. За законами оптики [8], шляхи, за якими промені, що знаходяться в 97° конусі вийдуть у повітря під різними кутами, розподіляючись по усьому 180° просторі під водою. Підводні промені, що знаходяться за межами 97° кута з під води не вийдуть, а повністю відіб'ються від її поверхні.

Висновки

Електромагнітні коливання низької інтенсивності в міліметровому діапазоні хвиль виявляють значний вплив на життєдіяльність різних організмів (від мікроорганізмів до савців). Сукупність виявлених ефектів можна розділити на дві взаємозв'язані групи, виходячи з наявності або відсутності частотних залежностей резонансного типу. Нерезонансні ефекти мають місце у випадках, коли взаємодія низькоінтенсивних електромагнітних коливань в міліметровому

діапазоні довжин хвиль відбувається з молекулами води, які найбільш сильно поглинають міліметрове випромінювання.

Список літератури

1. Агранович В. М. Перенос энергии электронного возбуждения в конденсированных средах / В. М. Агранович, М. А. Голанин – М. : Наука, 1978. – 383с.
2. Бецкий О. В. Волны и клетки / О. В. Бецкий, В. В. Кислов – М. : Знание, 1990. – 64с.
3. Бецкий О. В. Миллиметровые волны в биологии. – М. : Знание, 1988, 64с.
4. Малеев В. Я. О молекулярных механизмах взаимодействия ЭМИ ММ диапазона с белками и ДНК. Теория и эксперимент / В. Я. Малеев, В. А. Кашпур // Исследование взаимодействия электромагнитных волн ММ и СубММ диапазона с биологическими объектами : Сб. науч. Тр. / АН УССР. Ин-т радиофизики и электрон. – К. : Наукова думка, 1989, с. 3 – 10.
5. Яцышен В. В. Модель среды с пространственной дисперсией – учет нелокальности взаимодействия // Вестник новых медицинских технологий. – 1996. – Т. 3, №4. – С. 11, 12.
6. Шван Х. П. Воздействие высокочастотного поля на биологические системы: электрические свойства и биофизические механизмы / Х. П. Шван, К. Р. Фостер // ТИИЭР, – 1980. №1, с. 121 – 132.
7. Титова Н.В., Коробов А.М. Опыт использования фотонных технологий на эмбриональном этапе развития белого амура // Фотобіологія та фотомедицина. – 2015. – № 1, 2 ‘2015. – С. 49-53.
8. Гаврилов В. Ю. К вопросу о соблюдении ряда условий биоинформационной трансляции // Вестник новых медицинских технологий. – 1996. – Т. 3, №4. – С. 21, 22.
9. Некоторые физические основы эффективного аккумуляирования солнечной энергии солеными прудами [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.proektant.ua/content/58.html
10. Кухлинг Х. Справочник по физике IX / Кухлинг Х. М. : Мир, 1982, 520с.
11. Родштат И. В. Некоторые новые физиологические подходы к оценке КВЧ воздействия на биообъекты // Вестник новых медицинских технологий. – 1996. – Т. 3, №4 – С. 16.
12. Способ повышения приспособленности биообъектов. Патент РФ 2148903. / Бецкий О. В., Лебедева Н. И. Посмитжий С. В. Опубл. 20.05.2000г.
13. Korobov A.M. Fototerapevtichni aparati Korobova A. – Korobova V. serii «Barva»: nauково-populyarne vidannya / A.M.Korobov. V.A.Korobov. T.O.Lisna. – Kh.: KhNU imeni V.N.Karazina. 2015 – 176 s.
14. Seteykin A.Yu. Model rascheta temperaturnykh poley. vznikayushchikh pri vozdeystvii lazernogo izlucheniya na mnogoslounuyu biotkan // Opticheskiy zhurnal. – 2005. – Т.72. №7. – С.42-47.
15. [3] Dolotov L.T., Sinichkin Yu.P., Tuchin V.V., Uts S.R., Altshuler G.B., Yaroslavsky I.V. Design and evaluation of a novel portable erythema-melanin-meter // Laser in Surgery and Medicine. – 2004. – Vol.34. – P.127-135/
16. Pushkareva A.E. Metody matematicheskogo modelirovaniya v optike biotkani: uchebnoye posobiye. SPb: SPbGUITMO. 2008. – 103 s.

17. Astafyeva L.G., Zheltov G.I., Rubanov A.S. Modelirovaniye protsessa nagreva sosudov krovi lazernym izlucheniym // Optika i spektroskopiya. – 2001. – T.90. №2. – S.287-292.
18. Smithies D.,J., Butler P.H. Modelling the distribution of laser light in port-wine stains with the Monte Carlo method // Physics in Medicine and Biology. – 1995. – Vol. 40. – P. 701-733.
19. Zabolotna N. I., Wojcik W., Pavlov S. V., Ushenko O. G., Suleimenov B. "Diagnostics of pathologically changed birefringent networks by means of phase Mueller matrix tomography", Proc. SPIE 8698, Optical Fibers and Their Applications 2012, 86980E (January 11, 2013); doi:10.1117/12.2019715
20. Rovira R., Marcia M. Bayas., Pavlov S. V, Kisała P., Yussupova G., "Application of a modified evolutionary algorithm for the optimization of data acquisition to improve the accuracy of a video-polarimetric system", Proc. SPIE 9816, Optical Fibers and Their Applications 2015, 981619 (December 18, 2015); doi:10.1117/12.2229087
21. Zabolotna N.I., Pavlov S.V., Ushenko A.G., Sobko O.V., Savich V.O. Multivariate system of polarization tomography of biological crystals birefringence networks. Proc. SPIE 9166, Biosensing and Nanomedicine VII, 916615 (August 27, 2014); doi:10.1117/12.2061105
22. Chepurna O., Shton I., Kholin V., Voytsehovych V., Popov V., Pavlov S., Gamaleia N., Waldemar Wójcik, Zhassandykzy M. Photodynamic therapy with laser scanning mode of tumor irradiation. Proc. SPIE 9816, Optical Fibers and Their Applications 2015, 98161F (December 18, 2015); doi:10.1117/12.2229030
23. Rovira R.H, Pavlov S.V, Kaminski O.S, Bayas M.M. " Methods of Processing Video Polarimetry Information Based on Least-Squares and Fourier Analysis" Middle-East Journal of Scientific Research (2013).

Тітова Наталія Володимирівна- докторант кафедри біомедичної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail:tnv.titova@gmail.com

Клапоушак Андрій Юрійович- провідний лектор, кафедра загальної фізики, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця

Барановський Дмитрій Миколайович- аспірант кафедри біомедичної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця

Науковий керівник: **Павлов Сергій Володимирович**, проректор з наукової роботи Вінницького технічного університету, м.Вінниця, e-mail: psv@vntu.edu.ua

Titova Natalia V- doctoral student of department of the biomedical engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail:tnv.titova@gmail.com

Klapoushak Andriy Y- senior lector of the department of the total physics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Baranovskiy Dmitriy M- graduate student of department of the biomedical engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Supervisor: **Pavlov Sergii V**- vice-rector of Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: psv@vntu.edu.ua

НАДІЙНІСТЬ РОБОТИ ОПЕРАТОРА В СКЛАДІ БІОТЕХНІЧНОЇ СИСТЕМИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоноване дослідження надійності роботи оператора при його роботі в складі біотехнічної системи показує наскільки важливими для успішного виконання роботи є визначення надійності оператора, ймовірність його безвідмовної роботи у певний відрізок часу і визначення причин виникнення цих відмов. Наведено метод визначення безвідмовної роботи оператора в певний час і варіанти розмежування властивостей технічних систем та операторів.

Ключові слова: оператор, відмови, помилки, надійність, біотехнічна система

Abstract

The proposed study of the reliability of the operator in his work as part of biotechnical system shows how important is to determine the definition of operator likelihood of failure-free operation in a certain period of time and determine the causes of these failures. The method of determining bezvidmo-vnoyi operator at a certain time and options for separation properties of technical systems and operators..

Keywords operator, failure, error, reliability, biotechnical system.

Вступ

Така складова як «оператор» є центральною ланкою в забезпеченні працездатності біотехнічної системи. Саме людина виконує трудову діяльність щодо безпосередньої зміни і визначення стану пацієнтів, технічного обслуговування чи ремонту засобів технологічного оснащення. Техніка керується і обслуговується людиною-оператором, а тому він повинен розглядатись, як одна з важливих ланок складної біотехнічної системи. Надійність дій людини — оператора характеризується безпомилковістю, готовністю та своєчасністю. [1].

Результати дослідження

Виділяють конструктивні, організаційні, кваліфікаційні та психологічні причини помилок людини, які знижують її надійність. Конструктивні причини зумовлені поганим узгодженням можливостей людини з характеристиками машини. Організаційні — пов'язані з неправильним розподілом функцій між персоналом, з незадовільним співвідношенням періодів праці і відпочинку. Кваліфікаційні причини зумовлені помилками у доборі та підготовці операторів. Психологічні причини пов'язані з типом нервової системи, соціальною та психологічною сумісністю людей.

До причин помилок людини — оператора можна віднести часові (робота в нічну зміну) та фізіологічні (стан здоров'я, хворобливий стан та його причини)[1].

Надійність людини знижується, якщо її робоче місце не відповідає виконуваній роботі.

У теперішній час в галузі ергономічних досліджень щораз більше схиляються до думки, що кількісно надійність оператора може бути виражена у тих самих категоріях, якими оцінюється надійність технічних систем.

Стосовно оператора під відмовою розуміють стан, який призводить до часткового чи повного невиконання поставленого завдання внаслідок допущених помилок.

Основним показником надійності оператора вважається ймовірність його безвідмовної роботи у певний відрізок часу. Поки що не розроблені кількісні оцінки психофізіологічного стану людини і не відомі межі їх допустимих значень, які зумовлені вимогами конкретних професійних особливостей. Тому багатьма дослідниками ймовірність безвідмовної роботи оператора (R_l) за встановлений час визначають за статистичними даними. За цими даними будуються статистичні функції відмов $f_0(t)$. Далі відбирається теоретична функція $f_0(t)$, яка найкраще узгоджується з графіком $f_0(t)$. За нею визначаються параметри одержаного розподілу й обчислюється ймовірність безвідмовної роботи оператора[2].

Вказаний підхід до визначення надійності оператора ототожнює поняття «надійність оператора» з безпомилковістю виконання ним потрібних функцій, тобто дещо звужує поняття надійності, проте дає можливість визначити надійність оператора як окремого елемента, що входить у систему "людина — машина" (Л — М)[3].

При ширшому підході до оцінки надійності системи Л — М з урахуванням взаємного впливу обох складових системи виділяють кілька реальних варіантів розмежування властивостей технічних систем та операторів:

1. Апаратна безвідмовність використовуваних систем. Вона характерна лише для не обслуговуваних, не підготовлених, некерованих систем.

2. Оператор впливає на стан технічних систем лише усуненням відмов, що виникли. При цьому враховується лише безвідмовність та відновлюваність системи.

3. Оператор, ідеальний у розумінні готовності та безпомилковості керування. В цьому випадку оператор готовий до роботи на початку виконання операцій у режимі підготовки, у режимі використання не допускає помилок керування.

4. Оператор, ідеальний у розумінні готовності. Оператор постійно перебуває в стані готовності виконувати необхідні операції з підготовки системи, але може допускатися помилок. В цьому випадку враховується вплив оператора на всі процеси, які відбуваються у системі.

5. Біологічно надійний оператор. Враховується готовність оператора до роботи, він може допускатися помилок[2].

Висновки

Отже, в загальному виділяють конструктивні, організаційні, кваліфікаційні та психологічні причини помилок, які знижують надійність оператора. Під відмовою оператора розуміють стан, який призводить до часткового чи повного невиконання поставленого завдання внаслідок допущених помилок. Основним показником надійності оператора вважається ймовірність його безвідмовної роботи за певний відрізок часу. Ймовірність безвідмовної роботи оператора за встановлений час визначають за статистичними даними. Даний метод дає можливість визначити надійність оператора як окремого елемента, що входить у систему "людина — машина".

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Анализ и учет факторов , влияющих на эффективность деятельности человека-оператора / Под ред. А.И.Прохорова, Р.Э. Эльбура . – Рига, 1974. –105 с.

2. Ложкин Г.В., Повякель Н.И. Практическая психология в системах « человек-техника »: Учеб . пособие . – К.: МАУП, 2003. – 296 с.

3. Психологические проблемы деятельности в особых условиях / Отв . ред. Б.Ф. Ломов , Ю.М. Забродин . – М.: Наука, 1985. – 232 с.

Бомко Михайло Олександрович — студент групи МА-16мн, Факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, misha.bomko@mail.ru;

Науковий керівник: **Зленко Сергій Макарович** — д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри біомедичної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Bomko O. Mykhaylo — Department of biomedical engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: misha.bomko@mail.ru;

Supervisor: **Sergey M. Zlepko** — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Department of biomedical engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

ІМІТАНСНИЙ СУМАТОР ПО МОДУЛЮ ДВА

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі досліджено імітансний суматор по модулю два. Розроблено топологію друкованої плати імітансного суматора по модулю два.

Ключові слова: суматор, логічний елемент, імітанс, моноімітансні логічні елементи.

Abstract

In this work the immitance adder modulo two. Developed topology immitance adder modulo two.

Keywords: adder, logical element, immitance, monoimmitance logical element.

Вступ

В роботі розглянуто імітансний суматор по модулю два, який будується на основі моноімітансних логічних елементів, в яких у якості інформаційного параметра використовується значення імітансу одного характеру: або активний, або ємнісний, або індуктивний опір, що забезпечує більш високі енергетичні характеристики.

Метою роботи є дослідити схему імітансного суматора по модулю два, який реалізований на логічних елементах, які будуть використовуватись у вигляді ліній передач.

Результати досліджень

Схема електрична принципова пристрою зображена на рис.1.

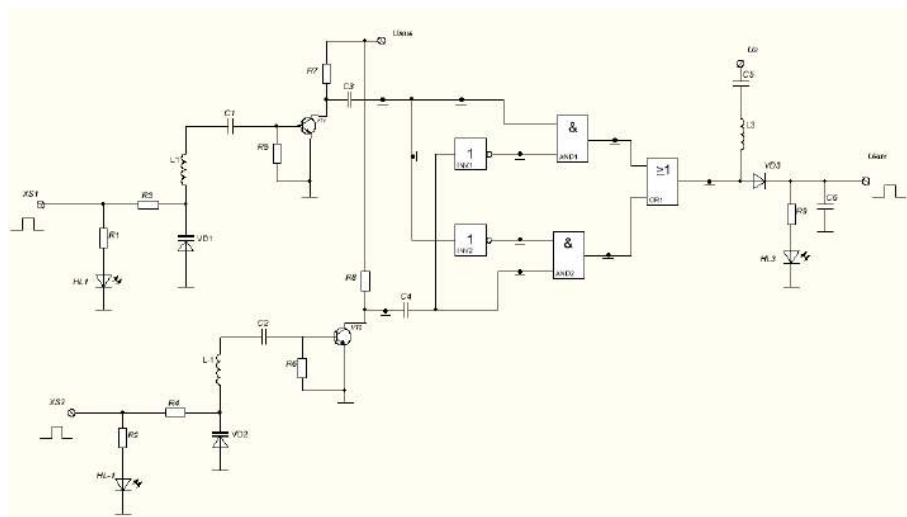


Рисунок 1 - Схема імітансного суматора по модулю два

Схема складається з двох відео-імпульсних перетворювачів для перетворення відео імпульсного сигналу в імітансні сигнали. Схема перетворювача реалізована на активних

компонентах. Також в схемі є логічні елементи «НІ» - 2 елементи, «І» - 2 елементи, «АБО» - 1 елемент. [1]

Топологія друкованої плати імітансного суматора по модулю два зображена на рис.2.

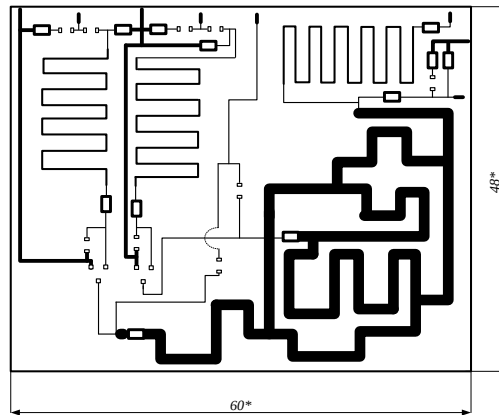


Рисунок 2 - Топологія суматора по модулю два

При компонуванні приладу ми розробили топологію друкованої плати її розміри дорівнюють 60x48 мм, площа плати є рівною 2880 мм². При розробці ми обрали 4 клас точності. Для виготовлення друкованої плати ми оберемо склотекстоліт фольгова ний односторонній марки СФ-1-35-1,5. Логічні елементи реалізовані у вигляді чверть хвильового відрізка лінії передачі, ширина лінії передачі дорівнює 1,4 см.

Висновки:

Розроблено топологію друкованої плати імітансного суматора по модулю два, який реалізований за допомоги імітансних логічних елементів у вигляді чверть хвильового відрізка лінії передачі. Їх застосування дозволяє покращити технічні параметри пристрою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ліщинська Л.Б. Імітансна логіка / Л.Б. Ліщинська, М.А. Філінюк // Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. – 2010. – №2(18). – с. 25– 31.

Тупчий Юлія Андріївна – студентка групи ЕЗ-16мі, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: tupchiha@yandex.ru

Науковий керівник: **Лазарєв Олександр Олександрович** – канд. тех. наук, доцент кафедри ЕНС, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця.

Tupchiy Yulia A. – department of Infocommunications, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: tupchiha@yandex.ru

Supervisor: **Lazarev Alexander A.** – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Infocommunications, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

БОРТОВИЙ РЕЄСТРАТОР ДЛЯ РАДІОКЕРОВАНИХ ЛІТАКІВ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Запропоновано пристрій, який зберігає історію польоту через записи деяких параметрів з каналів радіокерування. Особливу увагу, окрім стандартних польотних параметрів, приділено перевантаженням.

Ключові слова: історія польоту, параметри радіокерування, польотні параметри, перевантаження, тангаж, крен.

Abstract

Proposed device that preserves the recent history of flight, through the recording of some parameters of radio channels. Special attention, in addition to the standard flight parameters, is given overload.

Keywords: history of flight, measuring the parameters of the material, navigation.

Вступ

Сьогодні знаходить широке використання бортових реєстраторів не тільки з метою полегшення розслідування авіаційних подій та інцидентів, а й у технічних цілях для одержання технічних і навігаційних параметрів літака [1].

Метою роботи є розроблення бюджетного приладу бортового реєстратора для радіокерованих літаків, який визначає перевантаження по тангажу та крену.

Тангаж — кутовий рух літального апарата або судна відносно головної поперечної осі інерції. Кут тангажа — кут між поздовжньою віссю літального апарата або судна і горизонтальною площиною.

Крен — оберт об'єкта навколо його осі.

Схемотехнічна реалізація приладу

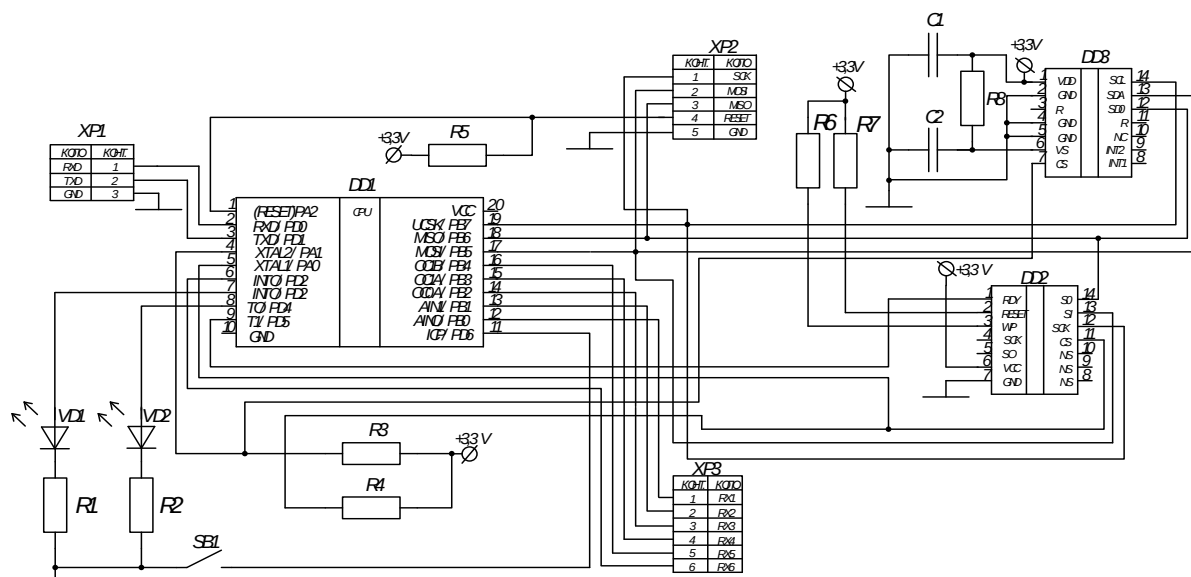


Рисунок 1 – Схема електрична принципова бортового реєстратора для радіокерованих літаків

Було реалізовано та досліджено структура бортовий реєстратор на мікросхемі Attiny 2313 для малорозмірного радіокерованого літака з електричним двигуном. Схема електрична принципова

бортового реєстратора для радіокерованих літаків зображена на (рис.1).

Керування бортовим реєстратором здійснюється через мікроконтролер Attiny2313, завдання якого полягає в обробці ШІМ сигналів з приймача, даних з акселерометра і запис цієї інформації в енергонезалежну зовнішню пам'ять. В якості мікросхеми пам'яті була використана AT45DB161. Так як на схемі присутній цифровий трьохосовий акселерометр ADXL345, який є вимогливим до стабільності напруги живлення, то на додачу до схеми використовується стабілізатор LM1117. Для старту / зупинки запису даних використовується кнопка S1. Поточний стан бортового реєстратора здійснюється за допомогою світлодіодів VD1, VD2. Зв'язок з акселерометром і пам'яттю здійснюється за програмним протоколом SPI. Для моніторингу ШІМ сигналів повинен бути запущений 16-бітний таймер, що вимірює тривалості імпульсів високого рівня на каналах приймача. Фронт і спад імпульсів реєструються за допомогою переривань.

На основі схеми електричної принципової зроблено друковану плату пристрою (рис. 2.).

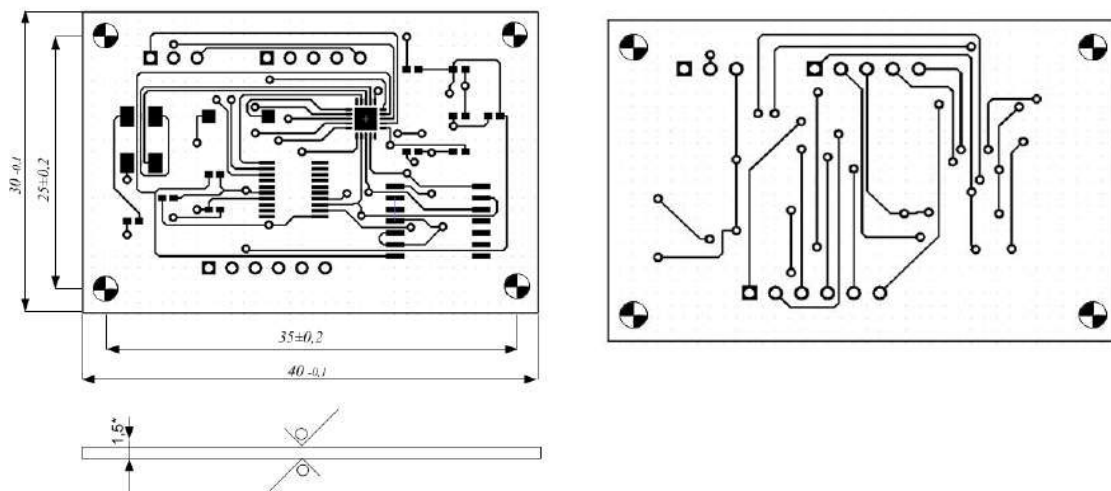


Рисунок 2 – Друкована плата бортового реєстратора

Двосторонні друковані плати, як правило, виготовляються з допомогою комбінованого методу, який передбачає експонування рисунка друкованих елементів з фото позитива. Технологічний процес виготовлення друкованої плати даним методом добре відпрацьований і добре забезпечений технологічним обладнанням [2].

На основі даної друкованої плати було проведено дослідження роботи бортового реєстратора. Результати вимірювань параметрів останнього польоту було приведено у графічну форму та наведено нижче (рис.3).

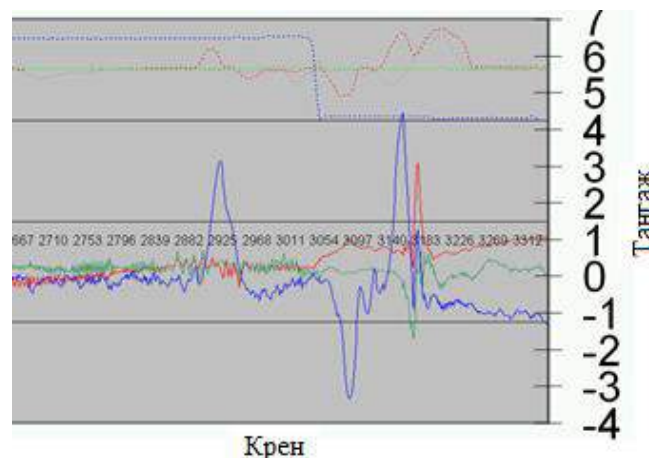


Рисунок 3 – Відображення отриманих даних бортового реєстратора у вигляді графіків

На графіку (рис.3) зображена ситуація аварії радіокерованого літака через поломку лівої консолі. Політ проходив на значній висоті, після чого в момент відліку двигун був вимкнений (синій пунктир впав до мінімуму). Далі видно, за допомогою ручки тангажу літак був направлений вниз - червона пунктирна лінія пішла вниз. В цей самий момент спостерігаємо перевантаження - суцільна синя лінія показала вертикальне перевантаження в -3g. Потім на відліку часу приблизно 3 150 за допомогою ручки тангажу літак був різко направлений вгору (червона пунктирна лінія пішла вгору). Вертикальне перевантаження моментально виросло до + 4.3g (синя суцільна лінія), і в цей момент ліва консоль літака не витримала і зламалася. Літак далі рухається у вільному падінні, тому всі перевантаження зменшуються.

Висновки

Встановлено, що запропонований прилад надає точні дані польоту на ПК у вигляді графіків, а саме: положення ручки керування роботи двигуна, положення ручки керування по тангажу, положення ручки керування по крену, величина вертикального перенавантаження, величина перенавантаження по тангажу, величина перенавантаження по крену.

СПИСОК ВИОКРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Черный ящик» своими руками // luckytech.ru. Режим доступу: <http://luckytech.ru/fdr.html>.
2. Агеев В. М. Приборные комплексы летательных аппаратов и их проектирование : Учебник для студентов вузов по специальности "Авиационные приборы и измерительно-вычислительные комплексы" / В. М. Агеев, Н. В. Павлова; под ред. В. В. Петрова. – М . : Машиностроение, 1990. – 432 с: ил. - ISBN 5-217-00793-1.

Каплунський Олег Валерійович – студент групи ЕЗ – 16мі, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: ia.1910@bk.ru;

Науковий керівник: **Фурса Світлана Євгенівна** – доц., Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця.

Kaplonski Oleg V. – student of EZ – 16mi, faculty Pocomoke, electronics and nano-systems, Vinnytsia national technical University, Vinnytsia, e-mail: ia.1910@bk.ru;

Supervisor: Svetlana Fursa E. - Assoc., Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa.

ЗАСТОСУВАННЯ СТОВБУРОВИХ КЛІТИН В МЕДИЦИНІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Заналізовано питання застосування стовбурових клітин в медицині і частково в біоінженерії. Схарактеризовано основні властивості стовбурових клітин: поділ, самовідновлення, диференціювання. Висвітлено питання нововведень в клітинній терапії та досягнення біоінженерії.

Ключові слова: стовбурові клітини, відновлення, медицина, захворювання.

Abstract

The paper analyzes the application of stem cells in medicine and partly in bioengineering. Author determined basic properties of stem cells, their division, self-renewal, differentiation. The questions of innovations in cell therapy and bioengineering achievements are highlighted.

Keywords: stem cells, restoration, medicine, illness.

Вступ

За останні десятиріччя людство неухильно розвиває знання про організм людини з можливістю утворення нових методів лікування за допомогою штучно-технічних засобів. З розвитком науки почали з'являтися нові методи лікування організму людини. Одним з новітніх методів, який здивував весь світ, є лікування стовбуровими клітинами.

Над цим методом лікування працювали й на даний час працюють: вчені Сін'я Яманака (Японія) і Джон Гердон (Великобританія), американська фірма Geron, Інститут молекулярної біології і генетики НАМН України, Національна медична академія післядипломної освіти ім. П. Л. Шупика та інші.

Метою нашої розвідки є з'ясувати особливості застосування стовбурових клітин в медицині та довести необхідність розвитку цього напрямку в лікуванні.

Результати дослідження

Майбутнє клітинної терапії та трансплантології, а, можливо, і медицини в цілому пов'язано використанням стовбурових клітин, що застосовуються з метою заміщення структурної та функціональної недостатності різних органів.

На сьогоднішній день надії медиків на перемогу над невиліковними захворюваннями пов'язані з величезним регенеративним потенціалом стовбурових клітин. Тому в ХХІ столітті можна сміливо говорити, що прийшла ера біотехнологій та клітинної медицини.

Стовбурові клітини – це базові клітини, або клітини-попередники, з яких розвиваються різні типи клітин крові, а також тканини органів, наприклад, кісток, м'язів, серця, печінки, нирок, нервової системи, очей, шкіри та інші.

Стовбурові клітини мають дві біологічні властивості, які роблять їх клінічне використання доцільним і привабливим. По-перше, вони здатні самовідновлюватися. Коли стовбурова клітина ділиться, вона виробляє точну копію самої себе. По-друге, стовбурові клітини можуть диференціюватися (тобто розвиватись) в багато вузькоспеціалізованих клітин [1, 9]. Основні властивості стовбурових клітин наведені на рис. 1.

Лікування стовбуровими клітинами.

Сучасна медицина з кожним роком все активніше застосовує у своїй практиці трансплантацію гемопоетичних стовбурових клітин. Щорічно в світі виконується від сорока до п'ятдесяти тисяч таких операцій, при цьому джерелом стовбурових клітин не є кістковий мозок, так як така операція відрізняється високою травматичністю, а в якості матеріалу для вилучення стовбурових клітин використовується пуповинна або периферична кров. Згідно зі статистичними даними, кожен п'ятий випадок трансплантації гемопоетичних стовбурових клітин здійснюється за допомогою пуповинної

крові, а не кісткового мозку. При цьому в країнах з добре розвинутою системою зберігання пуповинної крові, наприклад, таких як, Сінгапур чи Японія, такі операції складають 50 % [5].

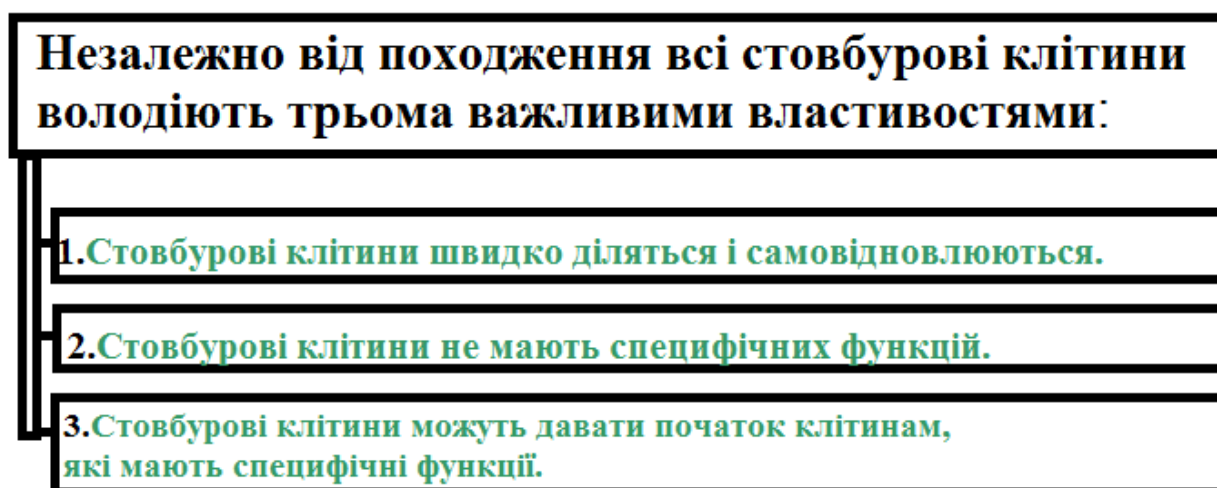


Рис. 1. Властивості стовбурових клітин

Вчені помітили, що саме стовбурові клітини, взяті з пуповинної крові, істотно знижують ризик розвитку синдрому, який носить назву «трансплантат проти господаря». Таким чином, застосовувати в лікуванні пуповинну кров доцільно навіть при неповній гістосумісності. І якщо ще недавно пуповинну кров застосовували в якості матеріалу для трансплантації тільки в педіатрії, то сьогодні відзначається тенденція використання цього цінного біологічного матеріалу для лікування людей похилого віку [2].

Застосування стовбурових клітин.

В даний момент стовбурові клітини застосовуються в загальноприйнятих протокольних схемах лікування таких захворювань як:

- лейкози,
- сахарний діабет 1го типу,
- наслідки інсульту,
- деякі пухлини,
- апластичні анемії,
- вроджені порушення метаболізму,
- серцево-судинних хвороби ,
- неврологічних хвороби,
- автоімунних хвороби тощо.

Стовбурові клітини приховують у собі нечувані можливості: від регенерації ушкоджених органів та тканин до лікування хвороб, які чинять спротив лікарської терапії. Крім відновлення втрачених функцій органів та тканин, власні стовбурові клітини здатні гальмувати неконтрольовані патологічні процеси, такі як:

- запалення,
- алергії,
- онкологічні процеси,
- старіння тощо.

У 2010 р весь світ облетіло сенсаційне повідомлення, що за допомогою стовбурових клітин німецькі вчені вилікували пацієнта від СНІДу. А в 2012 р за дослідження в області стовбурових клітин вчені Сін'я Яманака (Японія) і Джон Гердон (Великобританія) отримали Нобелівську премію.

Механізм відновлення дії стовбурових клітин вчені пояснюють, як їх здатністю трансформуватися в клітини крові, печінки, міокарда, кістки, хряща або нервової тканини, так і здатністю за допомогою продукції різноманітних факторів росту регулювати функціональну активність інших клітин (за т. зв. паракринним типом).[3,4,6]

Найбільш багатими джерелами стовбурових клітин вважаються кістковий мозок, пуповинна кров, плацента, тканина пуповинного канатика, амніотична рідина, жирова тканина, пульпа молочних зубів. Найдовше в клітинній терапії застосовується кістковий мозок. Перша публікація про трансплантацію кісткового мозку датована 1957 р, а вже до 2010 р цей метод лікування врятував тисячі хворих на лейкоз. Майже у всіх країнах світу створені спеціалізовані центри трансплантації гемопоетичних стовбурових клітин.

Завдяки виявленню в пуповинній крові великої кількості стовбурових клітин на сьогоднішній день вдалося врятувати десятки тисяч хворих на лейкемію, яким не могли підібрати сумісного донора кісткового мозку. Перша операція з пересадки стовбурових клітин пуповинної крові була успішно здійснена французькими хірургами ще в 1988 році. На сьогоднішній день таких операцій у всьому світі роблять близько 40 тисяч щорічно. При цьому слід зазначити, що в країнах, де добре розвинена система банків зберігання пуповинної крові, наприклад, в Сингапурі чи Японії, кожна друга трансплантація здійснюється з застосуванням стовбурових клітин пуповинної крові [5, 6].

Нововведення в клітинній терапії.

1. Одним з найбільш перспективних сучасних методів застосування стовбурових клітин у лікуванні різних захворювань, є трансплантація гемопоетичних клітин, які взяті з декількох пуповин. Цей метод збільшує кількість стовбурових клітин в матеріалі, який відбирається для трансплантації. На сьогоднішній день виконано більше 500 успішних трансплантацій з використанням двох і більше зразків пуповинної крові.

2. Крім гемопоетичних стовбурових клітин, вчені розробляють методи використання інших клітинних культур, які виділяються з пуповинної крові. Наприклад, ендотеліальні клітини-передвісники можна застосовувати для створення нових судин і серцевих клапанів.

3. Одним з найбільш нових і перспективних методів терапії вважається пренатальна трансплантація стовбурових клітин, тобто операція здійснюється до народження дитини. Завдяки цьому підходу можна лікувати генетичні порушення ще не народженої дитини, а також тяжкі форми імунodefіцитів.

4. Важливим стратегічним напрямком в клітинній терапії стало одне з останніх відкриттів, яке було удостоєно Нобелівської премії. Відкриття полягає в тому, що дорослі стовбурові клітини можуть бути "перепрограмовані" завдяки гемопоетичним стовбуровим клітинам, тобто вже дорослим клітинам можна надати стан ембріональних – здорових, які не несуть у собі відбиток життя людини (її способу життя, зовнішньої екології, перенесених захворювань тощо).

Таким чином, клітинна терапія в наші дні стрімко розвивається, і цілком очевидно, що в найближчому майбутньому, вона з успіхом замінить традиційні методи лікування [6].

Лікування стовбуровими клітинами.

Клітинна терапія активно використовується у вітчизняних медичних центрах і науково-дослідних інститутах. Найбільших успіхів в активному застосуванні стовбурових клітин у лікуванні різних захворювань в Україні досягли:

- Національний інститут хірургії та трансплантології ім. А. А. Шалімова НАМН України
- Інститут молекулярної біології і генетики НАМН України
- Національний інститут серцево-судинної хірургії ім. Н. М. Амосова НАМН України
- Інститут генетичної та регенеративної медицини НАМН України
- Національна медична академія післядипломної освіти ім. П. Л. Шупика
- Інститут педіатрії, акушерства і гінекології НАМН

Застосування стовбурових клітин неспоріднених донорів.

Сьогодні у медичній практиці досить часто використовують стовбурові клітини неспоріднених донорів. Але ідеальним джерелом отримання таких клітин є виключно пуповинна кров, завдяки її унікальним властивостям:

- насамперед, пуповинна кров – це найбільш доступне джерело, з точки зору естетики.
- з пуповинної крові легко виділити мононуклеари.
- пуповинна кров за вмістом ранніх клітин-попередників та стовбурових клітин не поступається кістковому мозку дорослої людини, при цьому її проліферативний потенціал набагато вищий.

Таким чином, при трансплантації стовбурових клітин неспоріднених донорів ймовірність успішного результату операції набагато вища, ніж при пересаджуванні донорського кісткового мозку. Вкрай рідко зустрічаються випадки, коли виникає так званий синдром «трансплантат проти

господаря» навіть при неповній гістосумісності стовбурових клітин пуповинної крові від неспорідненого донора [8, 9].

Розробки вирощування органів в штучних умовах. Досягнення біоінженерії.

За даними науково-практичної конференції «Трансплантація: сьогодення, минуле і майбутнє», яка 7 листопада 2014 р. відбулася у Києві за підтримки Інституту клітинної терапії, сучасна світова трансплантологія досягла сенсаційних успіхів. У вересні 2014 р. у Швеції відбулися перші успішні пологи у жінки після трансплантації матки. А в період з 1987 по 2013 рр. в США у 71 жінки після трансплантації серця зареєстровані 122 вагітності, з яких 82 – закінчилися пологами.

Також за даними Міжнародного реєстру трансплантації рук і тканинних композитів, з 1998 по 2014 р. виконано 66 трансплантацій верхньої кінцівки, а з 2005 р. в світі виконано 20 трансплантацій обличчя (щік, носа, губ, періоральних тканин) [6].

Однак, межею мрій людства залишається вирощування «на замовлення» індивідуальних, абсолютно сумісних органів зі стовбурових клітин на зміну функціонально неповноцінним. І в цьому напрямку відзначаються значні успіхи.

Як повідомлялося раніше, в університеті Міннесоти (США) створено працездатне серце щура. А в 2013 р. тканину людського серця, здатну до скорочення, відтворено з плюрипотентних стовбурових клітин в університеті Піттсбурга (США). Пульсуючі клітини серця ще в 2007 р. були отримані в Україні.

Також у світі на сьогоднішній день створені 3D-принтери, що дозволяють на місці опіку вирощувати шкіру. А в Україні вченими з Інституту клітинної терапії (Київ) розроблені методи лікування опікових ран із застосуванням плацентарної тканини і стовбурових клітин пуповинної крові.

Протягом п'яти найближчих років стане можливим вирощування людської печінки в лабораторних умовах для задач трансплантації. Американським ученим з Медичної школи Гарварду вдалося виростити в лабораторії працюючий трансплантат печінки. Це відкриває нові перспективи у відновленні роботи уражених внутрішніх органів, надавши можливість у подальшому вирощувати цілу печінку для трансплантації.

Крім того, вчені вірять, що за допомогою стовбурових клітин ми зможемо зрозуміти механізми як ембріонального розвитку (які гени активуються в тому чи іншому випадку), так і аномалії поділу клітин, які виявляються при ракових захворюваннях. Існує надія, що на стовбурових клітин може бути випробувано дію нових ліків, щоб згодом вони могли бути застосовані для піддослідних тварин або людей [3, 7].

Висновки

Лікування за допомогою стовбурових клітин – це відносно новий напрямок розвитку сучасної медицини, але вже наявні значні досягнення, а перспективи відкриваються безмежні. В наш час стовбурові клітини застосовуються, як в загальноприйнятих протокольних схемах лікування різноманітних захворювань, так і в експериментальній клінічній практиці.

Клітинна терапія активно використовується у вітчизняних медичних центрах і науково-дослідних інститутах. Подальші дослідження в цьому напрямку є перспективними, оскільки стовбурові клітини можуть стати джерелом здоров'я і благополуччя людства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Грищенко В. И. Проблема стволовых клеток: фундаментальные и прикладные аспекты / В. И. Грищенко // Журнал Академії медичних наук України. – 2004. – 10, № 2. – С. 253–258.
2. Никольский Н. Н. Эмбриональные стволовые клетки человека. Проблемы и перспективы / Н. Н. Никольский, И. А. Габай, Н. В. Сомова // Цитология. – 2007. – Т. 49, № 7. – С. 529–537.
3. Пальцев М. А. Медицина XXI века в свете клеточной биологии / М. А. Пальцев // Вестник Российской академии медицинских наук. – 2004. – № 9. – С. 3–11.
4. Кухарчук А. Л. Стволовые клетки: эксперимент, теория, клиника. Эмбриональные, мезенхимальные, нейральные и гемопоэтические стволовые клетки / А. Л. Кухарчук, В. В. Радченко, В. М. Сирман. – Черновцы : Золоті литаври, 2004. – 505 с.

5. Насадюк Х. М. Застосування аутологічної пуповинної крові при хірургічних втручаннях у новонароджених: світовий та український досвід / Насадюк Х. М., Федевич О. М., Часовський К. С. // Жіночий лікар. – 2010. – № 1. – С. 5–8.
6. Petersdorf E. W. The World Marrow Donor Association: 20 years of international collaboration for the support of unrelated donor and cord blood hematopoietic cell transplantation / E.W. Petersdorf // Bone Marrow Transplant. – 2010. – № 45(5). – С. 807–810.
7. У Гарварді вперше штучно виростили печінку [Електронний ресурс] // Останні новини. ТСН Україна. – Режим доступу : https://tsn.ua/nauka_it/u-garvardi-vpershe-shtuchno-virostili-pechinku.html (дата звернення 20.03.2017).
8. Павиченко О. В. Стовбурові клітини [Електронний ресурс] / О. В. Павиченко // Фармацевтична енциклопедія. – Режим доступу до статті : <http://www.pharmencyclopedia.com.ua/article/655/stovburovi-klitini> (дата звернення 20.03.2017).
9. Мусина Р. А. Стволовые клетки: свойства и перспективы использования в медицине / Р. А. Мусина, Е. Е. Егоров, А. В. Белявский // Молекулярная биология. – 2004. – Т. 38, № 4. – С. 1–15.

Козеренко Марія Петрівна – студентка групи БІО-16б, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: kozerenko.masha@ukr.net.

Науковий керівник: **Штофель Дмитро Хуанович** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри біомедичної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Mariya P. Kozerenko – student of group BIO-16b, Faculty of infocommunications, radioelectronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kozerenko.masha@ukr.net.

Supervisor: **Dmytro Kh. Shtofel** – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor in Biomedical engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

РОЗРОБКА КОНСТРУКЦІЇ МІКРОКОНТРОЛЕРНОГО ТЕСТЕРА СЕРВОПРИВОДІВ ДЛЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розробка та дослідження конструкції безпілотних літальних апаратів.

Ключові слова: сервопривід, мікроконтролерний тестер, безпілотний літальний апарат.

Abstract

Research and development of unmanned aircraft designs.

Keywords: servo, microcontroller tester, drone.

Вступ

Безпілотні літальні апарати (БПЛА) в сучасних умовах стають одним з основних засобів отримання оперативної інформації про стан та розвиток різноманітних подій та явищ техногенного чи природного характеру [1]. Внаслідок зменшення масово-габаритних параметрів навігаційного та оптико-електронного обладнання, велика кількість завдань вирішується БПЛА злітною масою до 5 кг [2] (клас «мікро» (μ) у відповідності з міжнародною класифікацією UVS International). БПЛА цього класу мають наступні характерні риси: дальність дії до 10 км, максимальна злітна маса до 5 кг [3]. Основними аргументами поширення БПЛА класу μ стали низька ціна, висока мобільність та здатність до передавання фото- відеоінформації в реальному режимі часу [4]. В даному класі БПЛА найбільш поширені дві схеми, що відрізняються способом створення підйомної сили: «літак» та «вертоліт».

Результати дослідження

Авіаційне обладнання (АО) призначено для найбільш повного використання льотно-технічних властивостей літаків та забезпечення роботи екіпажів на землі і в повітрі. Якщо проаналізувати задачі, які вирішуються під час виконання польотного завдання, то виявиться, що всі вони можуть бути якісно реалізовані лише завдяки використанню комплексу АО.

Сучасні літаки виконують польоти в складних метеорологічних умовах, у будь-який час року і доби, в хмарах і на різних висотах, від декількох десятків метрів до декількох десятків кілометрів, з великими діапазонами швидкостей. Вони можуть базуватися в різних місцях земної кулі, від жаркого вологого клімату тропіків до сухого морозного на Крайній Півночі і на великих висотах. Умови роботи АО можуть змінюватися за дуже короткий час протягом польоту. Зі збільшенням висоти польоту знижується тиск і температура, зменшується вологість і щільність повітря (на висоті 35 км тиск у 180 разів менший ніж біля поверхні Землі). Збільшення електропровідності повітря і погіршення умов охолодження призводить до потреби збільшити геометричні розміри елементів і знизити їх питомі енергетичні навантаження. Великий діапазон зміни температури утрудняє вибір змащення й ізоляції. Зменшення вологості, змісту кисню і щільності повітря з підйомом на висоту погіршує умови роботи електричних машин.

Сервопривод - привід з управлінням через негативний зворотний зв'язок, що дозволяє точно керувати параметрами руху.

Сервоприводом є будь-який тип механічного приводу (пристрою, робочого органу), що має в складі датчик (положення, швидкості, зусилля тощо) та блок управління приводом (електронну схему або механічну систему тяг), автоматично підтримує необхідні параметри на датчику (і, відповідно, на пристрої) відповідно до заданого зовнішньому значенням (положення ручки управління або чисельним значенням від інших систем).

Висновки

Існуючі БПЛА контейнерного старту в значній мірі реалізують концепцію БПЛА оперативного використання з мінімумом стартової підготовки, проте існує ряд проблемних питань, що потребують ґрунтовних досліджень:

- 1) розробки оптимізаційних моделей планеру БПЛА з врахуванням критеріїв: оптимальної об'ємно-масової компоновки; оптимальної конструктивно-силової компоновки; досконалості несучих якостей; досконалості аеродинамічної компоновки;
- 2) теоретично-експериментальний пошук оптимальної аеродинамічної схеми, що найбільш повно відповідатиме геометричним, масовим та експлуатаційним обмеженням;
- 3) теоретично-експериментальні роботи по стартовим пристроям.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Беспилотные летательные аппараты: Методики приближенных расчетов основных параметров и характеристик / В.М. Ильюшко, М.М. Митрахович, А.В. Самков, В.И. Силков, О.В. Соловьев, В.И. Стрельников; Под общ. ред. В.И. Силкова. – К.: ЦНИИ ВВТ ВС Украины, 2009. – 302 с.
2. Павлушенко М. Беспилотные летательные аппараты: история, применение, угроза распространения и перспективы развития / М. Павлушенко, Г. Евстафьев, И. Макаренко – М.: Права человека, 2005. – 611 с.
3. Общие виды и характеристики беспилотных летательных аппаратов: справ. пособие / А.Г. Гребеников, А.К. Мялица, В.В. Парфенюк и др. – Х.: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2008. – 377 с.
4. Tactical-exploring unmanned aviation systems: Current state and prospects in Ukraine / S. Zlepko, L. Koval, S. Pavlov, K. Solodenko, D. Shtofel // Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science (TCSET-2016) : 13th International Conference. – Lviv-Slavsko, 2016. – P. 219–221.

Микола Володимирович Кобися — студент групи Рам-13б, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки і наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: mkobysya@gmail.com;

Науковий керівник: **Сергій Володимирович Костішин** — кандидат технічних наук, старший викладач кафедри біомедичної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Nikolai V. Kobysja - student of RAm 13b, faculty of infokomunykaty, radioelectronic and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mkobysya@gmail.com;

Supervisor: **Serhiy V. Kostishyn** — PhD, senior lecturer in biomedical engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa.

ЗАВДАННЯ І ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «МОДЕЛЮВАННЯ В БІОЛОГІЇ ТА МЕДИЦИНІ»

Вінницький національний технічний університет

Анотація

На основі аналізу вимог до фахівців спеціальності «Біомедична інженерія» визначені основні завдання навчальної дисципліни «Моделювання в біології та медицині» у взаємозв'язку з іншими навчальними дисциплінами. Відповідно до завдань сформований інформаційний обсяг навчальної дисципліни.

Ключові слова: біомедична інженерія; моделювання; підготовка фахівців; навчальна дисципліна; інформаційний обсяг дисципліни.

Abstract

Based on the analysis of requirements to technicians in speciality "Biomedical engineering", the paper determines the main tasks of academic discipline "Modelling in biology and medicine" in interrelation with other training courses. According to tasks, the informational scope of academic discipline is formed.

Keywords: biomedical engineering; modeling; professional training; academic discipline; informational scope of academic discipline.

Вступ

Біомедична інженерія – це міждисциплінарна наука, яка вивчає принципи функціонування технічних пристроїв для дослідження біологічних процесів, діагностичної та терапевтичної апаратури, моделювання життєвих процесів з точки зору фізичних законів та математичних закономірностей, що дозволяє створювати біотехнічні системи різного призначення [1].

На сьогодні підготовка за спеціальністю «Біомедична інженерія» здійснюється в дев'яти університетах України. Незважаючи на те, що ця спеціальність наявна в класифікаторі МОН України давно, досі для неї не затверджено єдиного Стандарту вищої освіти. Тим не менше, чинним навчальним планом встановлений перелік навчальних дисциплін. Тому обговорення вимог до знань і навичок випускників та змісту навчальних дисциплін є актуальним і важливим для формування набору компетенцій, якими повинен володіти фахівець з біомедичної інженерії. У зв'язку з цим метою статті є визначення завдань та змісту навчальної дисципліни «Моделювання в біології та медицині» («МБМ») для студентів спеціальності «Біомедична інженерія».

Результати дослідження

Підготовка студентів у Вінницькому національному технічному університеті (ВНТУ) за цим напрямом розпочалась у 2015 році, хоча фактично фахівців в галузі біомедичної інженерії, беручи до уваги вищенаведене визначення, тут готували з 1992 року, випускаючи спеціалістів та магістрів за спеціальністю «Біотехнічні та медичні апарати і системи». Тому методичні матеріали за дисциплінами, пов'язаними з моделюванням, були напрацьовані. До таких дисциплін, наприклад, можна віднести «Моделювання біологічних та ергатичних систем» [2], «Методи моделювання в біотехнічних та медичних апаратах і системах», які читались магістрантам. Суттєвою відмінністю дисципліни «МБМ» є те, що вона викладається на другому курсі бакалаврату, тобто значно раніше.

Програмою варіативної навчальної дисципліни «Моделювання в біології та медицині» визначена мета її викладання, яка полягає у вивченні принципів, засобів та способів створення, аналізу, дослідження та застосування моделей в біологічних, медичних та супутніх інженерних науках [3]. Предметом вивчення дисципліни «МБМ» є фізичні, імітаційні та математичні моделі біологічних та біомедичних систем. Освоєння дисципліни дозволяє студентам сформулювати уявлення про представлення біологічних систем у вигляді їх моделей для зручного дослідження, керування та прогнозування їх розвитку в прикладних задачах медицини та біології, що необхідно для успішного оволодіння фахом біомедичного інженера. Дисципліна базується на знаннях, отриманих студентами раніше при вивченні дисциплін «Вища математика», «Вступ до фаху», «Біохімія».

Моделювання – це метод дослідження складних об'єктів і систем, який ґрунтується на тому, що об'єкт моделювання (оригінал) замінюється певною моделлю (спрощеним аналогом), з якою проводять експерименти з метою одержання інформації про оригінал [4].

Моделі широко використовуються в біології та медицині [5]. Розрізняють фізичні, імітаційні, математичні та біологічні моделі.

Фізичне моделювання – методологія експериментального вивчення матеріального світу, що полягає у відтворенні об'єкта моделювання засобами, що мають ідентичну фізичну природу. До фізичного моделювання також відносять відтворення та дослідження на моделі процесів, якісно ідентичних процесам в об'єкті моделювання [6].

Імітаційне моделювання – це методологія дослідження складних об'єктів, що не піддаються іншим видам моделювання, яка полягає у відтворенні всіх вхідних і вихідних сигналів об'єкта у чисельній формі.

Біологічне моделювання – це експериментальне відтворення систем і процесів з використанням біологічних організмів, вивчення впливу різних чинників на біологічний об'єкт. Біологічні моделі найчастіше використовуються у фармацевтичних дослідженнях та при розробці нових методів лікування або створення генно-модифікованих організмів (піддослідні тварини та рослини).

Найбільш важливим напрямком є математичне моделювання – відтворення найважливіших характеристик об'єкту моделювання через математичні співвідношення, рівняння, закономірності.

Крім цього виділяють моделі даних (моделі, які описують перетворення певних змінних величин у часі або просторі) та моделі систем (описують систему в цілому, відтворюючи закономірності її функціонування в максимально повному обсязі).

Математичні моделі дозволяють описати різноманітні біомедичні явища, системи і процеси в доступній для машинного опрацювання формі. На їх основі побудовані технології комп'ютерного моделювання. Головна перевага математичних моделей – це те, що вони створюють можливість прогнозування розвитку модельованого процесу і визначення шляхів керування ним. В ході вивчення дисципліни «МБМ» студенти повинні навчитись використовувати математичні моделі з цією метою.

Існує величезна кількість моделей, які використовуються в медицині та біології. Розглянути всі в межах одного навчального курсу не є можливим. Тому основною задачею дисципліни «МБМ» є ознайомити студентів із типами моделей, їх можливостями та методикою роботи з ними. Студенти повинні освоїти принципи створення нових моделей та аналізу й інтерпретації існуючих, для того, щоб під час подальшого навчання використовувати одержані знання для роботи з конкретними моделями, які зустрічатимуться їм при вивченні інших дисциплін. Наприклад, вивчення великої кількості фізичних та математичних моделей передбачають програми таких дисциплін, як «Біофізика», «Біомедична механіка», «Основи теорії біотехнічних систем», «Методи та засоби обробки біомедичних сигналів, даних і зображень», «Системний аналіз і прийняття рішень в медицині», «Експлуатація, ремонт та обслуговування медичної апаратури», «Медичні інформаційні технології та їх програмне забезпечення», «Теорія випадкових процесів та сигналів», «Обробка біомедичної інформації», а також курс магістерської підготовки зі спеціальності «Біомедична інженерія» [7].

Водночас важливо ознайомити студентів з класичними зразками моделей біологічних процесів, дати базову систему знань в цій галузі. До таких класичних моделей можна віднести біологічні моделі мікробних культур, піддослідних тварин, екосистем; фізичне моделювання біологічних мембран, м'язів та кісток, біомеханічне протезування; математичні моделі динаміки популяцій (моделі Мальтуса, Ферхюльста, Лотки, Вольтерри), моделювання стохастичних процесів (ланцюги Маркова, методи математичної статистики, розподіли випадкових величин, рівняння Фоккера-Планка), фармакокінетичні моделі, моделювання обмінних процесів в організмі людини, моделювання особистості людини (моделі Айзенка, Кеттела, Олдхема-Морріс та ін.); основи теорії ігор та штучних нейронних мереж, медичної та біологічної інформатики і кібернетики.

Компетенції, яких набувають студенти в процесі вивчення дисципліни, можна умовно розділити на загально-наукові та спеціалізовано-професійні. До перших належать знання та уміння, пов'язані з поняттям моделювання, методами математичного аналізу моделей; до других – знання та уміння, пов'язані з конкретними моделями біомедичних процесів та систем. Вид типових задач діяльності, розвитку яких сприяє вивчення дисципліни, – професійний. Задачі професійної діяльності, вирішенню яких присвячена дисципліна, можуть носити діагностичний або евристичний характер. Вид умінь, яких набувають студенти, – знаково-розумовий. Рівень сформованості умінь в результаті опанування дисципліни передбачає здатність виконувати дії, спираючись на матеріальні носії інформації щодо

неї, тобто на основі глибокого аналізу кожної конкретної задачі з широким використанням різноманітних джерел інформації.

Згідно чинного навчального плану, на дисципліну «МБМ» виділено 3 кредити ECTS. На основі досвіду викладання дисциплін, пов'язаних з моделюванням, пропонується такий інформаційний обсяг навчальної дисципліни «МБМ».

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Принципи моделювання біологічних систем.

Тема 1. Основні поняття моделювання.

Поняття системи. Біологічні, медичні, ергатичні, біотехнічні системи. Поняття моделі. Принципи моделювання. Види моделей. Етапи моделювання. Фізичне моделювання. Імітаційне моделювання. Біологічне моделювання. Математичне моделювання. Класифікація математичних моделей. Засоби математичного моделювання. Ієрархія моделей. Моделювання статичних режимів. Моделювання динамічних режимів. Моделювання стохастичних систем. Зворотний зв'язок. Диференційні рівняння як засіб моделювання. Способи рішень диференційних рівнянь. Дослідження математичних моделей. Математична біологія.

Тема 2. Аналіз властивостей моделей біологічних систем.

Стационарні стани моделей і систем. Стійкість рівноважного стану. Методи оцінки стійкості за Ляпуновим. Метод лінеаризації систем. Фазовий простір та фазова траєкторія. Метод ізоклін. Особливі точки та їх типи. Методологія аналізу властивостей біологічних систем. Методи теорії керування. Використання математичних методів аналізу. Моделювання ергатичних систем. Вирішення прикладних задач біології та медицини. Визначення взаємозв'язку. Діагностика. Контроль. Прогнозування. Керування.

Тема 3. Моделювання динаміки популяцій.

Історія популяційних досліджень. Форма і структура популяцій. Лінійне моделювання: модель Мальтуса. Ємність екологічної ніші. Нелінійне моделювання: модель Ферхюльста. Її інтерпретація та узагальнення. Оптимальний обсяг вилову риби. Дискретні моделі популяційної динаміки. Двохкомпонентні моделі: рівняння Лотки, рівняння Вольтерри, їх дослідження та інтерпретація. Багатопараметричні моделі. Моделювання зв'язків у біоценозі. Модель екологічної піраміди. Моделювання демографічної динаміки у країні та у світі в цілому.

Тема 4. Моделювання стохастичних процесів.

Випадкові процеси та способи їх опису. Стохастичні диференційні рівняння. Стохастичне числення. Існування та єдиність розв'язку стохастичних диференційних рівнянь. Марківські процеси. Марківська властивість системи. Ланцюги Маркова та їх властивості. Рівняння Фоккера-Планка, його інтерпретація та застосування. Розподіл випадкової величини в біології та медицині. Нормальний розподіл. Розподіли Максвела і Больцмана. Математична статистика в біології та медицині. Оцінювання вибірки та генеральної сукупності. Обробка та аналіз первинних експериментальних даних. Перевірка гіпотез. Кореляція. Рівняння регресії. Метод найменших квадратів.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. Моделювання та інформаційні технології в медицині.

Тема 5. Фармакокінетика.

Математичне моделювання біохімічних процесів. Кінетика ферментативних процесів. Множинність стаціонарних станів. Коливальні процеси. Фармакокінетика і її етапи. Характеристика фармакокінетичних параметрів. Однокамерна та двокамерна фармакокінетичні моделі. Кількісні закони всмоктування та елімінації ліків. Рівноважна концентрація лікарського засобу. Моделювання реакції організму на повторну дію хімічних речовин. Самоорганізація в розподілених біологічних системах.

Тема 6. Моделювання обмінних процесів в організмі людини.

Фізіологічні передумови моделювання. Енергетичні моделі людини, моделювання гомеостазу. Алгоритми керування. Алгоритми зі зворотним зв'язком. Оптимальне програмне керування. Узагальнений критерій якості. Адаптивне керування. Підтримка гомеостазу на основі нечастих вимірювань. Моделювання гормональних впливів. Моделювання імунних процесів. Моделювання кровообігу. Моделі внутрішніх органів людини. Моделювання розповсюдження захворювань в певних географічних межах.

Тема 7. Моделювання особистості людини.

Специфіка моделювання складних систем. Структура моделі особистості. Моделі динаміки якостей особистості. Психофізіологічне моделювання особистості. Класичні моделі особистості. Психодіагностика. Модель Айзенка. Модель Кеттелла. Модель Олдхем-Морріс. Вітчизняні моделі особистості. Прикладне застосування моделей особистості. Здоров'я як інтегральний критерій та його інфо-

рмацийний простір. Індекс здоров'я. Модель фізичного статусу здоров'я. Модель психічного статусу здоров'я. Модель соціального статусу здоров'я. Піраміда Маслоу. Моделювання соціальних систем. Основи теорії ігор.

Тема 8. Інформаційні технології в біології та медицині.

Медична та біологічна інформатика. Біологічна та медична кібернетика. Аксиоматика інформаційних технологій. Сучасний стан розвитку інформаційних технологій в біології та медицині. Інформаційно-структурне моделювання. Інфотомування. Методи оцінювання в біології та медицині. Інформаційні технології синтезу моделей. Біологічні та медичні бази даних і знань. Штучний нейрон. Штучні нейронні мережі, їх класифікація, принципи організації та функціонування. Застосування штучних нейронних мереж.

Згідно навчального плану, вивчення дисципліни «МБМ» передбачає проведення практичних занять. Кожна практична робота пов'язана з відповідною темою змістового модуля і передбачає застосування комп'ютерної техніки з програмним забезпеченням MS Excell, MathCAD, Maple. Таким чином, вирішується ще одна задача навчальної дисципліни – набуття навичок роботи в цих прикладних програмах.

Практична робота 1. Способи побудови і розв'язання диференціальних рівнянь.

Практична робота 2. Аналіз особливих точок. Використання методу ізоклін.

Практична робота 3. Розв'язування рівнянь Мальтуса, Ферхюльста, Лотки-Вольтерри.

Практична робота 4. Обробка результатів біологічного експерименту.

Практична робота 5. Розрахунок параметрів фармакокінетичної моделі.

Практична робота 6. Аналіз моделі вуглеводного обміну в організмі людини.

Практична робота 7. Тестові методики і побудова моделей особистості.

Практична робота 8. Проектування штучної нейронної мережі.

Таким чином, після успішного освоєння навчальної дисципліни «МБМ» студенти спеціальності «Біомедична інженерія» отримують знання та уміння, необхідні для професійної діяльності та подальшого навчання.

Висновки

Відповідно до мети викладання дисципліни «Моделювання в біології та медицині» для студентів спеціальності «Біомедична інженерія», визначені основні завдання навчальної дисципліни:

- освоєння принципів створення нових моделей біологічних та медичних процесів і систем та аналізу й інтерпретації існуючих;
- вивчення базових фізичних, біологічних та математичних моделей;
- набуття навичок вибору класу моделі відповідно до поставлених задач, її побудови та дослідження;
- набуття навичок роботи з прикладними програмним забезпеченням MS Excell, MathCAD, Maple.

Відповідно до завдань та академічного обсягу дисципліни «МБМ» визначений інформаційний зміст навчальної дисципліни, який складається з двох змістових модулів («Принципи моделювання біологічних систем» і «Моделювання та інформаційні технології в медицині»), кожен з яких містить по 4 теми.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Азнакаєв Е. Г. Біомедична інженерія (фундаментальні та прикладні аспекти) : навчальний посібник / Е. Г. Азнакаєв. – К. : Книжкове вид-во НАУ, 2007. – 392 с.
2. Шиян А. А. Основи моделювання біологічних та ергатичних систем : навчальний посібник [Електронний ресурс] / А. А. Шиян // Інститут соціальних технологій. – 2009. – Режим доступу : http://soctech.narod.ru/Texts/osonvy_modelirovaniya_bes.pdf (дата звернення 20.03.2017).
3. Програма варіативної навчальної дисципліни «Моделювання в біології та медицині» / розроб. Д. Х. Штофель. – Вінниця, 2016. – 8 с.
4. Филатова Н. Н. Моделирование биотехнических систем : учебное пособие / Н. Н. Филатова. – Тверь : ТГТУ, 2008. – 134 с.
5. Інформаційні технології в біології та медицині : навчальний посібник / В. І. Гриценко, А. Б. Котова, М. І. Вовк [та ін.]. – К. : Наукова думка, 2007. – 383 с.

6. Методичні рекомендації зі спецкурсу «Методи біофізичних досліджень» / уклад. С. В. Храпатий. – К. : КНУ ім. Т. Шевченка, 2013. – 112 с.

7. Злепко С. М. К вопросу о разработке отраслевого стандарта высшего образования «Биомедицинская инженерия» [Электронный ресурс] / С. М. Злепко, С. В. Тымчик, Д. Х. Штофель // Биомедицинская инженерия и электроника. – 2012. – № 1. – 4 с. – Режим доступа : <http://biofbe.esrae.ru/182-803> (дата обращения 20.03.2017).

Штофель Дмитро Хуанович – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри біомедичної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: shtofel@vntu.edu.ua

Dmytro Kh. Shtofel – Cand. Sc. (Eng.), Associate Professor in Biomedical engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: shtofel@vntu.edu.ua

ОГЛЯД ЛАЗЕРНОГО СКАЛЬПЕЛЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено технічні характеристики лазерного скальпелю та проведено опис його призначення, принципу дії та вплив лазерних скальпелів на біологічні тканини.

Ключові слова: лазерний скальпель; лазери; медичне обладнання; лазери в медицині.

Abstract

The characteristics of the laser scalpel were studied. The description is made for the purpose, principle of laser scalpels and the impact on biological tissue .

Keywords: laser scalpel; lasers; medical equipment; lasers in medicine.

Вступ

Створення нової медичної апаратури, яка базується на досягненнях сучасної науки і техніки, дозволяє розробляти нові медичні технології, що володіють безперечними перевагами перед існуючими методами. Використання нових технологій дозволяє підвищити ефективність лікування, зменшити ймовірність розвитку ускладнень і рецидивів, больові відчуття пацієнта і час його непрацездатності. Серед цих технологій значне місце займають лазерні технології [1].

З появою в медицині нової лазерної хірургічної техніки з'явилася можливість вибирати довжину хвилі робочого випромінювання і часовий режим роботи (безперервний, імпульсний або імпульсно-періодичний). Висока надійність, простота управління, мала вага і габарити дозволяють використовувати сучасні лазерні скальпелі на основі потужних напівпровідникових (діодних) і оптоволоконних лазерів в лікувальних установах, що не мають інженерно-технічних служб, при цьому знижуються витрати на їх експлуатацію. Низька чутливість до зовнішніх впливів в поєднанні з малим енергоспоживанням дозволяє використовувати подібні апарати в позаклінічних умовах [1].

Результати досліджень показали переваги лазерного лікування: коагуляція судин в зоні розрізу, менша травматичність, асептичність і абластичність поверхні рани, більш легкий перебіг післяопераційного періоду, відсутність побічної дії на організм, утворення тонкого, ніжного, мало помітного рубця [1].

Результати дослідження

Лазерний скальпель являє собою пристрій, що складається з стаціонарної частини, зазвичай для підлоги, де розміщується, власне, лазер з блоками управління і живлення, і рухомого, компактного випромінювача, сполученого з лазером гнучкою системою передачі випромінювання (світловодом) [3].

Промінь лазера по світловоду передається до випромінювача, яким керує хірург. Передана енергія зазвичай фокусується в точці, що знаходиться на відстані 3-5 мм від кінця випромінювача. Так як саме випромінювання зазвичай відбувається в невидимому діапазоні, але в будь-якому випадку прозора, лазерний скальпель, на відміну від механічного різального інструменту, дозволяє надійно візуально контролювати все поле впливу [3].

В даний час розроблені десятки типів лазерів, призначених для виконання різноманітних хірургічних операцій, наприклад, CO₂ - лазери, неодимові або діодні лазери, а також лазери на вільних електронах [3].

Апарат (скальпель) лазерний хірургічний медичний однохвильовий або двохвильовий ЛСП - "ІРЕ-Полюс"

Призначення

Лазерний хірургічний апарат ЛСП- «ІРЕ-Полюс» призначений для використання в загальній, шкірно-пластичній, лапаро- і ендоскопічній, а також інших областях хірургії [2].

Принцип дії лазерного хірургічного апарату заснований на використанні теплового впливу безперервного, імпульсного і імпульсно періодичного лазерного випромінювання для розтину і коагуляції біологічних тканин при хірургічних втручаннях, а також здійснення процедур силової лазерної терапії (термотерапії) [2].

Вплив лазерного випромінювання на біологічні тканини може здійснюватися дистанційно або контактно. Найбільш часто при роботі на м'яких тканинах застосовується контактна дія оптоволоконним інструментом [2].

При контактному впливі дистальний кінець робочого кварцового волокна приблизно на відстані 5 мм очищається від захисної пластикової оболонки і вводиться в біотканину. Наявність фізичного контакту дозволяє точно локалізувати вплив. Контакт з біотканиною виключає відображення випромінювання в навколишній простір. При достатній потужності випромінювання в місці контакту відбувається забруднення світловода продуктами горіння тканини і підвищене виділення тепла і викликаний ним розігрів кінця світловода. У цьому випадку на біотканину здійснюється поєднаний вплив лазерного випромінювання і розпеченого кінця світловода [2].

Дистанційний вплив використовується в основному для проведення поверхневої обробки ранових поверхонь з метою їх санації і коагуляції. При цьому слід враховувати, що робоче випромінювання виходить з плоского торця світловода у вигляді конуса з кутом при вершині близько 25° і збігається з видимим випромінюванням лазера-цілевказівника [2].

На рис. 1 зображені різні варіанти виводів лазерного випромінювання з волоконного інструменту, які можуть використовуватися в апараті, і забезпечення ними впливу на біологічні тканини.

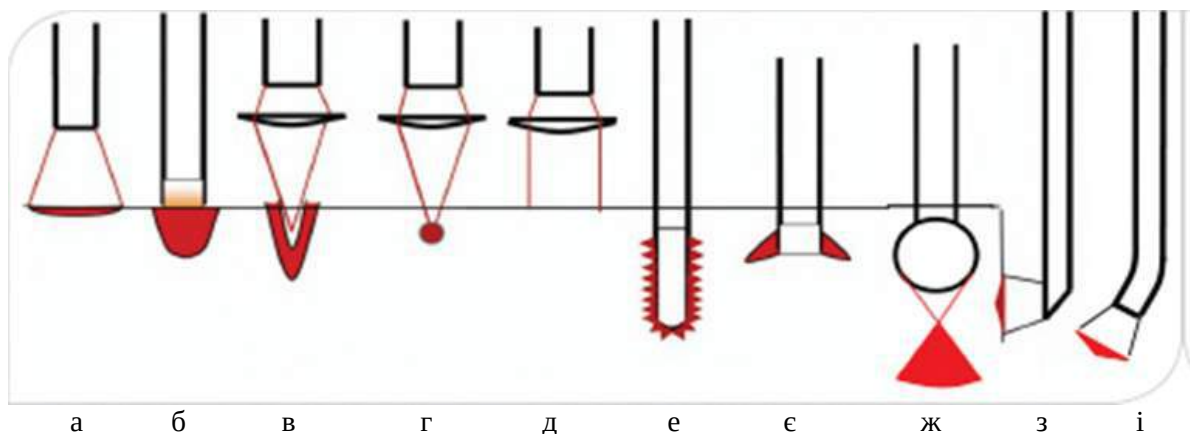


Рисунок 1 – Варіанти виводів лазерного випромінювання [2]:

- а - дистанційний з плоского торця світловода;
- б - контактний, торцем світловода;
- в - дистанційний з фокусуванням;
- г - підповерхневий з фокусуванням;
- д - через коліматор;
- е - внутрішньотканевий, через дифузор;
- є - радіальний для опромінення стінок вени;
- ж - «кулька»;
- з - бічний («side-fiber»);
- і - «твістер».

Основні технічні характеристики приладів ЛСП- «ІРЕ-Полюс» представлені в таблиці 1[2].

Основна перевага лазерного скальпеля - мала травматичність операції через незначну ширину розрізу, одночасної коагуляції судин і істотного зниження кровотечі. Крім того, на відміну від звичайного скальпеля, випромінювання лазера абсолютно стерильно. Внаслідок усього перерахованого період загоєння рани скорочується в два-три рази [4].

Таблиця 1 - Основні технічні характеристики приладів ЛСП- «ІРЕ-Полюс»

Можливі довжини хвиль випромінювання, мкм в діапазоні	0,97-1,9
Можливий діапазон регулювання потужності випромінювання, Вт	1-30
Режими роботи	Неперервний, імпульсний, імпульсно періодичний
Лазер-цілевказівник, його потужність мВт	В наявності, 1
Довжина хвилі, мкм	Зелений – 0,53; червоний – 0,65; синій – 0,45
Вимоги до електроживлення	Однофазне, 210-230 В, 50 Гц, < 2А
Система охолодження	Повітряна
Габарити, см	25,5x37x15,5
Маса, кг	7
Ціна, грн	197 314.64

Висновки

У підсумку можна сказати, що в сучасній медицині використання лазерного скальпеля дуже ефективне. Його основна перевага – мала травматичність, коагуляція судин в зоні розрізу, асептичність і абластичність поверхні рани, більш легкий перебіг післяопераційного періоду та більш швидке загоювання, відсутність побічної дії на організм, утворення тонкого, ніжного, мало помітного рубця.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Применение диодного лазерного скальпеля в амбулаторной хирургической стоматологии / А.А.Кулаков, Л.А.Григорьянц, А.С.Каспаров, В.П. Минаев. – ФГУ «ЦНИИС и ЧЛХ Росмедтехнологий», 2008.
2. Технічна документація до апарату (скальпель) лазерний хірургічний медичний однохвильовий або двохвильовий ЛСП- "ІРЕ-Полюс"
3. Лазерно-оптические технологии в биологии и медицине / Ляндрес И.Г., Людчик Т.Б., Наумович С.А. и др. // М-лы междунар. конф. – Мн., 2004. – С. 195–200.
4. Лазеры в биомедицине / Наумович С.А., Берлов Г.А., Батище С.А. //: М-лы междунар. конф. – Мн., 2003. – С. 242–246.

Ольга Миколаївна Денисюк — студентка групи МА-16мн, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: catnif@mail.ru

Науковий керівник: **Штофель Дмитро Хуанович** — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри біомедичної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Olga M. Denysiuk — student of group MA-16mn, Faculty of Infocommunications, Radio-electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: catnif@mail.ru

Supervisor: **Dmytro Kh. Shtofel** – Cand. Sc. (Eng.), Docent, Associate Professor of the Department of Biomedical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

ОГЛЯД СИСТЕМИ ОПТИЧНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ КАПІЛЯРОСКОПІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто застосування, властивості та принцип дії системи для оптичної комп'ютерної капіляроскопії.

Ключові слова: капіляр, мікроциркуляція, кровоток, візуалізація.

Abstract

The application, properties and principle of the system for optical computer capillaroscopy is discussed.

Keywords: capillary, microcirculation, blood flow, visualization.

Вступ

Оптична комп'ютерна капіляроскопія – це неінвазивний метод візуалізації, дослідження та збереження зображення капілярів, що дає можливість зробити висновки про стан мікроциркуляції крові. Результатом обстеження є отримання статичного або динамічного зображення кровотоку у даних судинах на екрані персонального комп'ютера, обробка та архівування даних, виявлення та оцінка морфологічних та структурних змін мікроциркуляції в цілому [3].

Метою дослідження є аналіз метрологічних та експлуатаційних характеристик системи оптичної капіляроскопії.

Результати дослідження

Капіляроскопія дає можливість виконати повномасштабне дослідження мікроциркуляції організму (у випадку генералізованих порушень) та регіональних порушень мікроциркуляції, а також охарактеризувати метаболізм у тканинах. Капіляроскопічна картина є індикатором роботи цілісної судинної системи в різних сегментах: серце – артерії – капіляри – вени – серце. Патологія капілярів супутня будь-якому захворюванню [1].

Порушення функціонування капілярів сприяє порушенню кровообігу, який викликає застій крові, порушення обмінних процесів, слідством якого є зниження імунітету, загострення хронічних і розвиток нових захворювань [1].

Комп'ютерний капіляроскоп складається з освітлювальної системи, що створює і фокусує на нігтьовому ложі пальця світлову пляму. Спеціальна оптика передає зображення на матрицю відеокамери, сигнал з якої надходить в комп'ютер. Зазвичай дослідження проводиться в положенні сидячи після 15-20 хвилинного відпочинку в умовах сталості температури в приміщенні (21-24 градуси за Цельсієм). Рука випробуваного зручно розташовується на спеціальній м'якій підставці на рівні серця. Палець поміщається в спеціальний пристрій для його м'якої фіксації. Капілярний кровообіг, як правило, досліджується в кутикулі біля основи нігтьової пластинки 4-го пальця лівої руки. Всі отримані результати зберігаються в базі даних і при необхідності витягуються для оцінки показників мікроциркуляції в динаміці лікування [2].

Безперечні плюси діагностики:

1. Унікальність - інші пристрої не в силах «побачити» капіляри. Більшість сучасних діагностичних методів дають можливість визначити стан кровообігу тільки в середніх і крупних магістральних судинах, зміни в яких свідчать про те, що хвороба вже вступила в стадію, коли про профілактику вже пізно говорити;

2. безболісність, відсутність ризику інфекції;

3. капілярний кровотік спостерігається в «природному середовищі», що збільшує точність діагностики [2].

Саме контроль змін капіляроскопічної картини є найбільш інформативним в оцінці ефективності призначеного лікування.

Напрямки застосування капіляроскопії в медицині:

- Неврології: хвороба Рейно, ангіотрофоневроз, розсіяний склероз, остеохондроз, судомний синдром, епілепсія, порушення мозкового кровообігу, гіпоталамічний та дієнцефальний синдроми, головний біль, запаморочення, залишкові явища після нейроінфекцій, синдром хронічної втоми, атеросклероз, церебральна ангіодистонія.

- Кардіології: гіпертонічна хвороба, порушення ритму серця, вроджені та набуті вади клапанного апарату серця, судинні дистонії, ішемічна хвороба серця, атеросклероз.

- Педіатрії: вегетосудинна дистонія, головний біль, швидке розумове виснаження, втомлюваність, інфантильність, артеріальна гіпотонія, гіпертонія.

- Ендокринології: діабетична ангіопатія, дієнцефальний синдром, патологія щитоподібної залози, клімактеричний синдром.

- Психології: церебрастенія, гіпердинамічні синдроми, неврозоподібний і астено-невротичний синдроми, дитячі страхи та фобії, емоційна лабільність..

- Акушерстві: токсикоз вагітності, синкопальні стани, запаморочення, вивчення стану мозкового кровопостачання вагітної для вибору тактики ведення пологів.

- Спортивній медицині: об'єктивізація геодинамічних змін при дозованих фізичних навантаженнях.

- Профілактичних оглядах залізничників, льотчиків та людей інших професій, пов'язаних із фактором підвищеного ризику[4].

Підготовка до обстеження:

- пацієнтові пропонується не вживати надмірної кількості води;

- небажано перед дослідженням палити, вживати міцний чай, каву, алкоголь, медикаменти;

- досліджуваного необхідно попередити про необхідність раціонального догляду за нігтьовим ложем - не можна зрізати кутикулу, піддавати шкіру пальців дії бензину, прального порошку, ацетону, лаку, соди і т.п. [2].

Висновки

Дослідивши принцип роботи і характеристики системи оптичної комп'ютерної капіляроскопії, можна стверджувати, що ця система є дозволяє проводити дослідження стану капілярів, а на основі цього робити висновки про функціональний стан людини. Це зумовлено тим, що під час дослідження можна отримати достатньо точні дані про стан капілярів. Крім того, спосіб є безболісним і безпечним для здоров'я пацієнта.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Підтабачний А. І. Інтегрована система визначення порушень мікроциркуляції крові / А. І. Підтабачний, Т. Р. Клочко // Вісник Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут». Серія: Приладобудування. – 2016. – № 51. – С. 145–151.
2. Сучасні можливості цілісної функціональної оцінки артеріовенозної рівноваги в замкнутій судинній системі на макро- та макрорівні / Лущик У.Б., Лущик Н.Г., Новицький В.В. та ін. – К., 2006. – 120 с.
3. База стандартів медичної допомоги в Україні [Електронний ресурс] // Офіційний сайт МОЗ України. – Режим доступу : <http://www.moz.gov.ua/ua/main/-docID=12144>.
4. Лущик У. Б. Сучасні можливості капіляроскопії / Лущик У. Б., Новицький В. В., Колосова Ю. О. – К. : МПП «Істина», 2004. – 36 с.

Волкова Ганна Владиславівна – студентка групи МА-16мн, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ann.volkova2011@yandex.ru

Науковий керівник: **Штофель Дмитро Хуанович** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри біомеди-чної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Anna V. Volkova – student of MA-16mn, Faculty infocommunications, electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, e-mail: ann.volkova2011@yandex.ru

Supervisor: **Dmytro Kh. Shtofel** – Cand. Sc. (Eng.), Docent, Associate Professor of the Department of Biomedical Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОЇ ШВИДКОСТІ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ У СТАНДАРТІ 802.11

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

В даній роботі, проведено аналіз впливу дестабілізуючих факторів фізичного середовища на ефективну швидкість передачі у безпроводних каналах стандарту 802.11 Wi-Fi для неліцензованих частотних діапазонів 2,4 ГГц та 5 ГГц.

Ключові слова: стандарт 802.11 Wi-Fi, потужність сигналу, архітектурні перешкоди, інтерференційні завади, безпроводний канал, швидкість передачі інформації.

Abstract

In this paper, was analysis of the impact of destabilizing factors in the physical environment for the effective transfer rate of wireless channel standard 802.11 Wi-Fi for unlicensed frequency bands 2.4 GHz and 5 GHz.

Keywords: 802.11 Wi-Fi standard, signal strength, architectural barriers, noise interference, wireless channel, data rate.

Вступ

При проектуванні сучасних безпроводних мереж існує ряд факторів, що впливають на характеристики ефективної швидкості передачі інформації [1]. Їх можна поділити на дві групи. До першої групи можна віднести фактори, які мають постійний вплив і є незмінними у часі. До другої – фактори, для яких існує імовірність появи завади у будь-який момент часу при однакових сеансах передачі даних.

На основі досить значної кількості власних експериментальних досліджень встановлено, що реальна або ефективна швидкість передачі інформації по безпроводному каналу стандарту 802.11, значно відрізняється від значень визначених у специфікаціях, насамперед, із-за наявності великої кількості дестабілізуючих факторів, які необхідно враховувати.

Основна частина

Для максимально точної оцінки ефективної швидкості передачі інформації можна згрупувати дестабілізуючі фактори наступним чином [2]: фактори що характеризують середовище передачі (зміна параметрів безпроводного каналу під час передачі в часі; завади які є самостійними джерелами випромінювання; архітектурні перешкоди); фактори які характеризують технологію передачі (застосовуваний стандарт, методи кодування інформації, методи підвищення ефективності передачі). Це підтверджують результати досліджень для частотного діапазону 2,4 ГГц у роботах [3-6], та для частотного діапазону 5 ГГц у роботах [7,8].

Таким чином, було встановлено, що ефективна швидкість передачі інформації має лінійну характеристику спадання, архітектурні перешкоди мають найбільший вплив на високошвидкісний режим роботи для каналу шириною 40 МГц. Для каналів діапазону 5 ГГц, характерна висока стабільність ефективної швидкості передачі при значній зміні рівня потужності сигналу на вході приймача. В першу чергу, це можна пояснити досить високою завантаженістю частотного діапазону 2,4 ГГц в якому існує велика кількість інтерференційних завад, що може досягати до 40 і вище мереж. Саме наявність таких завад має вплив на особливість передачі трафіку. Для такого випадку можна використовувати, як еквівалент, напівдуплексний режим на базі найбільш поширеної структури – наявність двох абонентів у мережі або передача інформації по двох безпроводних каналах.

Такий випадок можна вважати схожим із присутністю інтерференційної завади, де в середовищі існує боротьба за частотний ресурс [5]. Це обумовлює збільшення імовірності виникнення помилок при передачі пакетів та поділ пропускну здатності між абонентами [1], і на основі роботи [3] видно що характеристики мають також рівномірний характер по всій довжині каналу. Архітектурні перешкоди мають вплив в залежності від густини матеріалу та на канали із більшою смугою. Крім того, такі залежності спостерігаються при зменшенні потужності сигналу на вході приймача аж до 30 дБ.

Висновки

Отже, в даній роботі було проведено аналіз результатів експериментальних досліджень для оцінки впливу дестабілізуючих факторів фізичного середовища на ефективну швидкість передачі інформації для безпроводних каналів стандарту 802.11 Wi-Fi. Врахування цього дає можливість підвищувати ефективність безпроводних

мереж, та вирішувати такі проблеми як, наприклад, невисока пропускна здатність мережевих інтерфейсів та велика завантаженість кластеру баз даних [7].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Информационно-коммуникационные технологии в управлении: монография / [авт. кол. Косолапов А. А., Кувшинов А. В., Нирков А. П., Михалевский Д. В. и др.]. – Одесса: Купrienko СВ, 2015, – 245 с.
2. Михалевський Д. В. Оцінка параметрів безпроводного каналу передачі інформації стандарту 802.11 Wi-Fi / Д. В. Михалевський. – Східно - Європейський журнал передових технологій. – 2014. – № 6/9 (72). – С. 22-25. DOI: 10.15587/1729-4061.2014.31666
3. Михалевський Д. В. Дослідження передачі інформації в умовах суміщеного та сусіднього інтерференційного каналів для стандарту 802.11n / Д. В. Михалевський, В.В. Номировська, О.М. Постернак // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2015. – №2. – С. 155 – 159.
4. Михалевський Д. В. Передача трафіку у мережах Wi-Fi при дії інтерференційних завад / Д. В. Михалевський, М. Д. Гузь, Р. О.Красота. – Сборник научных трудов Sword. – 2014. – №4(37) Том 5. – С. 12-17.
5. Научные ответы на вызовы современности: техника и технологии. В двух книгах. К. 2.: монография / [авт. кол. Агеева Н.М. Львович И.Я. Шиян П.Л. Михалевский Д. В. и др.]. – Одесса: Купrienko СВ, 2016, – 189 с.
6. Михалевський Д.В. Особливості технології МІМО у стандарті 802.11 / Д.В. Михалевський, О.С. Городецька. – Научные труды SWorld. – Выпуск 3(44). Том 1. – 2016. – С. 49-54.
DOI:10.21893/2410-6720-2016-44-1-106
7. Городецька О. С. Дослідження серверної частини мережі для підтримки он-лайн гри / О. С. Городецька, Д. В. Михалевський, С. С. Білошкурський // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2014. – №3. – С. 75-79.

Михалевський Дмитро Валерійович — канд. техн. наук, доцент кафедри телекомунікаційних систем та телебачення, Вінницький національний технічний університет

Mikhalevskiy Dmytro — Cand. Sc. (Eng), Associate Professor at the Department of Telecommunication System and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Нечіткий контролер для мереж WiMAX

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Пропонується використовувати для керування доступом до мереж WiMAX нечіткий контролер, що дасть змогу уникнути перевантаження у мережі. Вхідними лінгвістичними змінними контролера є час очікування, довжина черги та розмір пакета, а його вихідною лінгвістичною змінною є величина пріоритету абонента. Проведене імітаційне моделювання роботи фазі-контролера в програмі Matlab 6.5.

Ключові слова: нечітка логіка, WiMAX, моделювання.

Abstract

It is suggested to use a fuzzy controller for access control in WiMAX networks that allows avoiding congestion in networks. Input linguistic variables of the controller are waiting time, queue length and packet size, its output variable is priority. The fuzzy controller has been simulated using Matlab 6.5.

Keywords: fuzzy logic, WiMAX, simulation.

У сучасних телекомунікаційних мережах широко застосовуються технології контролю доступу. Існуючі алгоритми контролю допуску викликів призначені забезпечити певну якість обслуговування згідно деякої стратегії пропускання викликів до системи. Схеми за пріоритетом та схеми попереднього блокування виклику, хоча і забезпечують необхідну якість обслуговування при відомих характеристиках трафіку, не можуть врахувати динамічну природу системи. В той же час, контроль доступу, який базується на технологіях нечіткої логіки та генетичних алгоритмах [1], дозволяє працювати в умовах невизначеності трафіка.

Пропонується використовувати для керування доступом виклику абонента до мереж WiMAX нечіткий контролер [2]. Він має такі вхідні змінні: час очікування, довжина черги, розмір пакета. Вихідною змінною фазі-контролера є величина пріоритету абонента.

Для опису часу очікування використовуються терми «малий», «середній» та «великий». Для опису довжини черги використовуються терми «коротка», «середня» та «довга». Для опису розміру пакету використовуються терми «малий», «середній» та «великий». Для опису величини пріоритету абонента використовуються терми «дуже низький», «низький», «середній», «високий» та «дуже високий». Нечіткий контролер є контролером Мамдані, здійснює інференцію типу «мін-макс», а дефазіфікацію за методом центроїда.

База правил створюється на основі експертних знань і складається з двадцяти семи правил типу «якщо-то». Використання подібного нечіткого контролера доступу дозволить уникнути перевантаження мережі та покращити ефективність її функціонування.

Для моделювання роботи фазі-контролера використаємо програму Matlab 6.5. Ця програма дозволяє імітувати роботу фазі-контролерів та нейронних мереж [3].

Використання запропонованого контролера дозволить забезпечити високу якість обслуговування після прийняття з'єднання, зменшити затримку пакетів у мережі та підвищити пропускну здатність.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Митюшкин Ю.И. Soft Computing: идентификация закономерностей нечёткими базами знаний. Монография / Митюшкин Ю. И., Мокин Б. И., Ротштейн А. П. – Винница: Універсум–Вінниця, 2002. – 145с.
2. Архангельский В. И Системы фуцци-управления / В. И. Архангельский, И. Н. Богаенко, Г. Г. Грабовский, Н. А. Рюмшин. – К.: Техніка, 1997. – 208с.
3. Штовба С.Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB . – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.

Семенова Олена Олександрівна – к.т.н., доцент, доцент кафедри телекомунікаційних систем та телебачення, Вінницький національний технічний університету, м. Вінниця.

Semenova Olena – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Associate Professor at the Department of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Аналіз ефективної швидкості передачі інформації для каналу стандарту 802.11n у діапазоні 5 ГГц

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній роботі було проведено аналіз ефективної швидкості передачі інформації у частотному діапазоні 5 ГГц, для безпроводного каналу стандарту 802.11n.

Ключові слова: безпроводний канал, ефективна швидкість передачі даних, архітектурні перешкоди, параметри безпроводного каналу.

Abstract

Investigation of temporal characteristics of the effective speed of transferring information in the frequency range of 5 GHz for the wireless channel of 802.11n standard was conducted in this work.

Keywords: wireless channel, effective data rate, architectural obstacles, wireless channel parameters.

Вступ

Як відомо [1], основними показниками якості безпроводних мереж сімейства стандартів 802.11x є ефективна швидкість передачі та потужність сигналу на вході приймача, які є взаємопов'язаними. Але, як правило мають місце фактори, що впливають на ці показники. До основних із них можна віднести [2]: зміна параметрів безпроводного каналу під час передачі в часі; завади які є самостійними джерелами випромінювання; архітектурні перешкоди.

Основна частина

Як показують дослідження [3], частотний діапазон 2,4 ГГц, на якому працюють пристрої сімейства стандартів 802.11x, на даний час є досить завантаженими, що приводить до погіршення характеристик безпроводних каналів. Але, більшість сучасних пристроїв підтримують неліцензований частотний діапазон 5 ГГц [4]. В нього є свої переваги та недоліки, які розглянемо на основі експериментальних досліджень.

Дослідження у роботах [5, 6] показують, що для каналу з шириною 20 МГц при умові прямої видимості, має місце значна нерівномірність на характеристиках ефективної швидкості передачі інформації, що складає приблизно від 7 Мб/с до 13 Мб/с, при цьому довжина мінімумів досягає досить значних часових проміжків. Це створює значні затримки під час доступу до інфокомунікаційних послуг, особливо при використанні сучасних видів мультимедійного трафіку високої якості. При внесенні перешкод із малою густиною у середовище передачі, то спостерігається незначне зменшення середнього значення ефективної швидкості передачі, але зберігається нерівномірність характеристики біля 6 Мб/с. При внесенні перешкоди із високою густиною нерівномірність характеристики зменшується до величини 3..4 Мб/с.

Для каналу шириною 40 МГц [7] спостерігається суттєва перевага технології розширення спектра при її використанні. При цьому, ефективність може досягати більше ніж у два рази, по середньостатистичних показниках, але при цьому збільшується нерівномірність характеристик до 10 Мб/с.

Висновки

Таким чином, у роботі було встановлено, що при прямій видимості виникають досить великі коливання характеристик, які зменшуються при збільшенні густини та товщини матеріалу архітектурних перешкод. Відносно особливостей застосування каналів шириною 20 МГц та 40 МГц, то вони збігаються, але в даному випадку із-за відсутності інтерференційних завад вдалось оцінити переваги розширеного каналу. Крім того, при оцінці безпроводного каналу стандарту 802.11n у діапазоні 5 ГГц, для можливості передачі сучасних видів мультимедійного трафіку, необхідно

враховувати наявність сучасних технологій підвищення ефективності каналів [8].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

1. Информационно-коммуникационные технологии в управлении: монография / [авт. кол. Косолапов А. А., Кувшинов А. В., Нирков А. П., Михалевский Д. В. и др.]. – Одесса: Купrienko СВ, 2015, – 245 с.
2. Михалевський Д. В. Оцінка параметрів безпроводного каналу передачі інформації стандарту 802.11 Wi-Fi / Д. В. Михалевський. – Східно - Європейський журнал передових технологій. – 2014. – № 6/9 (72). – С. 22-25. DOI: 10.15587/1729-4061.2014.31666
3. Михалевський Д. В. Аналіз параметрів сигналу у каналах стандарту 802.11g при спектральних завадах / Д. В. Михалевський // Proceeding of the International Scientific and Practical Conf. "MSATPA" (Oct. 20-22), – 2014, Dubai. – К.: Знання України, 2014. – С. 33-37.
4. Михалевський Д. В. Аналіз частотного спектру діапазону 5 ГГц для сімейства стандартів 802.11x / Д. В. Михалевський // Proceedings of the International Scientific and Practical Conference "Topical Problems of Modern Science and Possible Solutions (September 24-25, 2015, Dubai, UAE)". – 2015. – 2(2), Vol.1. - pp. 87-92.
5. Михалевський Д. В. Оцінка ефективної швидкості передачі інформації для каналу стандарту 802.11N у діапазоні 5ГГц / Д. В. Михалевський, Л. А. Рогозіна, А. В. Крутін // International Scientific and Practical Conference "Innovative Technologies in Science (February 25 – 26, 2016, Dubai, UAE)". – 2016. – 2(6), Vol.1. - pp. 66-69.
6. Михалевський Д. В. Дослідження безпроводного каналу стандарту 802.11n частотного діапазону 5 ГГц / Д. В. Михалевський, Л. А. Рогозіна, А. В. Крутін // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2016. – №2. – С. 214 – 218.
7. Научные ответы на вызовы современности: техника и технологии. В двух книгах. К. 2.: монография / [авт. кол. Агеева Н.М. Львович И.Я. Шиян П.Л. Михалевский Д. В. и др.]. – Одесса: Купrienko СВ, 2016, – 189 с.
8. Михалевський Д. В. Особливості технології МІМО у стандарті 802.11 / Д. В. Михалевський, О. С. Городецька. – Научные труды SWorld. – Выпуск 3(44). Том 1. – 2016. – С. 49-54. DOI:10.21893/2410-6720-2016-44-1-106

Рогозіна Лідія Альбертівна – студентка групи TCM-16m, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: coolida@bk.ru.

Lidiia Rohozina – group TCM-16m, The Faculty of Infocommunications, Radioelectronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: coolida@bk.ru.

Дослідження характеристик лінійних трактів високошвидкісних волоконно-оптичних систем передачі інформації

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто основні характеристики ВОЛТ на основі HDWDM-технології з точки зору їх граничних значень та обмежень в залежності від формату модуляції оптичного сигналу, довжини ВОЛЗ і кількості оптичних каналів.

Ключові слова: волоконно-оптичний тракт, телекомунікаційна система, волоконно-оптична лінія зв'язку.

Abstract

The main characteristics of FOLP based on the HDWDM technology have been examined. The research has been fulfilled in terms of their boundary values and limitations depending on the format of optical signal modulation, the length of FOCL and the quantity of optical channels.

Keywords: fiber-optics path, telecommunication system, fiber-optics communication line.

Вступ

Високошвидкісні волоконно-оптичні системи передачі інформації (ВОСПІ) широко використовуються для транспортування інформаційних сигналів різного призначення на значні відстані. Основний напрямок розвитку ВОСПІ полягає в збільшенні пропускної здатності волоконно-оптичних лінійних трактів (ВОЛТ) та використанні когерентних оптичних приймачів. Когерентні оптичні системи характеризуються такими перевагами [1]:

- можливістю збільшення пропускної здатності ВОЛТ в обмеженому робочому діапазоні оптичних каналів систем з надщільним мультиплексуванням по довжині хвилі за рахунок використання багаторівневих форматів модуляції;
- можливістю заміни в ВОЛТ оптичних компенсаторів дисперсії на когерентний гомодинний приймач з блоком цифрового оброблення сигналів;
- можливістю збільшення пропускної здатності оптичного каналу ВОЛТ до 1 Тбіт/с за рахунок використання технології суперканалів на основі мультиплексування оптичних підносійних від загального джерела оптичних сигналів.

Таким чином, проектування високошвидкісних ВОЛТ з терабітною/пентабітною пропускною здатністю є досить складною задачею, яка вимагає також забезпечувати гнучкий розподіл інформаційних сигналів між каналами оптичних транспортних систем (ОТС), що дозволить розширювати оптичні мультисервісні транспортні мережі різного масштабу, які є основою для розгортання широкосмугових телекомунікаційних послуг та сервісів.

Метою роботи є підвищення швидкості передачі інформації у ВОЛТ.

Основна частина

При проектуванні оптичних мереж на основі HDWDM-технології з терабітними та пентабітними пропускними здатностями можна використовувати методологію побудови багаторівневих динамічних архітектур на таких структурних рівнях:

- рівень з'єднань в ВОЛЗ: SMF, NZDSF, MCF, FMF та оптичних секцій мультиплексування та передавання;
- рівень оптичних каналів та суперканалів: fixed-grid/ flex-grid/ grid-less;
- рівень динамічного робочого діапазону, оптичні носійні та підносійні для flex-channel та sub-channel;
- клієнтський рівень: DXC/Ethernet/TP-MPLS/IP OTH; OPUk, OPUflex, OPUk-Xv, ODUk, ODUflex, ODUk-Xv, OTUk, FEC.

До важливих функціональних властивостей сучасних оптичних транспортних мереж (ОТМ) можна віднести: гнучке формування цифрових потоків в ОТС за допомогою динамічного робочого діапазону оптичних каналів; використання динамічної комутації оптичних каналів в ОТС; комутація осердь MCF-волокон та модових складових FMF-волокон; автоматизоване керування з використанням протоколів ASON на основі GMPLS, RWA, RSA та ін. [2].

Принципи проектування ОТС з фіксованими параметрами оптичних каналів, з використанням багаторівневих форматів модуляції – DPSK, QPSK, каналів з OFDM відображені в міжнародних стандартах у вигляді рекомендацій: G.680; G.692 та ін. [3]. При цьому, проектування полягає у визначенні параметрів ВОЛТ при швидкості передавання в оптичному каналі до 40 Гбіт/с, а саме: довжини ділянок оптичного підсилення; діаграми рівнів передавання в оптичному каналі та оптичного відношення сигнал/шум (OSNR); врахування FEC-параметрів транспондерів; визначення значення дисперсії та ін. [4].

Визначимо допустимі значення довжини ВОЛТ на основі оптичних каналів з пропускнуою здатністю понад 500 Гбіт/с з форматами QPSK, 16QAM, 32QAM, 64QAM та PM-OFDM з урахуванням бітової швидкості на кожній підносійній [5]. Для цього використаємо аналітичні співвідношення, які враховують допустиме значення коефіцієнта помилок, значення бітової швидкості, формат кодування та спектральну ефективність для PM-OFDM транспондерів:

$$\text{QPSK:} \quad L = -630,68 \ln(BR) + 4911,7 \text{ [км]};$$

$$16 \text{ QAM:} \quad L = -366,02 \ln(BR) + 3028,2 \text{ [км]};$$

$$32 \text{ QAM:} \quad L = -193,63 \ln(BR) + 1736,5 \text{ [км]};$$

$$64 \text{ QAM:} \quad L = -152,19 \ln(BR) + 1248,6 \text{ [км]}.$$

Результати теоретичних розрахунків відображено на рисунку 1, експериментальних досліджень – на рисунку 2.

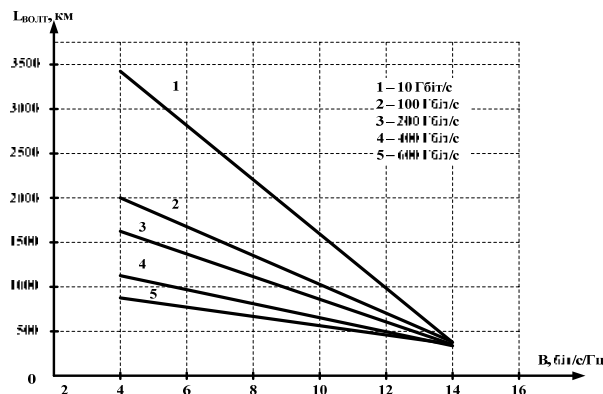


Рисунок 1 – Залежність довжини ВОЛТ від спектральної ефективності формату модуляції оптичного сигналу при різних значеннях пропускнуої здатності оптичного каналу

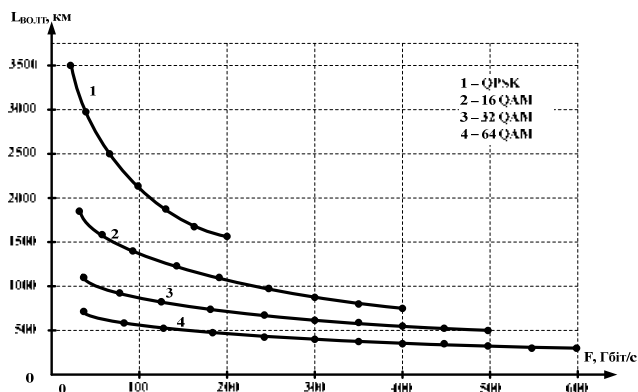


Рисунок 2 – Залежність довжини ВОЛТ від спектральної ефективності формату модуляції оптичного сигналу при різних значеннях пропускнуої здатності оптичного каналу

Використання проектних рішень flex grid (G.694.1) забезпечує можливість гнучкого розподілу ресурсів секції оптичного мультиплексування та смуг пропускання оптичних каналів з широкою зміною швидкості передавання (10 Гбіт/с – 1 Тбіт/с) [6].

Дослідження параметрів передавання ВОЛТ на основі ВОЛЗ типу MCF та FMF показали можливість забезпечення швидкості передавання інформаційного сигналу понад 1 Пбіт/с при довжині лінійного тракту від 50 до 1500 км.

Висновки

Доведено, що розв'язання задачі побудови високошвидкісних ВОЛТ базується на використанні таких підходів: використання оптичних суперканалів (понад 1 Тбіт/с); використання (ОВ) типів MCF, FMF; використання оптичних мультиплексорів з гнучким доступом до осердь (ОВ), груп та окремих спектральних каналів і оптичних комутаторів. Керування оптичними суперканалами зручно здійснювати за допомогою технології flex grid з функціями гнучкої маршрутизації робочих хвиль.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бортник Г.Г. Системи передавання в електрозв'язку. Г.Г. Бортник, О.А. Семенюк, О.В. Стальченко - Навчальний посібник-Вінниця: ВНТУ, 2006.- 138 с.
2. Фокин В.Г. Оптические системы с терабитными и петабитными скоростями передачи: учебное пособие / Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики. Новосибирск, 2016. – 162 с.
3. Бортник Г.Г. Цифровий метод спектрального оцінювання випадкових сигналів. Г.Г. Бортник, М.В. Васильківський, О.В. Стальченко - Вісник Вінницького політехнічного інституту, 2014, -№ 2, С. 108-114.
4. Бортник Г.Г. Методи та засоби оцінювання параметрів абонентських ліній зв'язку. Г.Г. Бортник, В.М. Кичак, В.Ф. Яблонський - Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006.- 139с.
5. Бортник Г.Г. Метод оцінювання основних параметрів фазового дрижання в системах передавання даних. Г.Г. Бортник, М.В. Васильківський, О.В. Стальченко - Вісник Вінницького політехнічного інституту, 2010, № 6. – С. 97-101.
6. Бортник Г.Г. Мережі абонентського доступу. Г.Г. Бортник, В.М. Кичак, О.В. Стальченко, Яблонський В.Ф.- Навчальний посібник з грифом МОНУ. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. – 201 с

Бортник Геннадій Григорович – канд. техн. наук, професор кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: bgen88@gmail.com;

Васильківський Микола Володимирович – канд. техн. наук, доцент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com.

Bortnyk Gennadiy Grygorovych – Ph.D., Professor of the Chair of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bgen88@gmail.com

Vasylkivskyi Mikola Volodymyrovych – Ph.D., Senior lecturer of the Chair of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com.

Оцінювання завадостійкості когерентних ВОЛТ

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто метод оцінювання завадостійкості когерентних ВОЛТ за допомогою параметру OSNR оптичних сигналів, який враховує всі основні параметри ВОСП на основі HDWDM-технології.

Ключові слова: волоконно-оптичний тракт, співвідношення сигнал/шум, волоконно-оптична система передачі інформації.

Abstract

The estimation method of noise stability of coherent FOLP has been examined with the help of OSNR parameter, which takes into consideration all main parameters of FOTS based on the HDWDM technology.

Keywords: fiber-optics path, signal-to-noise ratio, fiber-optics transmission system.

Вступ

При проектуванні сучасних ВОСП необхідно враховувати взаємний вплив нелінійних ефектів в ВОЛТ: вимушене розсіювання Рамана, чотирихвильове змішування, шум оптичних підсилювачів, фазову кросмодуляцію та саомодуляцію. А коригування накопиченої хроматичної та поляризаційно-модової дисперсій можна здійснити за допомогою цифрового оброблення оптичного сигналу [1].

Оцінювання завадостійкості ВОЛТ на основі HDWDM-технології в основному виконується за співвідношенням сигнал/шум (OSNR), яке залежить від впливу завад, що не розглянуті в стандартних методиках [2].

Високошвидкісні ВОСП базуються на використанні багаторівневих форматів модуляції оптичних сигналів, які характеризуються підвищеними вимогами до значення OSNR. Дослідження ВОЛТ показали значну залежність значення OSNR та коефіцієнта помилок від нестабільності оптичного гетеродина цих систем [3].

Таким чином, актуальною задачею є вибір ефективного способу оцінювання завадостійкості когерентних ВОСП, який буде враховувати вплив всіх завад, що виникають в довгих ВОЛТ.

Метою роботи є розширення функціональних можливостей методу оцінювання завадостійкості когерентних ВОЛТ.

Основна частина

Методи оцінювання значення OSNR та коефіцієнта помилок в ВОСП на основі HDWDM-технології в основному базуються на коригуванні балансу потужності оптичних сигналів в ВОЛТ за рахунок додаткового підсилення, що призводить до збільшення рівня перехідних завад між спектральними каналами.

Компенсування нелінійних оптичних завад у високошвидкодійних ВОСП (понад 100 Гбіт/с в оптичному каналі) на базі багаторівневих форматів модуляції (DP-QPSK, DP-16QAM) здійснюється за допомогою цифрового оброблення сигналів в блоці оптичного приймача. Для цих систем висуваються особливі вимоги до стабільності роботи оптичних транспондерів (ширини спектральної смуги оптичного гетеродину) [4].

Стандартний спосіб оцінювання значення OSNR оптичних сигналів в магістральних ВОЛТ на основі HDWDM-технології можна виконати за формулою [5]

$$\text{OSNR} = P_c - L - 10\lg(N) - NF - 10\lg(h \times f \times \Delta f),$$

де NF – коефіцієнт шуму одного елемента мережі, дБ;

P_c – значення потужності оптичного сигналу в каналі, дБ;

h – постійна Планка, мДж×с;

f – значення центральної частоти в оптичному каналі, Гц;

L – значення затухання на елементарній кабельній ділянці, дБ;

N – кількість елементарних кабельних ділянок;

Δf – нормована смуга оптичного каналу, Гц.

Оцінювання значення OSNR, що враховує значення чотирихвильового зміщення, спонтанних шумів оптичних підсилювачів, фазових спотворень та вимушене розсіювання Рамана можна виконати за виразом

$$\text{OSNR} = \frac{P_{\text{SRS}}}{P_{\text{ASE}} + P_{\text{FWM}} + (P_{\text{CPM}} + P_{\text{SPM}})},$$

де P_{SRS} – потужність сигналів в оптичному каналі, з урахуванням ефекту Рамана, дБ;

P_{ASE} – значення потужності спонтанних шумів оптичного підсилювача, дБ;

P_{FWM} – значення потужності шумів чотирихвильового зміщення, дБ;

P_{CPM} – значення потужності шумів фазової кросмодуляції, дБ;

P_{SPM} – значення потужності шумів фазової самомодуляції, дБ.

Визначення чотирихвильових втрат можна здійснити за допомогою комбінаторного методу складання паразитних гармонік в заданому частотному інтервалі (0,1 нм). Значення «перекаченої» потужності оптичних сигналів між каналами через вимушене розсіювання Рамана можна визначити за формулою

$$P_C(k) = P_{\text{TX}}(k) - D[k, i] + D[j, k],$$

де $P_{\text{TX}}(k)$ – потужність передавача в k -му оптичному каналі, дБ;

$D[k, i]$ – значення «перекаченої» потужності оптичних сигналів з k -го в i канал, дБ;

$D[j, k]$ – значення «перекаченої» потужності оптичних сигналів з j -го в k канал, дБ.

Перехідні завади оптичних кроскомутаторів, які виникають через відхилення частотних характеристик оптичних фільтрів (AWG-решіток) можуть накопичуватись в магістральних ВОЛТ на основі послідовно ввімкнених динамічних мультиплексорів ROADM та зменшувати значення OSNR [6].

Прийнявши, що значення перехідних завод в ВОЛТ некогерентні з інформаційним сигналом, остаточний вираз для оцінювання OSNR можна записати у вигляді

$$\begin{aligned} \text{OSNR} = & P_{\text{in}} - 10 \lg M_{\text{ch}} - \alpha - NF - 10 \lg \left(N + \frac{10^{0,1 \cdot G_{\text{BA}}}}{10^{0,1 \cdot \alpha}} \right) - 10 \lg (h \cdot f \cdot \Delta f) + \\ & + 5 \lg \left[1 - 4\varepsilon \left(\sum_{i=1}^L M_i + \sum_{i=1}^L N_i - 2 \cdot L \right) \cdot Q^2 \right] - \sum_{i=1}^L A_i, \end{aligned}$$

де P_{in} – значення вихідної потужності групового оптичного сигналу, дБм;

M_{ch} – кількість хвильових каналів в тракті;

α – значення втрат потужності оптичних сигналів на елементарній кабельній ділянці, дБ;

G_{BA} – коефіцієнт шуму оптичного підсилювача, дБ;

ε – коефіцієнт впливу оптичної потужності кожної перехідної завади на значення потужності сигналу;

L – кількість проміжних кроскомутаторів;

Q – значення Q -фактора;

A_i – значення втрат потужності оптичних сигналів через зменшення робочої смуги оптичних фільтрів.

Запропонований метод оцінювання значення OSNR сигналів в ВОСПІ на основі HDWDM-технології додатково поєднує два важливих параметри ВОЛТ: кількість оптичних каналів та перехідні завади в оптичних комутаторах.

Висновки

Побудова високошвидкісних когерентних ВОЛТ на основі HDWDM-технології базується на використанні ефективного способу контролю значення OSNR сигналів в оптичних каналах ВОСПІ.

Оцінювання значення OSNR оптичних сигналів базується на врахуванні сукупності важливих параметрів ВОЛТ: кількості оптичних каналів; нелінійних ефектів (чотирихвильових завад, фазових спотворень, вимушеного розсіювання Рамана в заданому частотному діапазоні). Цей метод розширює функціональні можливості оцінювання завадостійкості магістральних когерентних ВОЛТ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бортник Г.Г. Системи передавання в електрозв'язку. Г.Г. Бортник, О.А. Семенюк, О.В. Стальченко - Навчальний посібник-Вінниця: ВНТУ, 2006.- 138 с.
2. Бортник Г.Г. Цифровий метод спектрального оцінювання випадкових сигналів. Г.Г. Бортник, М.В. Васильківський, О.В. Стальченко - Вісник Вінницького політехнічного інституту, 2014, -№ 2, С. 108-114.
3. Бортник Г.Г. Метод оцінювання основних параметрів фазового дрижання в системах передавання даних. Г.Г. Бортник, М.В. Васильківський, О.В. Стальченко - Вісник Вінницького політехнічного інституту, 2010, № 6. – С. 97-101.
4. Бортник Г.Г. Методи та засоби оцінювання параметрів абонентських ліній зв'язку. Г.Г. Бортник, В.М. Кичак, В.Ф. Яблонський - Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2006.- 139с.
5. Бортник Г.Г. Мережі абонентського доступу. Г.Г. Бортник, В.М. Кичак, О.В. Стальченко, Яблонський В.Ф.- Навчальний посібник з грифом МОНУ. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. – 201 с
6. Фокин В.Г. Оптические системы с терабитными и петабитными скоростями передачи: учебное пособие / Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики. Новосибирск, 2016. – 162 с.

Бортник Геннадій Григорович – канд. техн. наук, професор кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: bgen88@gmail.com;

Васильківський Микола Володимирович – канд. техн. наук, доцент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com.

Bortnyk Gennadiy Grygorovych – Ph.D., Professor of the Chair of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bgen88@gmail.com

Vasylykivskyi Mikola Volodymyrovych – Ph.D., Senior lecturer of the Chair of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com.

ОСОБЛИВОСТІ ОЦІНКИ ПОТУЖНОСТІ НА ВХОДІ ПРИЙМАЧА У СТАНДАРТІ 802.11

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

В даній роботі, проведено аналіз досліджень для параметра рівня потужності сигналу на вході приймача для стандарту 802.11.

Ключові слова: стандарт 802.11 Wi-Fi, потужність сигналу, архітектурні перешкоди, інтерференційні завади, безпроводний канал, швидкість передачі інформації, ефект Доплера, шуми.

Abstract

In this paper, was analysis parameters of signal strength research at the receiver input for 802.11 standard.

Keywords: 802.11 Wi-Fi standard, signal strength, architectural barriers, noise interference, wireless channel, data rate, Doppler effect, noise.

Вступ

На сучасному етапі розвитку, для мереж сімейства стандартів 802.11х, як і для будь-яких інших, є актуальним постановка та вирішення задач діагностики та контролю їх параметрів, що потребують пошук нових ефективних рішень. Найголовнішою структурною одиницею таких мереж, є безпроводний канал, характеристики якого мають найбільший вплив на ефективну швидкість передачі інформації. Але при проектуванні сучасних безпроводних мереж існує ряд факторів, що впливають на характеристики ефективної швидкості передачі інформації [1]. Одним із основних параметрів що впливає на швидкість передачі кадрів та виникнення помилок у них, є рівень потужності прийнятого сигналу на вході приймача [2].

Основна частина

Рівень потужності сигналу на вході приймача залежить від значної кількості факторів. До таких факторів можна віднести [2]: завади, які характеризуються зміною параметрів середовища під час сеансу передачі (ефект багатопроменевого розповсюдження хвиль, що виникає під час руху абонента у будівлях із складною забудовою, багатопроменеве розповсюдження у приміщенні із максимумами та мінімумами); завади які є самостійними джерелами випромінювання (інтерференція та шуми [3], шуми природного характеру [2]).

Розглядаючи результати експериментальних досліджень, можна сказати наступне. У стандарті 802.11 для досягнення високої пропускної здатності використовується багаторівнева квадратурна модуляція та OFDM [4]. Саме це ставить досить жорсткі вимоги до чутливості приймальних пристроїв. Одним із досить значних впливів є також архітектурні перешкоди [5], які створюють нерівномірності характеристик розподілу сигналу у просторі. Різниця потужностей складає приблизно ± 10 дБм, яка зменшується до ± 5 дБм, безпосередньо перед та після архітектурною перешкодою. Крім того, виявлено залежність рівня затухання сигналу від щільності та товщини архітектурних перешкод. З точки зору отримання кращих енергетичних параметрів, найбільш оптимальним розташуванням випромінюючих передавачів є центр приміщення, як при використанні однієї антени, так і для досягнення максимальної ефективності від технології МІМО.

При наявності рухомих абонентів у мережі, додатково існує фактор зміни положення приймача сигналу у просторі, на що вказується у [6,7,8]. При цьому встановлено, що будь-яке переміщення прийомо-передавального обладнання стандарту 802.11 у просторі вносить суттєвий вплив на ефективну швидкість передачі інформації у каналі – її зменшення може бути у 1,5..2 рази при швидкостях руху 1 м/с і більше. Також можна стверджувати, що існує прямий взаємозв'язок багатопроменевого поширення хвиль у приміщенні із появою ефекту Доплера для рухомих абонентів мереж стандарту 802.11.

Про дослідження у роботах [9] і [10], можна сказати, що додатковою похибкою може бути обраний метод оцінки потужності сигналу, а також поява інтерференційної завади у області бічних пелю-

сток, (створення сусіднього та суміщеного каналів [3]) швидкість зменшувалась в середньому до двох раз, а при попаданні до області головної пелюстки – більше ніж у чотири.

Висновки

Таким чином, оцінка рівня потужності сигналу на вході приймача є досить складним процесом, що потребує врахування всіх можливих факторів та похибок, як зовнішніх так і внутрішніх, що має безпосередній вплив на основний критерій якості безпроводних каналів. Крім того, такий процес досить ускладнюється при наявності додаткових технічних рішень таких, наприклад, як МІМО [11].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Информационно-коммуникационные технологии в управлении: монография / [авт. кол. Косолапов А. А., Кувшинов А. В., Нирков А. П., Михалевский Д. В. и др.]. – Одесса: Купrienko СВ, 2015, – 245 с.
2. Михалевський Д. В. Оцінка параметрів безпроводного каналу передачі інформації стандарту 802.11 Wi-Fi / Д. В. Михалевський. – Східно - Європейський журнал передових технологій. – 2014. – № 6/9 (72). – С. 22-25. DOI: 10.15587/1729-4061.2014.31666
3. Михалевський Д. В. Дослідження передачі інформації в умовах суміщеного та сусіднього інтерференційного каналів для стандарту 802.11n / Д. В. Михалевський, В.В. Номировська, О.М. Постернак // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2015. – №2. – С. 155 – 159.
4. Михалевський Д. В. Передача трафіку у мережах Wi-Fi при дії інтерференційних завад / Д. В. Михалевський, М. Д. Гузь, Р. О.Красота. – Сборник научных трудов Sword. – 2014. – №4(37) Том 5. – С. 12-17.
5. Научные ответы на вызовы современности: техника и технологии. В двух книгах. К. 2.: монография / [авт. кол. Агеева Н.М. Львович И.Я. Шиян П.Л. Михалевский Д. В. и др.]. – Одесса: Купrienko СВ, 2016, – 189 с.
6. Михалевський Д. В., Дослідження впливу руху абонентів на ефективну швидкість передачі інформації у мережах стандарту WI-FI / Д. В. Михалевський, М. Д. Гузь. – Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2015. – №. 1. – С. 195-199.
7. Михалевський Д. В. Оцінка розподілу потужності сигналу передавача стандарту 802.11 у приміщенні / Д. В. Михалевський, М. Д. Гузь – Сборник научных трудов Sword. – 2015. – Выпуск 1(38). Том 3. – С.48-52.
8. Михалевський Д. В., Дослідження впливу руху абонентів на ефективну швидкість передачі інформації у мережах стандарту 802.11/ Д. В. Михалевський. – Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2016. – №. 3. – С. 172-176.
9. Михалевський, Д. В. Дослідження потужності сигналу приймачів стандарту Wi-Fi: матер. між. наук.-практ. конф. / Д. В. Михалевський // Proceeding of the International Scientific and Practical Conf. “TPMSPS” (Sep. 22-24) 2014 Dubai. – К.: Знання України, 2014. – с. 29-31.
10. Михалевський Д.В. Аналіз параметрів сигналу у каналах стандарту 802.11g при спектральних завадах // Proceeding of the International Scientific and Practical Conf. “MSATPA” (Oct. 20-22) 2014 Dubai. – К.: Знання України, 2014. – С. 33-37.
11. Михалевський Д.В. Особливості технології МІМО у стандарті 802.11 / Д.В. Михалевський, О.С. Городецька. – Научные труды SWorld. – Выпуск 3(44). Том 1. – 2016. – С. 49-54.
DOI:10.21893/2410-6720-2016-44-1-106

Михалевський Дмитро Валерійович — канд. техн. наук, доцент кафедри телекомунікаційних систем та телебачення, Вінницький національний технічний університет

Mikhalevskiy Dmytro — Cand. Sc. (Eng), Associate Professor at the Department of Telecommunication System and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Ефективність використання технології Beamforming в стандарті 802.11ac

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній роботі було проведено аналіз ефективного використання технології Beamforming у мережах стандарту 802.11ac.

Ключові слова: технологія формування променя, технологія, діаграма спрямованості, швидкість, схема кодування MCS, відношення сигнал/шум, безпроводний канал стандарту 802.11ac.

Abstract

In this article was analyzed effective use of technology in Beamforming network standard 802.11ac.

Keywords: transmit Beamforming, technology, pattern, speed, encoding scheme MCS, the signal / noise ratio, channel wireless of standard 802.11ac.

Вступ

Одним із методів збільшення пропускної здатності є технологія використання декількох передавальних і приймальних антен, яка отримала досить широкого поширення у багатьох сучасних стандартах безпроводних мереж [1]. Така технологія отримала назву «MIMO» (Multiple Input Multiple Output) [2]. Це система з n передавальними і m приймальними антенами, яка здатна забезпечити теоретичну пікову пропускну здатність у n раз більшу (якщо $n=m$), ніж системи з однією парою антен [3]. Це досягається підвищенням максимального значення коефіцієнта сигнал/шум за рахунок збільшення конфігурації антен $n \times m$ [4].

В технології MIMO існує можливість покращення характеристик за рахунок додаткових розширень, однією із яких є технологія формування направленої променя (Beamforming). Це метод, що дозволяє використовувати більш високі схеми модуляції і кодування в межах заданого радіусу дії і набула широкого поширення у стандарті 802.11ac [5].

Основна частина

Технологія Beamforming працює наступним чином [6]:

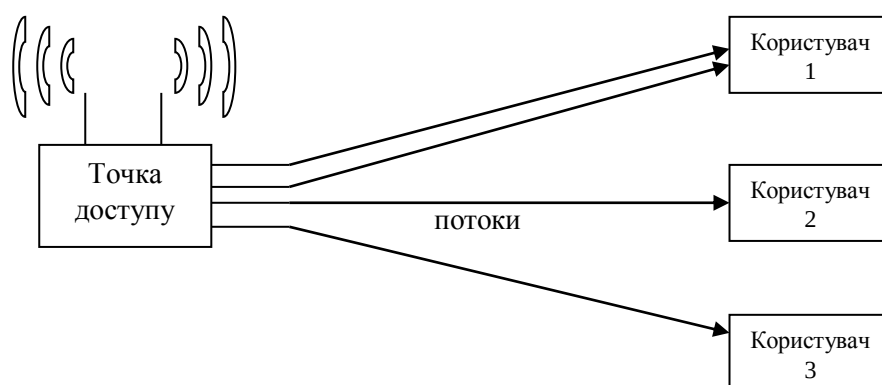


Рисунок 1 – Передача інформації одночасно всім користувачам за допомогою технології Beamforming

Радіосигнали, прийняті від клієнтів, допомагають точці доступу визначити їх місце розташування, і ця інформація використовується в подальшому для розрахунку і формування вузьконаправленого сигналу (в звичайному режимі роботи сигнал від приймача розходиться

рівномірно у всі боки, а при Beamforming направляється в строго визначеному напрямку, що досягається за допомогою декількох антен).

Застосування технології Beamforming дозволяє більш ефективно використовувати смугу пропускання, що позитивно відбивається при роботі з потоковою музикою і відео, іграми або додатками, які дуже чутливі до пропускну здатності і затримок в мережі.

Також була реалізована сумісність пристроїв з підтримкою даної технології. Тепер, якщо один пристрій підтримує Beamforming, а інший ні, то вони все одно зможуть працювати разом.

Формування діаграми спрямованості антени за допомогою технології "Beamforming" збільшує швидкість передачі в безпроводних каналах на середніх відстанях між точкою доступу і користувачем, за рахунок збільшення відношення сигнал/шум, що в свою чергу дає можливість використовувати більш ефективні методи модуляції. На малих відстанях потужність сигналу досить висока, що забезпечує велике відношення сигнал/шум і, відповідно, максимальну швидкість передачі даних. На великих відстанях формування діаграми спрямованості не дасть істотного виграшу в порівнянні з всенаправленою антеною, і швидкість передачі даних буде ідентична у випадку, коли "Beamforming" не використовується.

Загальну ефективність використання технології "Beamforming" наведено на рис.2 [6]:

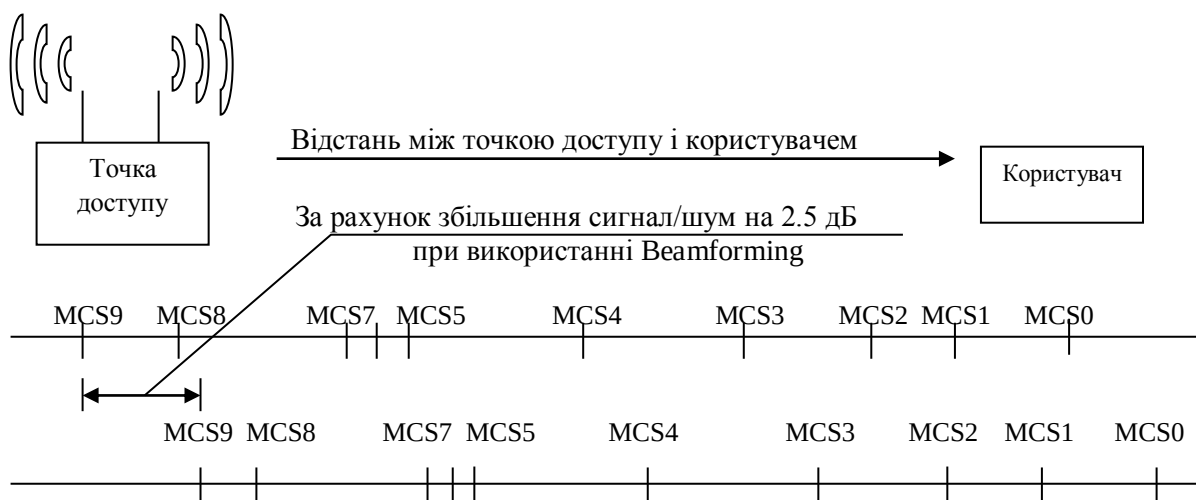


Рисунок 2 - Ілюстрація ефективності використання технології Beamforming

Формування діаграми спрямованості дозволяє збільшити відношення сигнал/шум на 2.5 дБ, що дає можливість використовувати більш високі значення для схеми кодування MCS [7] (більш високому значенню MCS відповідає більш висока швидкість передачі даних) при порівнянні з першою діаграмою відстанях. Верхня діаграма показує значення MCS при використанні ненаправленої антени, а нижня - при використанні технології "Beamforming".

Висновки

Таким чином, технологія Beamforming дає можливість динамічно змінювати діаграму спрямованості антен. Ця функція дозволяє зоні покриття точки доступу оптимально підлаштовувати зону покриття під поточне розташування клієнтів

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

1. Михалевський Д.В. Особливості технології MIMO у стандарті 802.11 / Д.В. Михалевський, О.С. Городецька. – Научные труды SWorld. – Выпуск 3(44). Том 1. – 2016. – С. 49-54. DOI: 10.21893/2410-6720-2016-44-1-106
2. Wescott D. A. CWAP Certified Wireless Analysis Professional Official Study Guide: Exam PW0-270 / D. A. Wescott, D. D. Coleman, P. Mackenzie, B. Miller. – Wiley Technology Pub., 2011. – 712 p.
3. Михалевський Д. В. Особливості технології MIMO у стандарті 802.11ac / Д. В. Михалевський, В. О. Шаталюк, В. Й. Куць // Матеріали XVI міжнародної НТК «Вимірювальна та

обчислювальна техніка» в технологічних процесах (ВОТПП-16-2016) м. Одеса, червень 2016р, С. 204.

4. Михалевський Д. В. Оцінка параметрів безпроводного каналу передачі інформації стандарту 802.11 Wi-Fi / Д. В. Михалевський // Східно - Європейський журнал передових технологій. – 2014. – № 6/9 (72). – С. 22-25. DOI: 10.15587/1729-4061.2014.31666

5. Макаренко В. Особенности стандарта беспроводной связи IEEE 802.11ac (WiFi) / В. Макаренко // Телекоммуникации и связь. – 2012. – № 7. – С. 28-34.

6. Beamforming in 802.11ac. Назва з екрану. Режим доступу: http://chimera.labs.oreilly.com/books/123400_0001739/ch04.html.

7. Информационно-коммуникационные технологии в управлении: монография / [авт. кол. Косолапов А. А., Кувшинов А. В., Нірков А. П, Михалевский Д. В. и др.]. – Одесса: Купrienko СВ, 2015, – 245 с.

Письменна Антоніна Віталіївна – студентка групи ТСМ-16м, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: pismenna95@gmail.com.

Antonina Pismenna – group TCM-16m, The Faculty of Infocommunications, Radioelectronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: pismenna95@gmail.com.

СОРТУВАННЯ ВІДНОСНИХ ПОЗИЦІЙ СИНХРОІМПУЛЬСІВ ПО ЧАСТОТІ ЇХ ПОЯВИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано алгоритм сортування відносних позицій синхросимволів по частоті їх прояви, що необхідно для знаходження істотної відносної позиції синхросимвола. Запропонований метод дозволяє здійснювати сортування елементів черги в кожен момент часу тільки на базі вхідного та вихідного елементів черги.

Ключові слова: алгоритм сортування, позиції синхроімпульсів, відносні позиції.

Abstract

Consideration is given to the problem of sorting the relative positions of synchroimpulses by frequency of their occurrence which is necessary for finding essential relative position of synchrosymbols. The proposed algorithm allows one to sort elements of the queue.

Keywords: sorting method, position of synchroimpulses, frequency of occurrence, relative position.

Вступ

В умовах поглиблення процесів інформаційної інтеграції та розширення використання, розподілених комп'ютерних і телекомунікаційних систем зростає роль засобів передавання та оброблення даних. В сучасних умовах об'єктивно існують фактори, що стимулюють ріст кратності виникаючих помилок. Зокрема, динамічне зростання швидкості передавання даних призводить до зростання числа помилок, викликаних міжсимвольною інтерференцією [1 – 3]. Для упорядкування синхросимволів за частотою їх появи необхідний спеціальний алгоритм, який дозволить відслідковувати позиції вставок і випадань бітів. При цьому необхідно щоб часова складність розробленого алгоритму була постійною величиною, яка не залежала б від довжини черги та діапазону можливих значень елементів черги, тобто алгоритм повинен виконуватися за число тактів, які не залежать від періоду T . Серед відомих методів сортування не існує таких, які дозволяють розв'язати таку задачу [1, 2].

Результати дослідження

Розроблений метод [1] дозволяє знизити часову складність $O(1)$ та побудувати алгоритм перестановки елементів черги за частотою їх появи (табл. 1). Для роботи алгоритму використовується чотири масиви: Cnt, Elem, Pos і LB. Масиви Cnt, Elem і Pos мають розмір T , масив LB має розмір $k+1$.

Масив Cnt призначений для зберігання частот появи відповідних елементів, які знаходяться в даний момент в черзі. Масив Elem містить індекси елементів масиву Cnt, які відібрані по зменшенню значень елементів масиву Cnt. Масив LB (Left Bound) розміром $k+1$ призначений для зберігання лівих меж груп елементів масиву Elem. Групами в масиві Elem є такі індекси елементів масиву Cnt, які мають рівні значення. Для пояснення цього приведемо простий приклад.

Таблиця 1 – Обробка вхідного та вихідного елемента черги

№ кроку	Дія	№ кроку	Дія	№ кроку	Дія
1	cnt = Cnt[Elem]	9	lb = lb + 1	17	lb = lb - 1
2	lb = LB[cnt]	10	LB[cnt] = lb	18	LB[cnt] = lb
3	pos = Pos[InElem]	11	cnt = cnt + 1	19	pos = Pos[OutElem]
4	elem = Elem[lb]	12	Cnt[InElem] = cnt	20	elem = Elem[lb]
5	Elem[lb] = InElem	13	cnt = Cnt[OutElem]	21	Elem[lb] = OutElem
6	Elem[pos] = elem	14	cnt = cnt - 1	22	Elem[pos] = elem
7	Pos[elem] = pos	15	Out[OutElem] = cnt	23	Pos[Elem] = pos
8	Pos[InElem] = lb	16	lb = LB[cnt]	24	Pos[OutElem] = lb

Після завершення кожного циклу роботи алгоритму елементи масиву Elem знаходяться в упорядкованому стані. При цьому нульовий елемент масиву Elem містить індекс найбільшого елемента масиву Cnt. Значення цього елемента можна отримати як Cnt[Elem[0]].

Запропонований алгоритм виконується за фіксоване число кроків, які не залежать від величини періоду T , як при програмній, так і при апаратній реалізації. При цьому знаходження істотної відносної позиції синхросимвола (ІВПС) і її значення знаходяться за допомогою таких співвідношень

$$R_i = \text{Elem}[c_i], \quad W_i = \text{Cnt}[c_i]. \quad (1)$$

Отже, розрахунок ІВПС (1) R_i і її значення W_i дозволяє за допомогою обчислювальних процедур знайти відносні позиції і значення вставок і випадань бітів у досліджуваному каналі. Таким чином за допомогою отриманої оцінки каналу телекомунікаційної системи можна розробити рекомендації вибору завадостійких кодів для забезпечення надійного зв'язку в системі зв'язку, що досліджується.

Висновки

Запропоновано алгоритм сортування відносних позицій синхросимволів за частотою їх появи, який відрізняється від відомих використанням теоретично мінімального числа контрольних розрядів. При обчисленні контрольних розрядів використовуються вагові коефіцієнти, що формуються за допомогою спеціального нелінійного функціонального перетворення.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Kychak V. M. Sorting Method of Relative Positions of Synchroimpulses by Frequency of their Occurrence / V. M.Kychak, V.D. Tromsyuk // Journal of Automation and Information Sciences.– 2016.– №10.– P. 49-56.
2. Mitić D. Calculating The Required Number of Bits In The Function of Confidence Level and Error Probability Estimation / D. Mitić, A. Lebl, Z. Markov // Serbian Journal of Electrical Engineering. – 2012. – Vol. 9, №. 3 – P. 361-375.
3. Кичак В.М. Оцінювання бітових помилок при різних видах демодуляції дискретних сигналів/ В.М. Кичак, В.Д. Тромсюк // Вісник Національного технічного університету України "КПІ". – 2015. – 63. – С. 55-63.

Тромсюк Володимир Дмитрович — інженер 2 кат., каф. ТКСТБ, факультет ІРЕН, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: tvd1989@mail.ru

Науковий керівник: **Кичак Василь Мартинович** — д-р техн. наук, професор, декан факультету інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Tromsyuk Volodimir D. — engineer 2 categories, department Telecommunication systems and Television, Faculty Infocommunications, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : tvd1989@mail.ru

Supervisor: **Kychak Vasyl M.** — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Faculty Infocommunications, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Маршрутизація в телекомунікаційних мережах за допомогою нечіткої логіки

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Пропонується використовувати нечіткий контролер в телекомунікаційних мережах для поліпшення процесу маршрутизації. Розроблено структуру нечіткого контролера.

Ключові слова: нечітка логіка, телекомунікації, маршрутизація.

Abstract

It is proposed to use a fuzzy-controller in telecommunication networks for improving the routing process. An architecture of the fuzzy-controller was developed.

Keywords: fuzzy logic, telecommunication, routing.

Телекомунікаційні мережі надають все більше послуг щодо передачі мультимедійних і мобільних даних. Оскільки мережі стають все більш складними і складаються з великої кількості пристроїв, то для ефективної передачі даних по мережі необхідно засовувати сучасні протоколи маршрутизації. Також мережі повинні функціонувати при різних умовах. Крім того, топологія телекомунікаційної мережі може швидко змінюватися, що необхідно враховувати при розробленні алгоритмів ефективної маршрутизації.

Ефективність схеми вибору маршруту може бути поліпшена при використанні сучасних інтелектуальних технологій, що дозволить вибирати найбільш оптимальний маршрут [1-3]. Інтелектуальні технології – нечітка логіка, нейронні мережі, генетичні алгоритми – замінили традиційні технології в багатьох інженерних додатках, особливо в системах контролю, і довели свою ефективність.

У телекомунікаційних мережах пропонується використовувати нечіткий контролер з трьома вхідними і однією вихідною лінгвістичними змінними. Вхідні лінгвістичні змінні нечіткого контролера це: енергія (E), кількість переходів (H) і відстань (D), вихідна лінгвістична змінна – це ймовірність отримання даних (C). Енергія – це залишкова енергія, яка витрачається кожним вузлом на передачу і прийом пакетів. Кількість переходів до вузла являє собою кількість перенаправлень даних, поки вони не досягнуть вузла призначення. Відстань – це тривимірна відстань до наступного вузла. Після адаптування нечітких множин і правил також можуть бути використані інші параметри, такі як властивості каналу або завантаженість мережі. Вихідна нечітка величина визначає для сусіднього вузла ймовірність бути обраним для наступного переходу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Atayero A. A. Applications of Soft Computing in Mobile and Wireless Communications / Atayero A. A., Luka M. K. // International Journal of Computer Applications. – Vol. 45. – №. 22. – 2012. – Pp. 48-54.
2. Kumar V. B. P. Neural Networks Based Efficient Multiple Multicast Routing for Mobile Networks / Kumar V. B. P., Kumar D. S. M. // International Journal of Information and Electronics Engineering. – vol. 4. – №. 2. – 2014 – pp. 145-152.
3. Kojic, N. New Algorithm for Packet Routing in Mobile Ad-hoc Networks / N. S. Kojic, M. B. Z. Ivancic, I. S. Reljin, B. D. Reljin // Journal of automatic control. University of Belgrade. – Vol.20. – 2010. – Pp. 9-16.

Семенова Олена Олександрівна – к.т.н., доцент, доцент кафедри телекомунікаційних систем та телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Ступін Максим Федорович – студент групи РЗ-16мі, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Senenova Olena – Candidate of Engineering Sciences, Docent, Associate Professor at the Department of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Stupin Maksim – Faculty for Infocommunications, Radio electronics and Nanosystems.

Панорамні інформаційно-вимірювальні системи

Вінницький національний технічний університет
vadimskif777@gmail.com
 Тел. 8-0432-59-83-58

Анотація

Представлена структурна схема панорамної інформаційно-вимірювальної системи, яка дозволяє обробляти параметри великої кількості досліджувальних об'єктів.

Ключові слова: Панорамні інформаційно-вимірювальні системи, свіп-генератор, частотні мітки, похибка вимірювань.

Abstract

Presented panorama block diagram of information-measuring system. Options can handle a large number of investigated objects.

Keywords:

Panoramic sistimy, information-measuring system, sweep generator, frequency tags, measurement error.

Вступ

Різнорамні інформаційно-вимірювальні системи широко використовуються в народному господарстві [1]. В панорамній інформаційно-вимірювальній системі (далі в тексті як ПІВС з часовою розгорткою) спільно функціонують N вимірювальних каналів ($BK_1, \dots, BK_N$), з вхідними впливами $x_1, \dots, x_N$ від досліджуваних об'єктів ($O_1, \dots, O_N$).

У системах з єдиним свіп-генератором на входи кожного каналу BK_i подається один і той же сигнал. Для систем з багаточастотними свіп-генераторами характерна наявність на входах сигналів, що відрізняються за частотою. Синхронізацію роботи кожного ВВІ (вузол відображення інформації), управління режимами, математичні операції здійснює керуюче-обчислювальний пристрій (КОП), наприклад, мікро-ЕВМ. Сигнали в ІВ від КОП і навпаки надходять через пристрій сполучення (ПС), що виконує функції передачі сигналів по лініях зв'язку і сполучення вхідних та вихідних параметрів окремих вузлів. Крім пов'язаних з КОП вузлів відображення інформації в кожному ВВІ, ПІВС з тимчасовою розгорткою може мати у своєму складі центральний вузол відображення інформації, на який надходять дані, що характеризують роботу системи в цілому (рис 1.1).

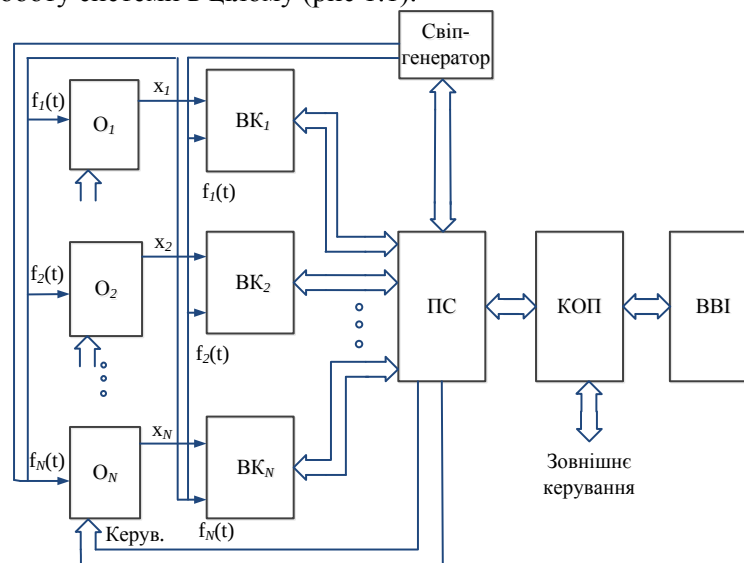


Рис.1.1 –Панорамна інформаційно-вимірювальна система

Важливим показником роботи ПІВС є достовірність і оперативність отримання даних про частоту [2]. Від цього залежить якість функціонування системи, тобто точність результатів, правильність видачі керуючих сигналів. Для отримання інформації про частоту в ПІВС формуються частотні мітки і відбувається ідентифікація частоти міток (наприклад, формуються в часі послідовності імпульсів і визначаються частоти свіп-генератора, які відповідають появі будь-якого імпульсу). Пристрій, призначений для формування та ідентифікації частотних міток в ПІВС показаний на рис. 1.2.

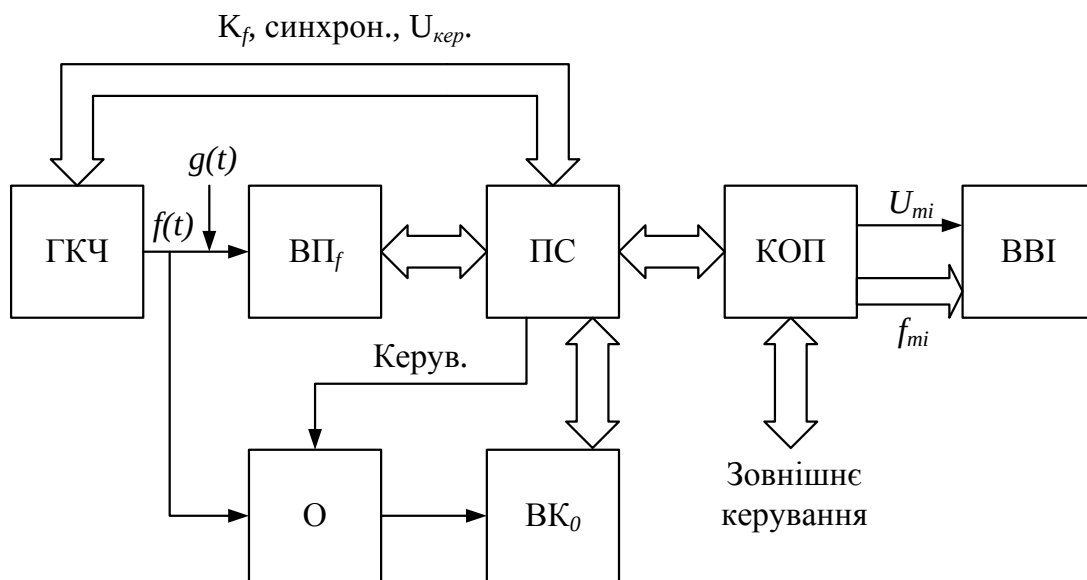


Рис. 1.2 – Ідентифікація частотних міток в ПІВС

Розглянемо взаємодію КОП з одним ВК. Сигнал від свіп-генератора розгалужується і надходить одночасно на досліджуваний об'єкт (О) і на вхід вимірювального частотного перетворювача (ВП_f). За допомогою ВП_f відбувається перетворення сигналу свіп-генератора в зручну для подальшої обробки форму. В результаті проведення спільно з ВП_f вимірювальних і обчислювальних операцій КОП доповнює вимірювальну інформацію даними про частоту. На виході КОП з'являються необхідні сигнали зовнішнього управління і сигнали відображення інформації на ВВІ. КОП через ПС задає режими роботи свіп-генератора, вимірювального каналу ВК₀ і перетворювача ВП_f.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Похибки визначення частоти в інформаційних системах з частотною розгорткою / С. П. Кононов, С.М. Кватернюк, С.О. Фіяло // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2001.– №6 С. 44–45.
2. Кононов С.П., Полуденко Д.С., Антонюк А.Л. Калібрування частотної шкали в панорамних вимірювачах характеристик пристроїв радіозв'язку / Сергій Павлович Кононов. // SWorld. – 2015. – №16. – С. 14.

Сергій Павлович Кононов — канд. техн. наук, доцент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет;

Вадим Павлович Новіков – ст.групи Рз-16сп, факультет інфокомунікацій радіоелектроніки та наносистем, Вннція, e-mail vadimskif777@gmail.com.

Serhii P. Kononov — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Vadim P. Novikov — Faculty infokomunikitsiy electronics and nanosystems ,Vinntsia,e-mail vadimskif777@gmail.com.

ВПЛИВ КАПІЛЯРНИХ КОЛИВАНЬ ЛЕЖАЧОЇ КРАПЛІ ПРИ ВИМІРЮВАННІ ПОВЕРХНЕВОГО НАТЯГУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено вплив капілярних коливань та тривалість переходу краплі в стаціонарний стан при вимірюванні поверхневого натягу вдосконалим методом лежачої краплі з використанням покроково зростаючої напруги електричного поля.

Ключові слова: поверхневий натяг, метод лежачої краплі в електричному полі, стійкість краплі, капілярні коливання.

Abstract

The influence of capillary fluctuations and the transition duration drop in a stationary state in the measurement of surface tension which improved method of laying drop with the using incremental increasing voltages of the electric field has been researched.

Keywords: surface tension, the method of laying a drop in the electric field, resistance drops, capillary fluctuations.

Вступ

Фундаментальною властивістю межі поділу рідина – газ є поверхневий натяг (ПН), який визначає питому вільну поверхневу енергію рідини і є тим параметром, значення якого в багатьох випадках є визначальним для оцінки якісних та кількісних параметрів рідини [1].

Метою роботи є дослідження впливу капілярних коливань та тривалість переходу краплі в стаціонарний стан при вимірюванні поверхневого натягу методом лежачої краплі.

Результати дослідження

В роботі для вимірювання ПН рідин пропонується використовувати безконтактний метод лежачої краплі, а для підвищення чутливості пропонується застосувати вплив електричного поля, в результаті впливу якого енергія меніска змінюється і лежача крапля деформується, перетворюючись із сферичної у витягнуту сфероїдальну.

При рості напруженості зовнішнього електричного поля відбувається локальне підсилення напруженості електричного поля у вершині сфероїдальної краплі, яке визначається діелектричною проникністю рідини, поверхневим натягом, розміром краплі та напруженістю зовнішнього поля. При рості напруженості зовнішнього електричного відбувається локальне підсилення напруженості електричного поля у вершині сфероїдальної краплі, яке визначається діелектричною проникністю рідини, поверхневим натягом, розміром краплі та напруженістю зовнішнього поля. Підсилення напруженості електричного поля біля вершини краплі призводить до її розриву або різкого зменшення кривизни. Екстремальні геометричні параметри відповідають моменту, що передуює настанню нестійкого стану. Крапля рідини в електричному полі стає нестійкою через домінування електричних сил над силами поверхневого натягу. Дослідження нестійкості краплі проводиться на основі модового підходу, згідно якого нескінченний набір капілярних хвиль нескінченно малої амплітуди (які завжди існують через тепловий рух молекул) розглядається як коливальна система з нескінченним числом степеней свободи. Амплітуда m -ої моди капілярних коливань меніска змінюється з часом за законом [2]

$$A_k(t) = A_{k0} \cdot \exp(-t \cdot \omega_m - \chi_m \cdot t), \quad (1)$$

де A_{k0} – максимальне значення амплітуди коливання в початковий момент часу; m – номер моди; ω_m – частота коливання; χ_m – декремент в'язкого затухання.

Частоти різних мод капілярних коливань зарядженої поверхні визначається формулою

$$\omega_m^2 = (m-1) \cdot m \cdot (m+2) \cdot \frac{\sigma \cdot (1-W)}{\rho \cdot a^3}, \quad (2)$$

де ρ – густина рідини; W – параметр Релея, що відповідно до [3]

$$W = \frac{\varepsilon_0 \cdot \varepsilon_c \cdot U^2}{16 \cdot \sigma \cdot a}, \quad (3)$$

де ε_c – діелектрична проникність навколишнього середовища; U – напруга, що подається на електроди.

Декремент в'язкого затухання капілярних хвиль

$$\chi_m = (m-1) \cdot (2m+1) \cdot \frac{\nu}{a^2}, \quad (4)$$

де ν – кінематична в'язкість.

Найменша з можливих мод має найменшу частоту коливання і, відповідно, найбільший період. Більш високі моди капілярних коливань встигають розвинути на фоні одного коливання найменшої з можливих – основної моди, тому саме період основної моди необхідно прийняти за характерний час капілярних коливань меніска. Чим вища мода капілярних коливань, тим швидше вона затухає [4]. Отже, повільніше всього затухає мінімальна з можливих мод капілярних коливань: за час зменшення її амплітуди в e раз, амплітуди більш високих мод зменшаться в значно більшому ступені. Саме тому в якості характерного часу в'язкого затухання капілярних коливань меніска рідини необхідно вибрати час в'язкого затухання основної – другої моди.

Висновки

За результатами проведених досліджень можна зробити такі висновки:

– досліджено нестійкість краплі на основі модового підходу, що дозволило оцінити тривалість затухання капілярних коливань на поверхні меніска, синхронізувати швидкість встановлення стаціонарного стану краплі при зміні напруги на один крок з частотою реєстрації зображення лежачої краплі та скоротити тривалість вимірювання поверхневого натягу.

– оцінено, що тривалість переходу краплі в стаціонарний стан при зростанні напруги на один крок не перевищує 1,3 с. Для зменшення тривалості вимірювального перетворення паралельно переходу краплі в стаціонарний стан та зняттю зображення фотокамерою здійснюють попереднє оброблення зображення краплі ЕОМ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Городецька О.С. Автоматизований контроль поверхневого натягу рідин методом лежачої краплі: [Монографія] / О.С. Городецька, Й.Й. Білінський – Вінниця: „УНІВЕРСУМ-Вінниця”, 2008. – 146 с.
2. Григорьев А. И. Локальное увеличение напряженности однородного электростатического поля вблизи вершины сфероидальной капли / А.И. Григорьев, С.И. Щукин // Журнал технической физики, 1999. – том 69, вып. 8. – С. 49–54.
3. Щукин С. И. Исследование устойчивости капель по отношению к собственному и поляризационному зарядам: автореф. дис. на присвоен. научн. степени к-та физ.-мат. наук: спец. 01.04.14 / С. И. Щукин. – М., 1999. – 16 с.
4. Городецька О.С. Вимірювання поверхневого натягу рідин з врахуванням впливу капілярних коливань лежачої краплі / О.С. Городецька, О.В. Стальченко // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – 2010. – №1. – С.1-6. Режим доступу до журналу: <http://www.nbu.gov.ua/e-journals/VNTU/2010-1>.

Городецька Оксана Степанівна — канд. техн. наук, доцент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: horodecka.os@gmail.com.

Oksana S. Horodetska — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Department of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: horodecka.os@gmail.com.

Оптический підсилювач EDFA в ВОСП

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній роботі запропоновано покращений варіант структури ВОЛТ за рахунок введення оптичних підсилювачів EDFA.

Ключові слова: оптична мережа, оптичний підсилювач, EDFA, ВОСП, ВОЛТ.

Abstract

This paper presents an improved version of FOLP structure by introducing optical amplifiers EDFA.

Keywords: optical network, optical amplifier, EDFA, FOTS, FOLP.

Вступ

Оптичні підсилювачі на основі легованих ербієм оптичних волокон [Erbium Dopel Fiber Amplifiers (EDFA)] здатні внести значні зміни в топологію ВОЛТ, знижуючи загальну вартість та одночасно підвищуючи надійність і якісні показники роботи системи. Забезпечують високий рівень підсилення та вихідної потужності сигналу разом з задовільними шумовими характеристиками оптичного підсилювача EDFA, працюючи в діапазоні з центральною довжиною хвилі 1.55 мкм. Аналогічні характеристики в цьому діапазоні не можуть бути забезпечені жодною іншою технологією підсилення оптичного сигналу [1].

Основна частина

Вхідний оптичний сигнал, проходить через оптичний ізолятор (ОІ), який пропускає світло тільки в одному напрямку і надходить в оптичний мультиплексор (ОМ), на другий вхід якого подається також світлове випромінювання накачки. Два сигнали поєднуються і надходять в леговане ербієм оптичне волокно (ОВ), в якому вхідний сигнал підсилюється за рахунок вимушеного підсилення фотонів (рис. 1).

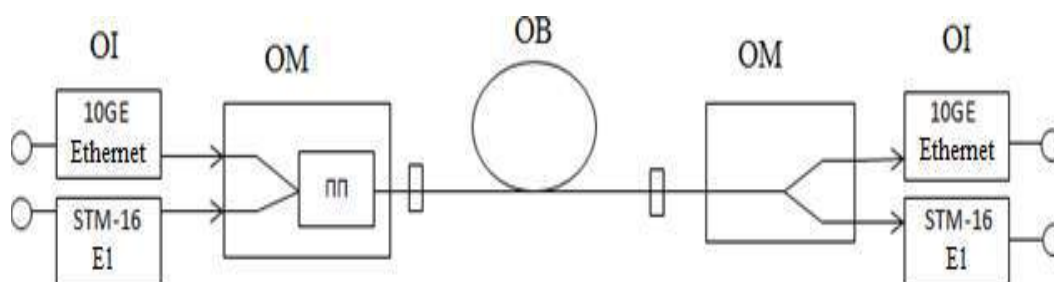


Рис 1. Узагальнена структурна схема ВОСП з волоконно-оптичним підсилювачем EDFA

Ефект підсилення досягається за допомогою лазера накачки, який збуджує електронну підсистему домішкових атомів ербія в ОВ. В результаті електрони з основного електричного стану проходять в збуджений стан [2].

В якості смугового фільтру в підсилювачі потужності (ПП) використано фільтр нижніх частот, що дозволив узгодити вихід підсилювача з навантаженням. Це забезпечило зростання ККД на 10%.

Визначено максимальні довжини ділянки оптичного підсилення з урахуванням втрат – 48,6 км, та з урахуванням дисперсії 83,7 км. Так, як підсилення з урахуванням втрат менше – було вирішено покращити запас по потужності, за рахунок введення підсилювача потужності (рис. 1). Довжина ділянки оптичного підсилення зросла з 48,6 км до 51,3 км, збільшивши запас по потужності [3].

На основі виконаних розрахунків спроектовано схему волоконно-оптичної транспортної мережі «Вінниця – Берлін». До складу волоконно-оптичної транспортної мережі увійшли такі міста : «Вінниця – Хмельницький», «Хмельницький – Тернопіль», «Тернопіль – Львів», «Львів – Берлін». Від Вінниці до Львова було використано 6 оптичних підсилювачів, від Львова до Берліну 8 оптичних підсилювачів. Завдяки підсилювачу потужності вдалось зменшили кількість оптичних підсилювачів у два рази.

Висновк

Оптичний підсилювач EDFA є найбільш економічно вигідним для волоконно-оптичних систем передачі. За рахунок введення цього підсилювача було зменшено вартість транспортної мережі. Для задоволення сучасних потреб споживачів найбільш вигідним є впровадження саме волоконно-оптичних систем передачі. Затрати на будівництво таких систем компенсуються зручностями та перевагами ВОСП над іншими системами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

1. Кись О.М. Проектування волоконно-оптичної транспортної мережі. Навчальний посібник з курсового та дипломного проектування для студентів, що навчаються за напрямом "Телекомунікації". – Одеса, 2014. – 92с.
2. Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи / Фриман Р. – М. : Техносфера, 2007. – 512 с.
3. Michalevskiy D. Performance evaluation of monitoring tools of electronic products by the level of low-frequency noise / D. Michalevskiy, O. Horodetska, R. Krasota // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2014. – №1. – С. 183-186.

Шаталюк Владислав Олегович – студент групи ТСМ-16м, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: shatalyuk_v@mail.ua.

Науковий керівник: **Оксана Степанівна Городецька** — канд. техн. наук, доцент кафедри телекомунікаційних систем та телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Vlad Shatalyuk – group TCM-16m, The Faculty of Infocommunications, Radioelectronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: shatalyuk_v@mail.ua

Supervisor: **Oksana S. Horodetska** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Department of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ЧАСТОТНИХ КАНАЛІВ У СТАНДАРТІ 802.11

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

В даній роботі, проведено аналіз технології розширення спектра для стандарту 802.11 у частотних діапазонах 2,4 та 5 ГГц.

Ключові слова: стандарт 802.11 Wi-Fi, частотний діапазон 2,4 ГГц, частотний діапазон 5 ГГц, технологія розширення спектра, головний канал, допоміжний канал.

Abstract

In this paper, was analysis technology to expand the range of frequency bands 2.4 GHz and 5 GHz 802.11 for 802.11 standard.

Keywords: 802.11 Wi-Fi standard, 2.4 GHz band, 5 GHz band, technology of expand the range, the main channel, secondary channel.

Вступ

Однією із основних задач сучасних засобів для передачі трафіку, з використанням безпроводних каналів, є забезпечення високої пропускної здатності для окремо взятого абонента [1]. Так як, високошвидкісні канали передачі інформації для сімейства стандартів 802.11x створюються за рахунок розширення спектра, то при збільшенні частоти робочого діапазону можна використовувати їх більшу кількість.

Основна частина

Для сімейства стандартів 802.11x використовуються неліцензовані частотні діапазони. Частотний діапазон 2,4 ГГц має смугу частот Δf 83.5 МГц [2]: від 2.4 ГГц до 2.4835 ГГц. Ця смуга частот в свою чергу поділяється на 14 частотних каналів, носійні яких розташовані з інтервалом у 5 МГц, як показано на рис. 1.

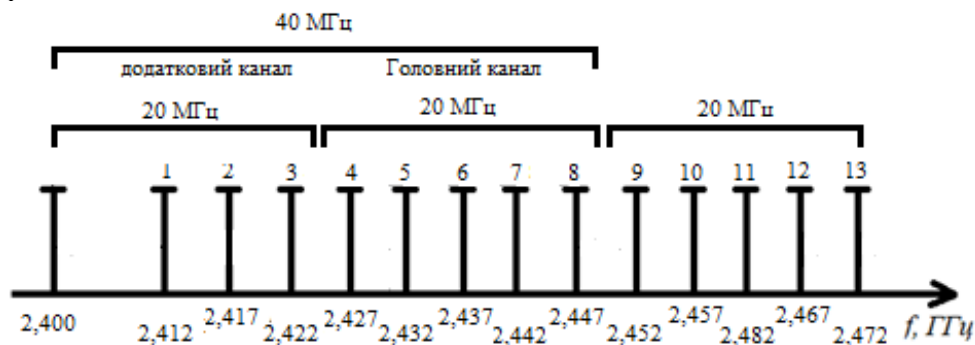


Рис. 1. Формування частотних каналів для діапазону 2,4 ГГц

При застосуванні технології розширення спектра смуга каналу може становити до 22 МГц, або так званий базовий канал 20 МГц. Таким чином, в смузі частот Δf може існувати три канали які не перекриваються. Починаючи з стандарту 802.11n існує можливість розширення спектру частотного каналу [3] за рахунок ресурсу сусіднього. В такому випадку об'єднання сусідніх каналів дає канал шириною 40 МГц, але він може бути тільки один.

Більше частотного ресурсу дає діапазон 5 ГГц, в якому використовуються наступні смуги [4,5]: нижній UNII - 1 від 5,150 ГГц до 5,250 ГГц; середній UNII - 2 від 5,250 ГГц до 5,350 ГГц; середній розширений UNII - 2 extended від 5,470 ГГц до 5,725 ГГц; верхній UNII - 3 від 5,725 ГГц до 5,825 ГГц, як показано на рис. 2.

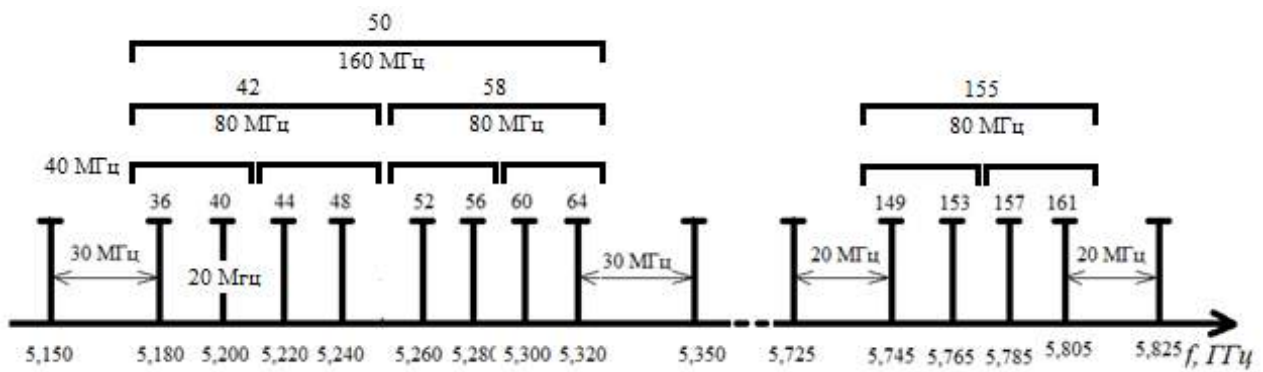


Рис. 2. Формування частотних каналів для діапазону 5 ГГц

Як видно із рис. 2 у діапазоні 5 ГГц існує можливість створення каналів смугою 80 і 160 МГц що використовується у стандарті 802.11ac.

Недоліком цього діапазону є законодавство країн, що не завжди дозволяє вільно використовувати неліцензований діапазон повністю без дозволу [5]. Наприклад, середній частотний діапазон від 5,260 ГГц до 5,725 ГГц використовується для радіолокаційних систем, тому використання таких каналів потребує наявності функції динамічного вибору частоти, яка надає пріоритети для точки доступу та клієнтів.

Висновки

Таким чином, технологія розширення спектра дозволяє значно збільшити частотний ресурс каналу що дозволяє значно підвищувати його ефективність, але це приводить до висунення значно жорсткіших вимог до параметрів каналу із-за дестабілізуючих факторів, що розглядались у [6, 7].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Михалевський Д. В. Оцінка ефективної швидкості передачі інформації для сімейства стандартів 802.11x у діапазоні 2.4 ГГц / Д. В. Михалевський, О. С. Городецька. – Сборник научных трудов Sword. – Выпуск 3(40). Том 3. Иваново: Научный мир, 2015. – С.43-47.
2. Михалевський Д.В. Аналіз параметрів сигналу у каналах стандарту 802.11g при спектральних завадах // Proceeding of the International Scientific and Practical Conf. "MSATPA" (Oct. 20-22) 2014 Dubai. – К.: Знання України, 2014. – С. 33-37.
3. Михалевський Д. В. Дослідження передачі інформації в умовах суміщеного та сусіднього інтерференційного каналів для стандарту 802.11n / Д. В. Михалевський, В.В. Номировська, О.М. Постернак // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2015. – №2. – С. 155 – 159.
4. Михалевський Д. В. Аналіз частотного спектру діапазону 5 ГГц для сімейства стандартів 802.11x / Д. В. Михалевський // Proceedings of the International Scientific and Practical Conference «The Top Actual Researches in Modern Science, Vol. I. – Dubai.: Rost Publishing, 2015. С. 9-12.
5. Михалевський Д. В. Дослідження безпроводного каналу стандарту 802.11n частотного діапазону 5 ГГц / Д. В. Михалевський, Л. А. Рогозіна, А. В. Крутинь // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2016. – №2. – С. 214 – 218.
6. Михалевський Д. В. Оцінка параметрів безпроводного каналу передачі інформації стандарту 802.11 Wi-Fi / Д. В. Михалевський. – Східно - Європейський журнал передових технологій. – 2014. – № 6/9 (72). – С. 22-25. DOI: 10.15587/1729-4061.2014.31666
7. Михалевський Д.В. Особливості технології MIMO у стандарті 802.11 / Д.В. Михалевський, О.С. Городецька. – Научные труды SWorld. – Выпуск 3(44). Том 1. – 2016. – С. 49-54. DOI:10.21893/2410-6720-2016-44-1-106

Михалевський Дмитро Валерійович — канд. техн. наук, доцент кафедри телекомунікаційних систем та телебачення, Вінницький національний технічний університет

Mikhalevskiy Dmytro — Cand. Sc. (Eng), Associate Professor at the Department of Telecommunication System and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

ПРАКТИЧНЕ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ РАДІОАМАТОРСЬКИХ РЕТРАНСЛЯТОРІВ НАПІВДУПЛЕКСНОГО ТИПУ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено огляд систем радіоаматорських ретрансляторів, побудовано зони охоплення сигналом для передавачів різних діапазонів частот, надано рекомендації щодо організації та експлуатації систем радіоаматорських ретрансляторів (репітерів).

Ключові слова: ретранслятор, УКХ, репітер, напівдуплекс, радіоаматор.

Abstract

The review of amateur radio repeaters built area covered by the signal transmitters for different frequency bands, and recommendations regarding the organization and operation of hamradio repeaters.

Keywords: repeater, VHF, UHF, half, duplex, radioamateur.

Вступ

Згідно із рекомендаціями міжнародної організації IARU [1] в частотному плані розподілу IARU Region 1 HF and VHF/UHF/Microwave Band plans [2] для ультракороткохвильових ділянок спектра радіоаматорським станціям виділено шість загальних смуг. Для VHF це ділянки в межах 50 – 54 МГц, 70 – 70,5 МГц та 144 – 146 МГц; для UHF це 430 – 440 МГц, 1240 – 1300 МГц та 2300 – 2450 МГц. В зв'язку із певними історичними та бюрократичними обмеженнями на сьогодні в Україні можливе застосування лише смуг частот 50,08 – 50,28 МГц та діапазонів 144 – 146 МГц, 430 – 440 МГц. Канали для ретрансляторів відводяться лише в двох останніх [3]. Наразі, можливе практичне використання систем ретрансляції (репітерів) з частотним рознесенням з модуляцією NFM (вид випромінювання F3E) для голосового обміну в реальному часі. Також активно впроваджуються системи з цифровими методами модуляції, такими як 4-FSK (стандарт DMR), C4FM (стандарт Yaesu), GMSK, QPSK, 4FSK (стандарт D-STAR), які поки що є експериментальними [4].

Метою роботи є розроблення методики застосування радіоаматорами ретрансляторів напівдуплексного типу для різних діапазонів як одночастотних так і з рознесенням частот.

Результати дослідження

Системи радіоаматорських ретрансляторів VHF та UHF дозволяють значно розширити зону зв'язку для мобільних та стаціонарних станцій з потужністю до 5 Вт, яка є максимально дозволеною Регламентом аматорського радіозв'язку України [3] (далі Регламент). Але в цьому є певна неузгодженість, т.я. потужність передавача ретранслятора за Регламентом може бути до 15 Вт, що втричі перевищує дозволена потужність індивідуальної або колективної радіоаматорських станцій на цих діапазонах. Тому не завжди зворотній канал пропорційний до прямого і якість зв'язку для абонентів відрізнятиметься при однаковому рівні сигналу прямого каналу. Побудована розрахункова зона охоплення передавача прямого каналу двочастотного напівдуплексного ретранслятора, розташованого в м. Вінниця [5] приведена на рис.1. Дані для розрахунку: частота 145,6 МГц, потужність 15 Вт, висота передаючої антени 40 метрів, висота прийомної антени (для мобільного абонента) взята із урахуванням 1 метр над поверхнею Землі.

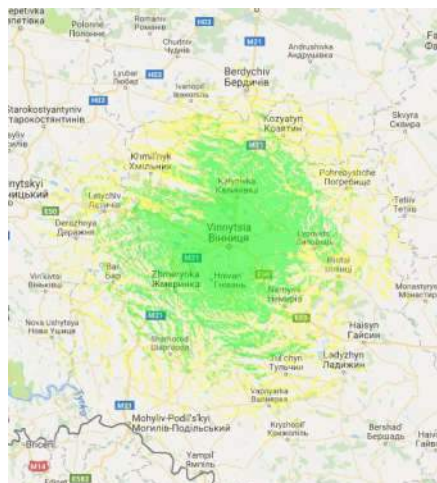


Рис. 1. Зона охоплення передавача прямого каналу двочастотного напівдуплексного ретранслятора для частоти 145,6 МГц м. Вінниця [6]

Відповідно до частотного плану розподілу IARU Reg.1 [2] загальновикличні частоти (FM calling frequency) та частоти виклику для мобільних станцій визначені як 51,51 МГц (в Україні поки не присвоєна радіоаматорам частота), 145,5 МГц, 433,5 МГц. На цих частотах проведення радіозв'язків регламентується як оперативний виклик або короткотривале QSO. Такі частоти не займаються для тривалих передач та не використовуються для місцевих зв'язків. Проте існують певні обмеження зони мобільного виклику та зони радіовиклику взагалі, виходячи із неефективних антен портативних станцій, малої потужності мобільної станції та складного рельєфу місцевості [7].

Вихід із даної ситуації – розташування на викличній частоті одночастотного напівдуплексного ретранслятору (або ехорепітеру), тобто системи автоматичного запису-відтворення мовної інформації на одній частоті. Подібна система може забезпечити значно більшу зону охоплення під час мобільного виклику за рахунок більш вигідного розташування та ефективної антени. При однаковій потужності із мобільною станцією (згідно з Регламентом, до 5 Вт) забезпечується пропорційність потужності сигналу (якості зв'язку) мобільного абонента та ретранслятора. Також до переваг даного методу слід віднести роботу прямого і зворотного каналів на одній частоті, що вдвічі зменшує загальну смугу частот такої системи, спрощення та здешевлення антенно-фідерного тракту, відсутність дуплексеру, можливість автоматичного контролю якості власної передачі. До недоліку – швидкість передачі зменшується в 2 рази, що не критично для систем мовної передачі.

Побудована розрахункова зона охоплення передавачів одночастотних напівдуплексних ретрансляторів, розташованих в м. Вінниця приведені на рис.2(а) та рис.2(б). Дані для розрахунку: потужність 5 Вт, висота передаючої антени 40 метрів, висота прийомної антени взята із урахуванням 1 метр над поверхнею Землі аналогічно до зони охоплення приведеної на рис.1.

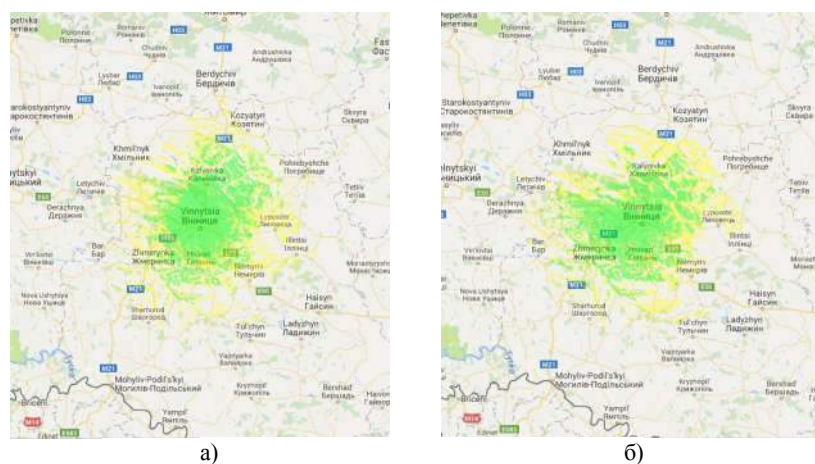


Рис. 2. Зона охоплення передавачів одночастотних напівдуплексних ретрансляторів м. Вінниця [6]:
а) частота 145,45 МГц б) частота 433,5 МГц

Зона охоплення приведена на на рис.2(а) також показує фактичну зону охоплення зворотного ка-

налу для двочастотного напівдуплексного ретранслятора, т.я. умови пропорційні. Як наслідок, в порівнянні з рис.1 охоплення буде на меншій площі, що і буде мірою зменшення якості сигналу в каналі з двочастотним поділом.

Для забезпечення зручності у користуванні такою системою, відповідності до вимог виключної частоти та керуючись умовою зрозумілості для використання час запису-відтворення в таких системах слід обирати в межах 30 сек. – 120 сек., а включення каналу робити з застосування суб-тонального ключа CTCSS [8].

Висновки

Таким чином окрім двочастотних напівдуплексних систем ретрансляторів можливо, та в деяких випадках доцільно, використання одночастотних напівдуплексних систем ретрансляції з можливістю автоконтролю якості сигналу, що в свою чергу розширить зону мобільного виклику радіоаматорських станцій та при умові пропорційності потужностей створить оптимальні умови передачі сигналу як для прямого так і для зворотного каналів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. International Amateur Radio Union – IARU [Electronic resource] – Access mode: <http://www.iaru.org>
2. Spectrum and Bandplans [Electronic resource] – Access mode: <http://iaru-r1.org/index.php/spectrum-and-band-plans> (last access: 01.03.17). – Title from the screen.
3. Регламент аматорського радіозв'язку України: затверджений рішенням НКРЗ 21.10.2010 № 475, зареєстрований Міністерством юстиції України 18.02.2011 N 205/18943 – Додаток 2. – С. 10.
4. Белов В.С. Визначення фазових станів у багатопозиційних маніпуляціях з квадратурним представленням інформації / В.С. Белов, А.С. Белов // Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах» – Хмельницький, 2013. – №3 – С. 135-138.
5. Белов В.С. Городской УКВ репитер / Владимир Сергеевич Белов // Ежемесячный массовый журнал «Радиомир КВ и УКВ». – 2006. – №4. – С. 4
6. Radioamateur repeaters in Ukraine – UR5NBC [Electronic resource] – Access mode: <http://ur5nbc.qrz.ru/?N> (last access: 01.03.17). – Title from the screen.
7. Белов В.С. Принципи організації каналів зв'язку за допомогою радіоаматорських ретрансляторів / В.С. Белов, Б.С. Савчук // «Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій та приладобудування» СПРТП-2009: Матеріали IV міжнародної науково-технічної конференції. – Вінниця, 2009. – Ч. 2. – с.94.
8. Белов В.С. Застосування сигнальних систем при організації управління в каналах радіозв'язку / В.С. Белов, Г.В. Мальована // «Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій та приладобудування» СПРТП-2009: Матеріали IV міжнародної науково-технічної конференції. – Вінниця, 2009. – Ч. 2. – с.93.

Белов Володимир Сергійович — асистент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: belov@vntu.edu.ua

Белов Сергій Іванович — радіоаматор першої категорії позивний UT5NB, навчально-науковий центр систем радіозв'язку та радіоаматорства ННЦСРР, Вінницький національний технічний університет

Belov Vladimir S. — Assistant Department of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: belov@vntu.edu.ua

Belov Sergey I. — Amateur Radio Operator First Category (HAREC-LEVEL CEPT) UT5NB, Educational and Scientific Center of Radio Communication and Radioamateurs ESCRCR, Vinnytsia National Technical University

ДЕМОДУЛЯТОР КВАДРАТУРНИХ I/Q КАНАЛІВ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто принцип дії квадратурного демодулятора, запропонована структурна схема I/Q демодулятора з децимацією, яка описана математично.

Ключові слова: демодулятор, квадратурний канал, децимація.

Abstract

Considered the principle of the quadrature demodulator proposed structural diagram I/Q demodulator with decimation, described mathematically.

Keywords: demodulator, quadrature channel, decimation..

Вступ

Цифрові сигнали в прийомному тракті для подальшої обробки повинні бути перетворені за частотою для зручності їх демодуляції [1]. Таке перетворення можна поєднати із алгоритмом децимації, що суттєво зменшить обсяг операційного часу перетворення.

Метою роботи є розроблення структури I/Q демодулятора з децимацією.

Результати дослідження

I/Q демодуляція складається з трьох основних етапів: змішування з пониженням частоти сигналу, фільтрація нижніх частот, децимація [2]. Множення з квадратний корінь з двох входить, щоб зберегти енергію в сигналі. Структура I/Q демодулятора з децимацією приведена на рис.1.

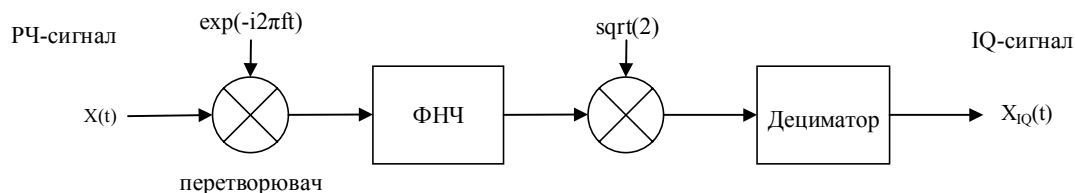


Рис. 1. Структура I/Q демодулятора

Отримане значення фактичного сигналу на виході (I/Q сигналу) буде визначатись наступною формулою:

$$X_{IQ}(t) = X_{RF} \cdot \exp(-i2\pi f_{demod} \cdot t)$$

Так як I/Q перетворення буде відбуватись в комплексній площині, загальна формула перетворення може бути записана в експоненційному вигляді.

$$\exp(-i\omega t) = \cos(-\omega t) + i \cdot \sin(-\omega t) = \cos(\omega t) - i \cdot \sin(\omega t)$$

Отриманий НЧ сигнал є сумою двох гармонійні складових сигналів із різницею фаз.

Для виділення кожної складової доцільно скористатись схемою квадратурного змішувача, приведенного на рис.2

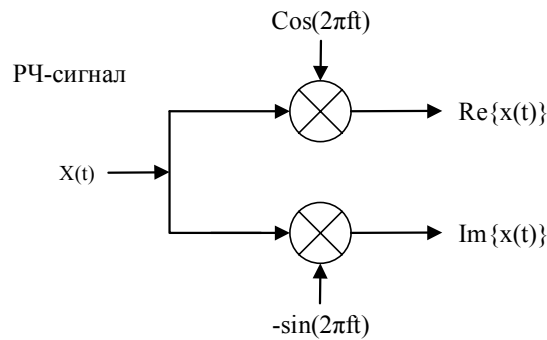


Рис. 2. Квадратурний змішувач [3]

Подальша обробка отриманих компонентів [4] можлива з використанням цифрових сигнальних процесорів апаратної або програмної реалізації.

Висновки

Отже, операція перетворення ВЧ радіосигналу з застосуванням децимації в демодуляторі не змінює енергетичний баланс сигналу, перетворення з операцією множення на комплексний вектор дозволяє виділити I та Q складові..

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кичак В.М. Реалізація універсального цифрового демодулятора на основі швидкодіючих перетворювачів / В.М. Кичак, В.С. Белов, А.С. Белов // Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах». – 2012. – №2. – С. 152-156
2. Белов В.С. Декодер складових комплексного каналу з ортогональним частотним розділенням несучих / В.С. Белов, А.С. Белов // Східно-європейський журнал передових технологій: фізико-технологічні проблеми радіотехнічних пристроїв, засобів телекомунікацій, нано- і мікроелектроніки – Харків – 2013 – том 6, № 12(66) (2013) – с. 11-14. ISSN: 1729-4061
3. Бортник Г.Г. Обробка компонент квадратурного сигналу в цифрових модуляціях. / Г.Г. Бортник, В.С. Белов, А.С. Белов // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах : матеріали XII міжнар. наук.-техн. конференції (3 – 8 червня 2013 р., м.Одеса); Одес. нац. акад. зв'язку ім. О.С. Попова. – Одеса-Хмельницький : ХНУ, 2013. – 217 с. (укр., рус., англ.)
4. Кононов С.П. Калібрування частотної шкали в панорамних вимірювачах характеристик пристроїв радіозв'язку / С.П. Кононов, Д.С. Полуденко, О.С. Полуденко, А.Л. Антонюк // Научные труды SWorld. – Выпуск 2(39). Том 4. – Иваново: Научный мир, 2015 – С. 35-45

Белов Володимир Сергійович — асистент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: belov@vntu.edu.ua

Антонюк Ганна Леонідівна — студент групи РТТ-136, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: annaantonuik@gmail.com

Полуденко Ольга Сергіївна — студент групи РТТ-136, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: raffaello43@mail.ru

Belov Vladimir S. — Assistant Department of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: belov@vntu.edu.ua

Antoniuk Anna L. — Department of Infocommunication, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Poludenko Olga S. — Department of Infocommunication, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

ФОРМУВАННЯ ОРТОГОНАЛЬНО-РОЗНЕСЕНИХ ПІДНЕСУЧИХ ПРИ OFDM

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто метод формування ортогональності піднесучих, запропонована структурна схема OFDM формувача РЧ сигналу.

Ключові слова: ортогональний, піднесуча, OFDM.

Abstract

Considered a method of forming orthogonal subcarriers proposed block diagram OFDM modulator..

Keywords: orthogonal, subcarrier, OFDM.

Вступ

Сигнал сформований методом OFDM, може бути описаний як набір близько розташованих частотноподілених піднесучих [1]. У частотній області, кожна піднесуча є спектральною складовою гармонійної функції з перекриттям бічними пелюстками сусідніх піднесучих. Це призводить до створення завад між піднесучими. Виняток становить метод ортогонального розташування частот у груповому спектрі. На ортогональних частотах, окремі піднесучі лінійно розташовуються в нульових значеннях інтерференції з іншими піднесучими. Таким чином не відбувається суттєвої інтерференції між піднесучими, що дає можливість коректно де модулювати РЧ сигнал. Приймач відновлює сигнал за допомогою кореляції відомого набору синусоїд, для того щоб відновити початковий набір бітів, які були надіслані.

Метою роботи є розроблення методу формування ортогональних несучих.

Результати дослідження

Використовувати просту реалізацію OFDM формувача [2] на основі аналогової комутації [3] можливо поєднати N синусоїдальні вхідних сигналів та сформувати метод ортогональності. Структура такого формувача приведена на рис.1.

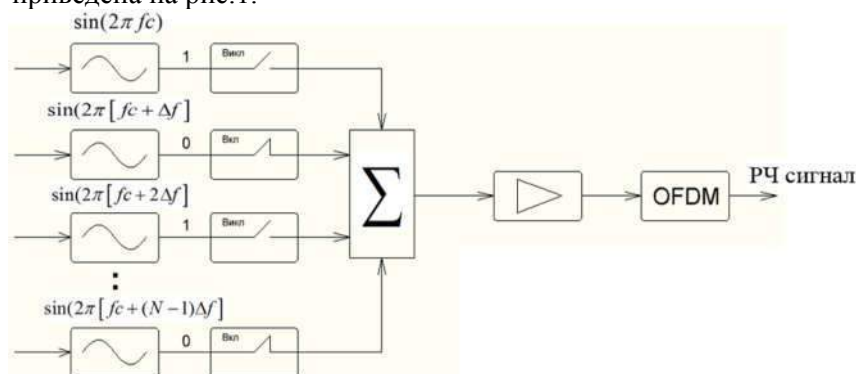


Рис. 1. Формувач OFDM

Кожна піднесуча передає один біт інформації (всього N біт), яка зазначена його наявністю або відсутністю у вихідному спектрі. Частоту кожної піднесучої вибирають так, щоб сформувати прямокут-

ний набір сигналів. Ці частоти також відомі в приймачі для відновлення сигналу [4,6]. Вихід оновлюється періодичним інтервалом з часом T , який формує період символу. Для підтримки ортогональності, T має бути взаємним для рознесених піднесучих.

Висновки

Використання ортогональних піднесучих дозволяє збільшити пропускну здатність, що призводить до збільшення спектральної ефективності. В ідеальному сигналі з OFDM [5], ортогональність запобігає завадам між піднесучими. У системах FDM, перекриття в спектрах сусідніх сигналів призводить до завад. В OFDM-системах, піднесучі будуть створювати завади, тільки якщо є втрати ортогональності. Наприклад, помилка частоти викличе зсув частоти таким чином, що спектральні нулі більше не будуть вирівняні в результаті на певних піднесучих виникнуть інтерференційні завади.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Белов В.С. Декодер складових комплексного каналу з ортогональним частотним розділенням несучих / В.С. Белов, А.С. Белов // Східно-європейський журнал передових технологій: фізико-технологічні проблеми радіотехнічних пристроїв, засобів телекомунікацій, нано- і мікроелектроніки – Харків – 2013 – том 6, № 12(66) (2013) – с. 11-14. ISSN: 1729-4061
2. Белов В.С. Оцінка завадостійкості цифрових систем зв'язку на основі Flash OFDM [Electronic resource] / В.С. Белов // XLIII регіональна науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області (електронне наукове видання матеріалів конференції). Вінниця, ВНТУ – 12-14 березня 2014 р. Режим доступу - <http://conf.vntu.edu.ua/allvntu/2014/inrtzp/otk.php> (last access: 10.03.17). – Title from the screen.
3. Кичак В.М. Реалізація універсального цифрового демодулятора на основі швидкодіючих перетворювачів / В.М. Кичак, В.С. Белов, А.С. Белов // Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах». – 2012. – №2. – С. 152-156
4. Бортник Г.Г. Обробка компонент квадратурного сигналу в цифрових модуляціях. / Г.Г. Бортник, В.С. Белов, А.С. Белов // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах : матеріали XII міжнар. наук.-техн. конференції (3 – 8 червня 2013 р., м.Одеса); Одес. нац. акад. зв'язку ім. О.С. Попова. – Одеса-Хмельницький : ХНУ, 2013. – 217 с. (укр., рус., англ.)
5. Белов В.С. Використання комбінованих типів модуляції при OFDM // В.С. Белов, А.С. Белов / Матеріали XLV Науково-технічної конференції факультету радіотехніки, зв'язку та приладобудування (2016) - КОНФЕРЕНЦІЇ ВНТУ електронні наукові видання. Режим доступу: <http://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-frtzip/all-frtzip-2016/paper/view/1243> (last access: 10.03.17). – Title from the screen.
6. Кононов С.П. Калібрування частотної шкали в панорамних вимірювачах характеристик пристроїв радіозв'язку / С.П. Кононов, Д.С. Полуденко, О.С. Полуденко, А.Л. Антонюк // Научные труды SWorld. – Выпуск 2(39). Том 4. – Иваново: Научный мир, 2015 – С. 35-45

Белов Володимир Сергійович — асистент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: belov@vntu.edu.ua

Полуденко Ольга Сергіївна — студент групи РТТ-136, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та носистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: raffaello43@mail.ru

Антонюк Ганна Леонідівна — студент групи РТТ-136, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та носистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: annaantonuik@gmail.com

Belov Vladimir S. — Assistant Department of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: belov@vntu.edu.ua

Poludenko Olga S. — Department of Infocommunication, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Antoniuk Anna L. — Department of Infocommunication, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

РАДІОАМАТОРСЬКА АВАРІЙНА СЛУЖБА (РАС): СТАН ТА ПЕРСПЕКТИВИ

¹ Вінницький національний технічний університет

² Європейська поліцейська асоціація України

Анотація

Оцінено стан та перспективи розвитку РАС в Україні, приведено частоти, які фактично використовуються та рекомендовано використання додаткових частот для взаємодії (відповідно до розподілу IARU).

Ключові слова: радіоаматорська аварійна служба, частоти, IARU.

Abstract

Reviewed by state and prospects of the ARES in Ukraine, given the frequency that actually uses subsequent to and recommended the use of additional frequencies to communicate (according to the distribution of IARU).

Keywords: amateur radio emergency service, frequency, IARU.

Вступ

Регламентом аматорського радіозв'язку України [1] (далі Регламент) для роботи в надзвичайних ситуаціях аматорським радіостанціям (АРС) РАС рекомендується використовувати такі частоти: 3649,0 кГц, 7090,0 кГц, 14292,0 кГц. Це відповідає діапазонному розподілу IARU для HF [2], проте інформації про ці частоти як національні для РАС України в списку IARU не значаться. Також Регламентом не виділені частоти на інших КХ та УКХ діапазонах, що не дає можливості для побудови взаємодії між різними службами зв'язку.

Метою роботи є узагальнення інформації по частотах КХ та УКХ діапазонів, включаючи рекомендації IARU) для подальшого використання в РАС.

Результати дослідження

Відповідно до [1], АРС України можуть бути залучені для організації радіозв'язку у надзвичайних ситуаціях та операціях із надання допомоги постраждалим від катастроф, стихійних лих відповідно до чинного законодавства України, Регламенту радіозв'язку та міжнародних угод. При цьому дозволяється передача інформації від (для) третіх осіб.

Під час надзвичайних ситуацій оператори АРС зобов'язані сприяти роботі РАС.

Згідно із рекомендаціями IARU Region 1 [2] загальними частотами для РАС є 3760,0 кГц, 7110,0 кГц, 14300,0 кГц, 18160,0 кГц, 21360,0 кГц. Регіональні частоти варіюються, проте в більшості випадків співпадають із загальноновживаними. Також зазначено, що в залежності від місцевих умов, наявності QRM та ін. [8] частоти можуть знаходитись в межах +/- 20 кГц від вказаної.

Попри те, що фактично частоти УКХ радіоаматорських діапазонів не розподілені для РАС, комітетом C5 на конференції IARU Region 1 в Sun City у 2011 році було запропоновано внести в якості частот РАС та прийняти до уваги перелік частот національних аматорських РАС організацій. Нажаль, України допоки в списку [2] немає, а отже і дискусія щодо використання таких частот триватиме.

Із основних частот, що застосовуються для організації місцевих каналів аварійного зв'язку для діапазонів УКХ можна виділити 145,5 МГц та 433,5 МГц – які є виключними для радіоаматорської служби зв'язку в IARU Region 1. Досить поширені частоти із кратними значеннями 145,45 та 433,45 МГц. Такі частоти дозволяють використовувати для РАС окремий канал зв'язку, не заважаючи виключному каналу, а також завжди мати резервну загальновідому частоту для аварійного зв'язку. Зв'язок на УКХ частотах ведеться з використанням модуляції NFM [3, 6].

Також можливо застосовувати місцеві напівдуплексні ретранслятори (репітери) [4] з частотним

рознесенням та одночастотні ехорепітери, що дасть змогу розширити зону виклику [5, 7] та передачі повідомлення службою РАС на вказаних частотах.

Висновки

Узгодження частот для ведення радіоаматорського аварійного зв'язку є важливим чинником функціонування РАС в цілому. Також важливо застосовувати загальновідомі частотні канали для організації системи аварійного зв'язку, такі як канал на частоті загального виклику 145,5 МГц, з метою спрощення доступу до них радіоаматорів під час надзвичайної ситуації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Регламент аматорського радіозв'язку України: затверджений рішенням НКРЗ 21.10.2010 № 475, зареєстрований Міністерством юстиції України 18.02.2011 N 205/18943 – п.10.
2. Emergency Centre of Activity Frequencies [Electronic resource] – Access mode: <https://www.iarur1.org/index.php/emergency-communications/emergency-communications-frequencies> (last access: 07.03.17). – Title from the screen.
3. Белов В.С. Принципи організації каналів зв'язку за допомогою радіоаматорських ретрансляторів / В.С. Белов, Б.С. Савчук // «Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій та приладобудування» СПРТП-2009: Матеріали IV міжнародної науково-технічної конференції. – Вінниця, 2009. – Ч. 2. – с.94.
4. Белов В.С. Городской УКВ репитер / Владимир Сергеевич Белов // Ежемесячный массовый журнал «Радиомир КВ и УКВ». – 2006. – №4. – С. 4
5. Radioamateur repeaters in Ukraine – UR5NBC [Electronic resource] – Access mode: <http://ur5nbc.qrz.ru/> (last access: 07.03.17). – Title from the screen.
6. Белов В.С. Аналіз спектру в діапазоні НВЧ на основі квадратурної обробки елементарних складових / В.С. Белов, А.С. Белов // Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах» – Хмельницький – 2014 – №1 – С. 83-87.
7. Белов В.С. Моніторинг систем радіозв'язку [Electronic resource] / Володимир Сергійович Белов // XL регіональна науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області 9-11 березня 2011 р.: електронне наукове видання матеріалів конференції. – ВНТУ. – 2011. – Режим доступу: <http://conf.vntu.edu.ua/allvntu/2011/inrtzp/otk.php> (last access: 14.03.17). – Title from the screen.
8. Белов В. Дослідження амплітудної характеристики пристроїв аматорського радіозв'язку / В. Белов, В. Лужанський // Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій та приладобудування (СПРТП-2011): Матеріали V міжнародної науково-технічної конференції, м.Вінниця, 19 - 21 травня 2011 р. – Вінниця: ВНТУ. – 204 с.

Белов Володимир Сергійович — асистент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: belov@vntu.edu.ua

Курилович Володимир Ігорович — радіоаматор, координатор РАС Європейської поліцейської асоціації України у Вінницькій області

Belov Vladimir S. — Assistant Department of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: belov@vntu.edu.ua

Kuruylovich Vladimir I. — Amateur Radio Operator US5NKD, coordinator of the European Police Association ARES Ukraine in Vinnitsa obl.

Формування міток з довільною частотою характернографа

Вінницький національний технічний університет

netrehabka@yandex.ru

Тел. 8-0432-59-83-58

Анотація

Представлена структурна схема формувача до характернографа за допомогою якого встановлюється міткою довільна частота свіп-генератора.

Ключові слова: свіп-генератор; опорний генератор; формувач міток; змішувач.

Abstract

Presented block diagram of generator to harakteryohrafa whereby a tag set an arbitrary frequency sweep- generator.

Keywords: sweep generator; a base generator; generator tags; mixer.

Вступ

Існуючі формувачі міток характериграфів [1]. Встановлюють на моніторах координатні мітки з відомим частотним кроком. Їх недолік є не можливість формувати мітку, яка відповідала б будь-якій частоті свіп-генератора в межах його робочого діапазону.

З метою усунення цього недоліку пропонується структурна схема формувача (рис.1).

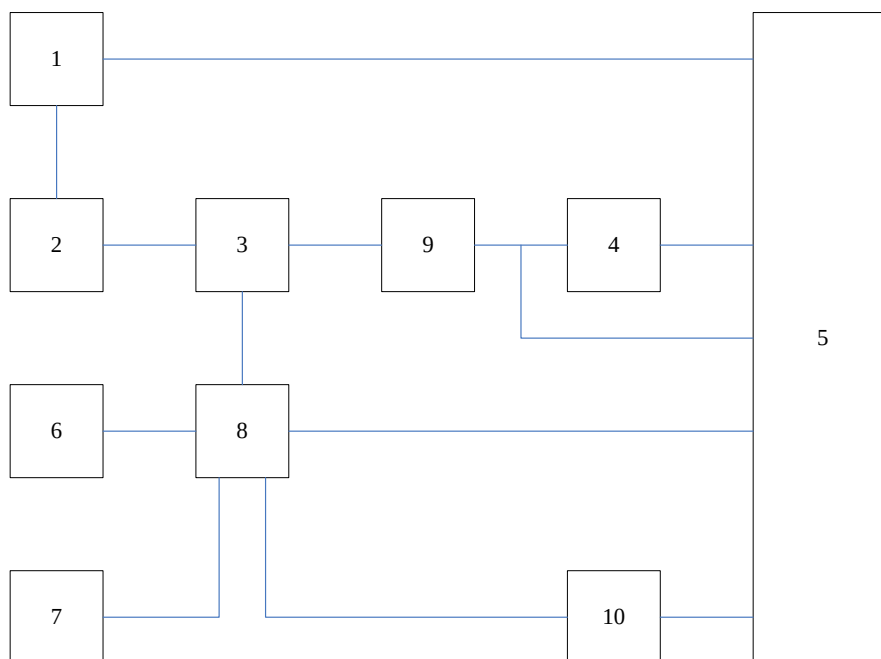


рис.1 схема формувача міток

Формувач міток складається з послідовно з'єднаних блоку перестройки 1, та свіп-генератора 2, змішувача 3, фільтра нижніх частот 9, формувача міток 4 та блоку керування та обчислення 5, а також з ключа 8, до першого входу якого приєднано перший опорний генератор 6,

до другого входу – другий опорний генератор 7, до третього входу – третій опорний генератор 10; причому вхід блоку перестройки 1 з'єднано з першим виходом блоку керування та обчислення 5, вихід ключа 8 з'єднано з другим входом змішувача 3, вихід фільтра нижніх частот 9 приєднаний до другого входу блоку керування та обчислення 5; другий вихід блоку керування та обчислення 5 з'єднано з входом керування ключем 8, четвертий вихід блоку керування та обчислення 5 з'єднано з входом третього опорного генератора 10, а третій вихід блоку керування та обчислення 5 є виходом пристрою.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Похибки визначення частоти в інформаційних системах з частотною розгорткою / С. П. Кононов, С.М. Кватернюк, С.О. Фіяло // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2001.– №6 С. 44–45.

Сергій Павлович Кононов — канд. техн. наук, доцент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет

Serhii P. Kononov — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

ІСТОРІЯ РАДІОАМАТОРСЬКОГО РУХУ НА ВІННИЧЧИНІ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено дослідження історії радіоаматорського руху на Вінничині. Знайдені згадки про перших ентузіастів радіоаматорського руху.

Ключові слова: радіоаматор, Вінничина, історія, радіо.

Abstract

Research of the history of amateur radio movement in Vinnytsia region. Found the first mention of the amateur radio enthusiasts.

Keywords: hamradio, Vinnitsa, history, radio.

Вступ

На Вінничині перші радіоаматори з'явилися у 1930 році. Таким радіоаматором був гр. Романько із м.Тульчин, який отримав позивний сигнал «5AD». Раніше під цим позивним працював гр. Долгополов із Луганська. Новий позивний «5EG» отримав Є. Скороход. У ВНТУ радіоаматорською справою почали займатися в 1972 році [4].

Метою роботи є узагальнення інформації про радіоаматорів Вінниччини.

Результати дослідження

Єпіфан Гнатович Скороход «5EG» в повоєнні часи працював телеграфістом на Вінницькому радіовузлі. Знайшлися люди, які працювали разом із Є. Скороходом в 1958-69 р.р. та пам'ятали його. Він був худорлявий, високого зросту, статний чоловік. Після звернення в ОДРТМ (радіовузл), з проханням відшукати особисту справу Є.Г. Скорохода в проханні було відмовлено. Помер Є.Г. Скороход в 1981 р. Ведучи пошук, на початку 1999 року було знайдено доньку Є.Г. Скорохода – Зою Єпіфанівну, але у зустрічі також було відмовлено. Єдина інформація що лишилась, це те, що їх сім'я у Вінницю переїхала із Білої Церкви.

Про долю Романько «5AD» нажалі нічого невідомо.

Таким чином, можемо із впевненістю зробити висновок, що першими радіоаматорами на Вінничині у довоєнний час були:

Романько – позивний сигнал «5AD», 1930 р.

Скороход Є.Г. – позивний сигнал «5EG», 1930 р.

У ВНТУ радіоаматорською справою почали займатися в 1972 році. В новозбудованому другому корпусі тодішньої філії КПІ було виділено приміщення, тобто закладено перший камінь в «фундамент» колективної радіостанції UK5NAJ. Невеликий, але дуже захоплений колектив студентів в рекордно короткі терміни збудував на власному ентузіазмі серйозний ШЕК та антени.

Тут були присутні і радіостанція РСБ-70, яку змогли взяти з кафедри радіотехніки, і саморобна радіостанція на діапазон 10 метрів з амплітудної модуляцією, зібрана Сергієм Беловим (UB5DZF нині UT5NB), та танкова зв'язкова радіостанція 10РТ Валерія Вашкевича, і багато-багато іншої апаратури. Про антенах вже й говорити не доводилося: вони говорили самі за себе.

Саме колективу-початківцю UK5NAJ, що складався з Володимира Злотника (UB5DZA), Анатолія Хомчука (UB5DZB), Сергія Белова (UB5DZF) та колективу UB5KWI, в період, коли робота з переносних станцій суворо заборонялась, вдалося провести першу в області експедицію на острів Фестивальний (Кемпа). Були проведені зв'язки з далекими станціями з Челябінська, Мурманська, Березняків. Повторити подібну експедицію на той самий острів радіоаматори Вінниці змогли лише через довгі

тридцять з гаком років, коли це вже не тільки не заборонялося, але й всіляко віталось.

Постановою уряду в січні 1974 року на базі філії КПІ був відкритий Вінницький політехнічний інститут, а разом з ним нове приміщення «колективки», що перебазувалось в район актової зали інституту, а «дельти» були закріплені на високій трубі котельні. Через деякий час змінився і позивний. Тепер в ефірі звучав новий – UB4NWJ. Станція активно працювала в ефірі, брала участь у змаганнях і підтвердженням тому стали десятки дипломів і тисячі QSL карток. А незабаром станція перебазувалась на 9-й поверх Головного навчального корпусу інституту, з даху якого в усі сторони світу дивилися шикарні «дельти» на всі діапазони. А після реформи у «колективки» змінився і позивний сигнал, який і використовується дотепер. Станція запрацювала позивним UR4NWJ.

Висновки

Таким чином маємо вихідні точки відліку розвитку радіоаматорства на Вінниччині, що дає можливість більш детально провести дослідження в цьому питанні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Белов В. Радиостанція нашого університету – одна з найстаріших «колективок» Вінниці / Володимир Белов // Імпульс: щомісячник Вінницького національного технічного університету – В.: ВНТУ, 2010. – 2010, листопад №10 (702)
2. Белов В.С. Робинзоада винницьких радіолюбителей / Владимир Сергеевич Белов // Ежемесячный массовый научно-популярный журнал «Радиомир КВ и УКВ» №10 октябрь 2004. – С.15
3. Белов В. Кожен міг побути радистом / Володимир Белов // Імпульс: щомісячник Вінницького національного технічного університету – В.: ВНТУ, 2005 - . – 2005, листопад №10 (642)
4. Белов В.С. В эфире ВНТУ! / Владимир Сергеевич Белов // Ежемесячный массовый научно-популярный журнал «Радиомир КВ и УКВ» №2 февраль 2006. – С.4
5. Белов В.С. «Крещенский test» глазами очевидца / Владимир Сергеевич Белов // Ежемесячный массовый научно-популярный журнал «Радиомир КВ и УКВ» №2 февраль 2006. – С.4
6. Белов В.С. Искусство быть радионаблюдателем / Владимир Сергеевич Белов // Ежемесячный массовый научно-популярный журнал «Радиомир КВ и УКВ» №6 июнь 2010. – С.3
7. Белов В. Студентське радіоаматорство Вінниці / Володимир Белов // Щомісячний науково-популярний журнал «Радіоаматор» №10 (204) жовтень 2010. – С.59-61

Хіхляч Микола Григорович — радіоаматор першої категорії позивний UT3NQ, навчально-науковий центр систем радіозв'язку та радіоаматорства ННЦСРР, Вінницький національний технічний університет

Белов Сергій Іванович — радіоаматор першої категорії позивний UT5NB, навчально-науковий центр систем радіозв'язку та радіоаматорства ННЦСРР, Вінницький національний технічний університет

Белов Володимир Сергійович — асистент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: belov@vntu.edu.ua

Hihlach Mykola G. — Amateur Radio Operator First Category (HAREC-LEVEL CEPT) UT3NQ, Educational and Scientific Center of Radio Communication and Radioamateurs ESCRCR, Vinnytsia National Technical University

Belov Sergey I. — Amateur Radio Operator First Category (HAREC-LEVEL CEPT) UT5NB, Educational and Scientific Center of Radio Communication and Radioamateurs ESCRCR, Vinnytsia National Technical University

Belov Vladimir S. — Assistant Department of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: belov@vntu.edu.ua

Організація та структура матриць пам'яті на базі ХСН

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто проблеми створення енергонезалежних цифрових пристроїв зберігання інформації на базі халькогенідного склоподібного напівпровідника. Запропоновано структурні схеми двовимірної та тривимірної матриці пам'яті. Вказані недоліки та переваги кожного виду матриці. Описано режим роботи тривимірної матриці, яку рекомендовано до застосування у реальних пристроях.

Ключові слова: цифрова пам'ять, халькогенідний склоподібний напівпровідник, матриці пам'яті.

Abstract

In this paper the problems of creating nonvolatile digital storage devices based on chalcogenide vitreous semiconductor are discussed. A structural scheme of two-dimensional and three-dimensional matrix of memory are offered. Advantages and disadvantages of each type of matrix are considered also. We describe three-dimensional matrix mode, which is recommended for use in real devices.

Keywords: digital memory, chalcogenide glassy semiconductor, memory matrix.

Вступ

Запам'ятовуючий матеріал комірки пам'яті (КП), що є монолітною, однорідною структурою, сформованою з халькогенідних матеріалів, що містять хімічні елементи: телур (Te), селен (Se), сурма (Sb), нікель (Ni), і германій (Ge). Використання таких хімічних елементів зводить до мінімуму радіаційну та електромагнітну залежність КП на базі халькогенідного склоподібного напівпровідника (ХСН). Такий пристрій може перемикатися між двома різними фазовими станами провідності за наносекунди у відповідь на прикладення невеликої кількості електричної енергії вимірюваної пікоджоулями. Досліди показують, що вплив жорсткого електромагнітного випромінювання наближеного до космічного практично не вносять змін до фазового стану КП. Також даний тип пам'яті дійсно енергонезалежний і може зберігати інформацію без необхідності періодичного її оновлення, як, наприклад, у flash-технології. Більш того, записана інформація зберігається навіть при відключенні живлення безпосередньо від КП на базі ХСН [1].

Метою даної праці є створення матриць доступу до цифрової енергонезалежної пам'яті на базі халькогенідного склоподібного напівпровідника.

Матриці пам'яті на базі ХСН

Як відомо [2], щоб окремі КП можна було об'єднувати у запам'ятовуючі матриці необхідно мати розв'язуючі елементи, якими найчастіше служать діодні структури чи транзистори. Найпростіший варіант виконання матричного пристрою постійної пам'яті із можливістю перезапису (РПЗП) використовуючи КП на базі ХСН має двовимірну структуру 2D [3], де у якості розв'язки використовують діоди. Принцип побудови такої матриці показаний на рисунку 1.

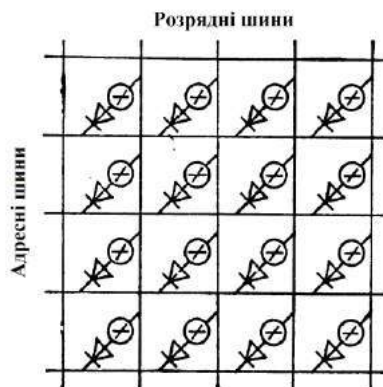


Рисунок 1 – Двовимірна матриця РПЗП 2D

Адресні шини з'єднують катоди чи аноди діодів, а розрядні шини – контакти КП. Інформаційна ємність такої матричної РПЗП розраховується за формулою 1.

$$V = N \cdot n, \quad (1)$$

де, N – число адрес, n – число розрядів.

Кількість виводів матриці відповідає кількості контактів: $l = N + n$. Очевидно, що мінімальне число l при наперед заданому числу V буде мати матриця у якій рівні сторони, тобто $N = n$, при цьому $l = 2\sqrt{N}$.

Для побудови тривимірної матриці 3D РПЗП у якості розв'язки використовується транзистор [2]. Принципова схема тривимірної РПЗП зображена на рисунку 2.

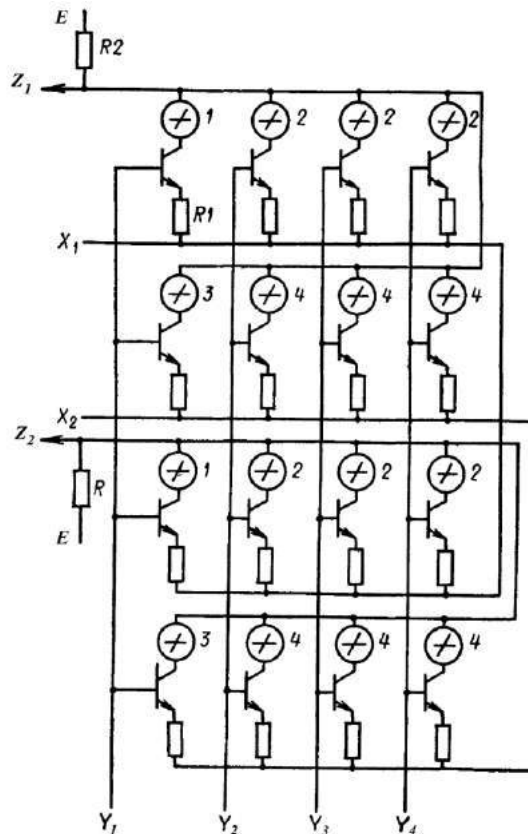


Рисунок 2 – Тривимірна матриця РПЗП 3D

Один із контактів КП підключений до колекторів транзисторів, а інший контакт – до розрядної шини. Емітери транзисторів підключені до однієї із адресних шин, а бази до іншої. В емітерному колі резистори використовуються для забезпечення режиму генератора струму. Основна відмінність 3D структури від 2D матричного РПЗП полягає в наявності двох адресних шин X і Y та однієї розрядної Z .

Загальний об'єм матриці обчислюється аналогічно до 2D структури за формулою $V = Nn$, де $N = N_x N_y$, де в свою чергу N_x – число шин по координаті X , а N_y – число шин по координаті Y . Для 3D системи: $N_x = N_y = \sqrt{N}$. Число контактів пам'яті відповідає числу виводів матриці l , де

$l = 2\sqrt{N} + n$. Мінімальне число контактів пам'яті при наперед заданому V буде мати матриця квадратної форми із однаковою кількістю шин по обох координатах: $N_x = N_y = n$. Отже, $l = 3\sqrt[3]{V}$.

Проаналізувавши вирази очевидно, що для 3D конструкції пам'яті число виводів буде значно меншим, ніж у 2D конструкції. Для зменшення числа контактів двовимірної конструкції матриці пам'яті доцільно розмішувати на кристалі останню ступінь адресних дешифраторів, які керують адресними формувачами струмів. Недоліком такого підключення є виникнення точок перегріву підкладки кристалу пам'яті у місцях концентрації шин підключення формувача адресних дешифраторів. Це

пов'язано із виділенням тепла від струму, що протікає через тонкий перехід контактів. А це в свою чергу обмежує ступінь інтеграції комірок пам'яті та їх об'єм. Тому рекомендується або зменшувати керуючі струми, або використовувати тривимірну модель матриці доступу, для якої немає точок концентрації перегріву за рахунок рівномірного розподілу тепла по всьому об'єму кристала. Також перевагою 3D моделі є спрощені вимоги до електроніки керування так, як у матриці є активні елементи, що дозволяють реалізувати останню ступінь дешифрування адреси.

Спираючись на рисунок 2 проведемо опис роботи тривимірної матриці РПЗП. На вибрану шину X та невикористану шину Y подається нульовий потенціал, а на невикористану X та вибрану Y – деяке значення напруги U . Для того, щоб записати у пам'ять логічну «1» на відповідний розрядний вивід (P_1, P_2) подається напруга запису U_z протягом часу τ_z . Режим стирання забезпечується подачею напруги U_c протягом часу τ_c . Режим зчитування забезпечується підключенням через резистор R_2 до розрядних виводів матриці джерела живлення E . Під час зчитування формувачі даних потенціалів не повинні здійснювати вплив на розрядні виводи. Доцільно розбити всі комірки пам'яті на чотири групи. Перша група КП, що позначена 1, є вибраними елементами, друга (2) – невикористані КП, третя (3) – невикористані КП, але які з'єднані із вибраною шиною, четверті (4) – решта КП. Так як у групах 2 та 3 напруга $U_{e0} = 0$, то у будь-якому режимі всі вибрані транзистори закриті. Для решти КП групи 4, що має послідовно з'єднаний резистор R_1 та перехід база-емітер підводиться від'ємна напруга U . При зчитуванні «1» із вибраної КП транзистор знаходиться у активному режимі для якого струм через R_2 визначається так: $I_{n1} \approx I_e = U/R_1$. При зчитуванні логічного «0» транзистор знаходиться у насиченому стані, тому струм I_{n0} через R_2 буде значно меншим за I_{n1} , а напруга на розрядній шині визначатиметься так: $U_{n0} = E - I_{n0}R_2$. Аналогічно при зчитуванні «1»: $U_{n1} = E - I_{n1}R_2$. Очевидно, що сигнали для зчитування «0» та «1» значно відрізняються по амплітуді. Режими запису та стирання вимагають подачі на розрядні виводи напруги $U_z \geq U + U_{n1}$ та $U_c \geq U + U_{n0}$ відповідно, де U - напруга входу транзистора, а U_{n0} та U_{n1} - напруги на КП у станах «0» та «1» відповідно. Очевидно, що при запису $U_z \approx I R_1$ та при стиранні $U_c \approx I R_1$.

Висновки

Описано роботу тривимірної матриці, яку було обрано у якості основної моделі для створення РПЗП, так як вона має ряд переваг над двовимірною моделлю. Таким чином, тривимірна матриця пам'яті забезпечує зчитування та запис для доступу до однієї КП на базі ХСН з більш високою швидкістю та можливістю паралельної обробки. Хоча для ілюстрації даного пристрою показано лише частину матриці, слід розуміти, що тривимірна модель може бути розширена до потрібних розмірів шляхом каскадування та збільшення числа КП в одному сегменті.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Слободян І.В. Швидкість програмування енергонезалежної пам'яті на базі ХСН [Електронний ресурс]: Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – 2014. – №3. – С. 1–10. – Режим доступу до статті : <http://praci.vntu.edu.ua/article/view/3753>.
2. Новосядлий С. П. Конструкторсько-технологічні особливості формування субмікронних структур адресних схем пам'яті / С. П. Новосядлий, Р. І. Запхляк // Фізика і хімія твердого тіла. – 2003. – Т.3, №4. – С. 568-582.
3. Попович А. Халькогенидная энергонезависимая память CRAM / Александр Попович // Компоненты и технологии. – 2010. – № 2 (103). – С. 52-54.

Іван Володимирович Слободян – асистент кафедри телекомунікаційних систем та телебачення, Вінницький національний технічний університет, e-mail: slobodyan.i.v@vntu.edu.ua.

Науковий керівник: **Василь Мартинович Кучак** — д-р техн. наук, професор, декан факультету інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет.

Ivan Slobodyan – Assistant of Department of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, e-mail: slobodyan.i.v@vntu.edu.ua.

Supervisor: **Vasyl Kychak** — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Dean of the Faculty infocommunications, radioelectronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

ПЕРЕДАВАЧ ЦИФРОВОГО ТЕЛЕБАЧЕННЯ СТАНДАРТУ DVB-T2

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

В роботі розроблено та досліджено передавач цифрового телебачення стандарту DVB-T2 з підвищеною швидкістю.

Ключові слова: DVB-T2, OFDM, квадратурний модулятор.

Abstract

In the article the transmitter digital television standard DVB-T2 with high speed has been developed and researched.

Keywords: DVB-T2, OFDM, quadrature modulator.

Вступ

Стандарт DVB-T2 є поліпшеним і функціонально розширеним послідовником формату DVB-T. У DVB-T2 збережені основні ідеї обробки цифрового сигналу, реалізовані в DVB-T: скремблювання, перемежовування, завадостійке кодування, тип модуляції, але при цьому кожен вид обробки даних вдосконалений і доповнений [1].

Основна частина

Основними перевагами DVB-T2 є:

- використовується технологія ортогонального частотного мультиплексування (OFDM) для розділення вхідного транспортного потоку на n цифрових підпотоків, кожен з яких модулює свою гармонійну підносійну за допомогою оберненого перетворення Фур'є. Це дозволяє зменшити значення частотного розносу між підносійними, підвищити швидкість передачі інформації і збільшити ефективність використання спектра в системі передачі з OFDM [2];
- використання таких типів кодування як кодування з низькою співвідношенням перевірок на парність (LDPC) і кодування Боуза-Чоудхурі-Хоквінгема (БЧХ) забезпечує більш стійкий сигнал і чудову якість прийому-передачі сигналу в будь-яких умовах;
- наявність таких параметрів як число несучих, тривалість захисного інтервалу і розміщення пілот-сигналів дозволяє знизити частку службової інформації для будь-якого заданого каналу передачі;
- метод «повороту сигнального сузір'я» забезпечує стійкість сигналу в поганих ефірних умовах [3].

Результати дослідження

Передавач спроектовано на основі прямої квадратурної модуляції. Її перевагами є:

- простота реалізації;
 - більший динамічний діапазон передавача в порівнянні з передавачем, виконаним з трактом перетворення частоти;
 - низький рівень споживання енергії;
 - зменшення масогабаритних показників пристрою.
- До складу такого передавача входить (рис. 1):
- DVBP - DVB процесор, який формує OFDM сигнал;
 - I/Q Mod - балансний модулятор з дуже жорсткою симетрією для придушення підносійної;
 - ЦАП - цифро-аналоговий перетворювач, перетворює дискретний потік в безперервний;
 - ФНЧ - фільтр нижніх частот;
 - ЛПП - лінійний підсилювач потужності, що підсилює сигнал до потрібного рівня на виході;

- ВФС - вихідна фільтруюча система, яка дозволяє знизити рівень побічного випромінювання;
- ДФ - додатковий фільтр, придушує позасмугових випромінювання;
- АТ – атенюатор, зменшує амплітуду чи потужність сигналу без викривлення його форми;
- АЦП – аналогово-цифровий перетворювач, перетворює безперервний потік в дискретний;
- ОГ - опорний генератор, виробляє високостабільну опорну частоту;
- БП - буферний підсилювач, забезпечує стабільність частоти опорного генератора;
- СЧ - синтезатор частот, дозволяє отримати діапазон робочих частот з деяким кроком.

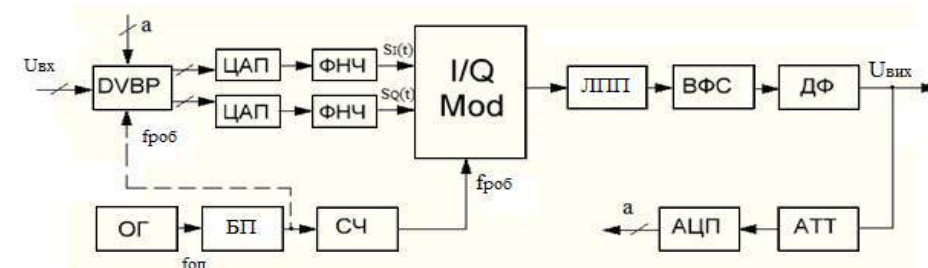


Рисунок 1 – Схема передавача на основі прямої квадратурної модуляції

Передавач працює наступним чином. На цифро-аналоговий перетворювач надходить сигнал формату ASI, де він дискретизується і подається на фільтр нижніх частот для згладження пульсацій.

Сигнал з фільтра надходить на квадратний модулятор, де сигнал модулюється за допомогою OFDM і далі передається на лінійний підсилювач потужності, що складається з каскаду попереднього підсилення і каскаду кінцевого підсилення, де сигнал підсилюється.

Після підсилення сигнал потрапляє на додатковий фільтр, побудований на трьох LC-фільтрах, де узгоджується з великим опором антени.

Для порівняння характеристики нелінійності в передавачі наявний зворотній зв'язок, до якого входить аналогово-цифровий перетворювач і атенюатор.

Висновки

Розроблено передавач цифрового телебачення стандарту DVB-T2, який завдяки використанню технічних рішень має підвищену швидкодію.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Омелянюк И. В. Цифровое эфирное телевидение К.: -2010, 148 с.
2. Серов А. "DVB_T2_цифровое телевидение второго поколения"// Журнал Теле_Спутник -2009, №7.
3. Безруков В.Н. Система передачи сигналов цифрового телевидения и данных на мобильные устройства по стандарту DVB_T2. Учебное пособие. МТУСИ. — М.,2007. — 40 с.

Олександр Борисович Білик — студент групи ТСМ-16мі, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки і наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vdvsasha2@mail.ru

Оксана Степанівна Городецька — канд. техн. наук, доцент кафедри телекомунікаційних систем та телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Науковий керівник: **Оксана Степанівна Городецька** — канд. техн. наук, доцент кафедри телекомунікаційних систем та телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Bilyk Olexandr B. — Faculty infocommunications, electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : vdvsasha2@mail.ru

Horodetska Oksana S. — Cand. Sc. (Eng), assistant professor of telecommunication systems and television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Supervisor: **Horodetska Oksana S.** — Cand. Sc. (Eng), assistant professor of telecommunication systems and television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

АНАЛІЗ ЧАСТОТНОГО РОЗПОДІЛУ В СТАНДАРТІ 4G LTE

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено аналіз частотного та діапазонного розподілу в стандартах 4G LTE з різними режимами.

Ключові слова: 4G, LTE, FDD, TDD, діапазон.

Abstract

The analysis of the frequency and band allocation in a standard 4G LTE with different modes.

Keywords: 4G, LTE, FDD, TDD, band.

Вступ

За даними GSA [1] кількість мереж стандарту LTE найближчим часом зросте до 260. Найбільш масштабні мережі (за кількістю абонентів) розгорнуті в США, Японії, Південній Кореї та Австралії. Велика частина мереж LTE працює в парному спектрі в режимі FDD (Frequency Division Duplex) [2] – частотний режим рознесення вхідного і вихідного каналу, при якому прийом і передача сигналу відбуваються на різних частотах. На сьогодні мережі LTE TDD існують в 18 країнах світу, де вже розгорнуто 23 мережі LTE, які підтримують режим TDD (Time Division Duplex) [2] – прийом і передача сигналу відбуваються на одній частоті, але з часовим розділенням. Така технологія найкраще підходить для додатків, що мають несиметричний трафік.

Метою роботи є дослідження варіантів частотних розподілів в мережах LTE з FDD та TDD.

Результати дослідження

Всього під технологію LTE виділено понад 40 частотних діапазонів, при цьому використання спектра [3] для LTE має регіональні особливості. В США найбільш популярними є діапазони 700 МГц (band 13 та band 17) та AWS (AWS band – Advanced Wireless Services band) – парні частоти в діапазонах 1710-1755 МГц (канали прийому) (поєднання діапазонів 1,7 ГГц / 2,1 ГГц), в Європейських країнах – діапазони 1800 МГц (band 3) і 2600 МГц (band 7) [4, 9], в перспективі – 800 МГц (band 20). В Японії перші запуски LTE відбулися в діапазоні 800 МГц / 850 МГц; 1,5 ГГц; 1,7 ГГц і 2,1 ГГц (в залежності від оператора); також було виділено діапазон 700 МГц (стандарт ART700) для запуску майбутніх мереж LTE.

Переформатування частот GSM для їх використання в мережах LTE, особливо в діапазоні 1800 МГц, а в деяких випадках в – 900 МГц важливе питання при розгортанні таких мереж. При цьому більшість регуляторів схвалює технологічно нейтральний підхід, при якому оператори можуть використовувати наявні у них частоти незалежно від конкретної технології.

На сьогодні найбільш поширеним в світі діапазоном залишається 1800 МГц (band 3) [5, 8] – його використовують велика кількість комерційних мереж LTE FDD. Також активно використовуються діапазони 2,6 ГГц (band 7) і 800 МГц (band 20). Розвиток LTE на частоті 1800 МГц у середньому на 60% економічніше, ніж будівництво мереж в інших високочастотних діапазонах.

Розгортання мереж в низькочастотній області спектра [6, 7] більш привабливо з точки зору витрат і оптимально підходить для покриття районів з низькою щільністю населення (передмістя і сільські райони). Низькі частоти, порівняно з високими, забезпечують істотно краще проникнення всередині будівель і більшу площу покриття, що, з одного боку, дозволяє забезпечити зв'язком великі території, а з іншого – серйозно обмежує щільність базових станцій і загострює проблему внутрішньосистемної інтерференції.

Висновки

Високочастотні діапазони добре підходять для побудови систем LTE в регіонах з високою щільні-

стю населення, де потрібні високі швидкості передачі даних. Однак якщо працювати тільки в високо-частотному діапазоні, то неминуче виникають проблеми з радіопокриттям. Фемтостільники, встановлені в місцях з високою концентрацією абонентів (або телетрафіку) та в приміщеннях, допомагають зменшити «тіньові» зони покриття. Фемтостільники необхідні для поліпшення покриття мережі на перших поверхах будинків, підвальних приміщеннях, метро, підземних переходах та на складах, а також для вирішення абонентських проблем, пов'язаних з перевантаженням мережі в години пік.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. 4G/LTE networks passes 500 milestone says GSA [Electronic resource] – Access mode: <https://gsacom.com/press-release/4glte-networks-passes-500-milestone-says-gsa/> (last access: 15.03.17). – Title from the screen.
2. Common LTE standard enabling common ecosystem [Electronic resource] – Access mode: <https://www.qualcomm.com/invention/technologies/lte/tdd> (last access: 15.03.17). – Title from the screen.
3. Белов В.С. Декодер складових комплексного каналу з ортогональним частотним розділенням несучих / В.С. Белов, А.С. Белов // Східно-європейський журнал передових технологій: фізико-технологічні проблеми радіотехнічних пристроїв, засобів телекомунікацій, нано- і мікроелектроніки – Харків – 2013 – том 6, № 12(66) (2013) – С. 11-14. ISSN: 1729-4061
4. Белов В.С. Визначення фазових станів у багатопозиційних маніпуляціях з квадратурним представленням інформації / В.С. Белов, А.С. Белов // Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах» – Хмельницький – 2013 – №3 – С. 135-138.
5. Белов В.С. Реалізація апаратного декодера мультимплексованих сигналів з ортогональним частотним поділенням / В.С. Белов, А.С. Белов // Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах» – Хмельницький – 2012. - №3. - С. 129-133
6. Кичак В.М. Оцінка впливу кількісних характеристик зміни інформаційного параметру на завадостійкість каналів зв'язку з КАМн. / В.М. Кичак, В.С. Белов, А.С. Белов // Науковий журнал «Вісник Хмельницького національного університету». – 2012. – №4. – С. 59-62
7. В.М. Кичак, В.С. Белов, А.С. Белов. Визначення бітових спотворень в каналах з прямою корекцією помилок. Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах». – 2012. - №1. - с. 121-124
8. Белов В.С. Аналіз сайтів рухомої мережі GSM-1800 / О.В. Колісник, В.С. Белов // Матеріали міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції Молодь в технічних науках: дослідження, проблеми, перспективи (МТН-2015). Україна, Вінниця, ВНТУ, 23–26 квітня 2015: тези доповідей. – 2015. – Режим доступу – http://conf.inmad.vntu.edu.ua/fm/files/kolisnikolbgaviktorivna_materials_1428656776.doc (last access: 15.03.17). – Title from the screen.
9. Белов В.С. Метод оцінки бітової помилки в UWB системах / О.С. Горобець, В.С. Белов // Матеріали міжнародної науково-практичної Інтернет-конференції Молодь в технічних науках: дослідження, проблеми, перспективи (МТН-2015). Україна, Вінниця, ВНТУ, 23–26 квітня 2015: тези доповідей. – 2015. – Режим доступу – http://conf.inmad.vntu.edu.ua/fm/files/gorobecbolenasergiiivna_materials_1428656913.doc (last access: 15.03.17). – Title from the screen.

Белов Володимир Сергійович — асистент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: belov@vntu.edu.ua

Юй Чанхао — студент групи ТКт-146, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: jxdxm19941@163.com

Belov Vladimir S. — Assistant Department of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: belov@vntu.edu.ua

Yu Changhao — Department of Infocommunication, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: jxdxm19941@163.com

ОСОБЛИВОСТІ ПЕРЕДАЧІ ТРАФІКУ ПО БЕЗПРОВІДНИХ КАНАЛАХ СТАНДАРТУ 802.11

¹ Вінницький національний технічний університет;

Анотація

В даній роботі було проведено аналіз досліджень передачі трафіку по безпроводних каналах стандарту 802.11.

Ключові слова: стандарт 802.11 Wi-Fi, швидкість передачі інформації, безпроводний канал, мультимедійний трафік, потужність сигналу, архітектурні перешкоди, інтерференційні завади.

Abstract

In this paper, was analysis studies on the traffic channel wireless 802.11.

Keywords: 802.11 standard Wi-Fi, speed data transmission, wireless channel, multimedia traffic, signal strength, architectural barriers, interference noise.

Вступ

Сьогодні однією із основних задач, які пов'язані із передачею сучасних видів трафіку є створення нових методів та засобів із використанням безпроводних мереж. Існує великий ряд факторів, які впливають на ефективність передачі трафіку у безпроводному каналі, але, як відомо, основними критеріями ефективності є швидкість передачі інформації та потужність на вході приймача [1].

Основна частина

При проектуванні безпроводних мереж, існують суттєві недоліки, до яких можна віднести великий відсоток втрат пакетів. Це впливає на ефективність передачі мультимедійного трафіку в режимі реального часу, так як він надзвичайно чутливий до таких спотворень [2]. Використовуючи для передачі безпроводні канали стандарту 802.11, як одних з найбільш поширених, можна виділити ряд особливостей.

Наявність рухомих абонентів. Процес автоматичного перемикання між точками доступу під час руху абонентського обладнання під час сеансу обміну інформацією, виникає при падінні потужності на вході приймача до рівня -70 дБм, при цьому відбувається перепідмикання до іншої точки доступу. [3] При цьому сеанс переривається на інтервал до 0,1 с, для одного рухомого абонента та до 0,5с, для двох рухомих абонентів, що в такому випадку може привести до повного порушення сеансу передачі. Також встановлено, для систем передачі у діапазонах 2.4 ГГц та 5 ГГц, кількість помилок на приймачній стороні збільшується при досягненні абонентами швидкості від 0,5 м/с і вище [4, 5].

Інтерференційні завади та архітектурні перешкоди. Високошвидкісні канали передачі стандартів 802.11х є досить чутливими до наявності архітектурних перешкод, що в такому випадку, для отримання доступу до високоякісних інфокомунікаційних послуг у реальному режимі часу, необхідно враховувати двократний запас швидкості, а при наявності завад та перешкод – не менше як трикратний [6, 7].

Кодування. Високі значення ефективної швидкості передачі досягаються за рахунок використання покращених методів кодування та використання розширення спектра каналу, але це приводить до певних обмежень у стійкості каналів до зовнішніх факторів. Таким чином, в загальному канал передачі із більшою смугою є більш стійким до інтерференційних завад та завад від багатопроменевого поширення [7, 8].

Використовуючи методи аналізу якості мультимедійного трафіку у безпроводних мережах стандарту 802.11 можна застосовувати методи просторової обробки зображень, а саме, гістограму яскравості певних вибраних кадрів до передачі та після передачі. На основі гістограм можна оцінити рівень спотворень, які вносить тракт передачі [9].

Ще один спосіб підвищення пропускної здатності каналу, що значно впливає на передачі трафіку є застосування програмно апаратних методів розпаралелювання. Одним із таких методів є технологія МІМО. Під час проведеного аналізу технології МІМО для стандарту 802.11, було встановлено, що використання одночасно декількох антен випромінювання повино збільшувати зону впевненого прийому сигналу та наявність паралельних просторових каналів дозволяє збільшувати пропускну здатність потоку інформації (для стандарту 802.11n до 600 Мб/с – чотири просторових канали, для стандарту 802.11ac до 6,77 Гб/с – вісім просторових канали) [10].

Висновки

Таким чином, щоб досягти високу ефективність швидкості передачі необхідне покращення методів кодування та використання розширеного спектра каналу. Звертати увагу на наявність завад та архітектурних перешкод.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Михалевський Д. В. Оцінка параметрів безпроводного каналу передачі інформації стандарту 802.11 Wi-Fi / Д. В. Михалевський. – Східно - Європейський журнал передових технологій. – 2014. – № 6/9 (72). – С. 22-25. DOI: 10.15587/1729-4061.2014.31666
2. Михалевський Д. В. Особливості передачі мультимедійного трафіку в безпроводних мережах / Д. В. Михалевський, Р. О. Красота, М. Д. Гузь // Радіотехнічні поля, сигнали, апарати та системи: міжнар. наук.-техн. конф.: 10- 16 березня 2014р.: – Київ, 2014. – С. 169-170.
3. Михалевський Д. В., Наугольних Є. С., Мельник В. М. Передача трафіку у мережах WI-FI при перемиканні між точками доступу Сборник научных трудов Sword. – Выпуск 3(36). Том 6. Иванова:Маркова Ад, 2014. – С.56-59
4. Михалевський Д. В. Дослідження впливу руху абонентів на ефективну швидкість передачі інформації у мережах стандарту 802.11 / Д. В. Михалевський // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2016. – №3. – С. 172 – 176.
5. Михалевський Д. В., Гузь М. Д. Дослідження впливу руху абонентів на ефективну швидкість передачі інформації у мережах стандарту WI-FI // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2015. – №. 1. – С. 195-199.
6. Михалевський Д. В. Дослідження передачі інформації в умовах суміщеного та сусіднього інтерференційного каналів для стандарту 802.11n / Д. В. Михалевський, В.В. Номировська, О.М. Постернак // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах.– 2015. – №2. – С. 155 – 159.
7. Михалевський Д. В. Передача трафіку у мережах Wi-Fi при дії інтерференційних завад / Д. В. Михалевський, М. Д. Гузь, Р. О.Красота. – Сборник научных трудов Sword. – 2014. – №4(37) Том 5. – С. 12-17.
8. Michalevskiy D. V. The research of wi-fi channel for multimedia traffic / D. V. Michalevskiy, V. E. Mondlyak, R. O. Krasota // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2014. – №2. – С. 173 – 177.
9. Михалевський Д. В. Оцінка якості мультимедійного трафіку під час перемикання між точками доступу у мережах Wi-Fi / Д. В. Михалевський, Є. С. Наугольних, В. М. Мельник // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2014. – № 3. – С. 151-155.
10. Михалевський Д. В. Особливості технології МІМО у стандарті 802.11 / Д.В. Михалевський, О.С. Городецька. – Научные труды SWorld. – Выпуск 3(44). Том 1. – 2016. – С. 49-54. DOI:10.21893/2410-6720-2016-44-1-106

Інфокомунікаційна мережа центру біомедичних досліджень

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація.

Розглянуто особливості побудови інфокомунікаційної мережі на основі оптичної системи доступу. Визначено ефективне медичне обладнання. Розглянуто особливості використання нанотехнологій в медицині.

Ключові слова: інфокомунікаційна мережа; біомедичні послуги; оптичне волокно; нанотехнології.

Abstract.

Features of information and communication network based on optical access systems. has been examined. Determined efficient medical equipment.. The features of the use of nanotechnology in medicine.

Keywords: infocommunication network; biomedical services; optical fiber; nanotechnology..

Вступ

В Україні здійснюються лише перші кроки зі створення телемедичної телекомунікаційної мережі. Цей проект дозволить медикам із різних регіонів спілкуватися між собою безпосередньо з робочого місця, що значно спрощує процес проведення медичних консилиумів, підвищення кваліфікації та обміну досвідом. Мультисервісна телекомунікаційна мережа дозволить лікарям і пацієнтам медичних закладів у режимі онлайн передавати діагностичні дані, отримувати консультацію профільного спеціаліста, збирати консилиум лікарів, брати участь у конференціях не залишаючи робочого кабінету. Все це зменшує витрати на відрядження, папір, організацію консультацій та медичної допомоги населенню віддалених регіонів та сільської місцевості.

При наданні телемедичних послуг має бути забезпечено збереження особистої, лікарської таємниці та інших таємниць, передбачених законодавством України, а також конфіденційності персональних даних. Зокрема, програмне забезпечення, що використовується для телемедичного консультування повинно забезпечувати відповідний рівень захисту інформації та її автентичність шляхом використання електронного цифрового підпису

Автоматизація інформаційної діяльності збільшує працездатність і покращує умови роботи. Переваги мережевих комп'ютерних технологій особливо очевидні при їх використанні для формування автоматизованих систем керування технологічними процесами, які працюють в режимі з безпосереднім введенням даних вимірів в комп'ютер в реальному масштабі часу.

Тому розвиток сучасного напрямку медицини, як телемедицина, є особливо актуальним і важливим для України.

Структура локальної оптичної мережі центру біомедичних послуг.

Загальна комп'ютерна мережа об'єднує декілька локальних мереж орієнтованих на обслуговування різноманітних видів роботи центру (адміністративно-господарська діяльність, кадри, приймальне відділення, комп'ютерний моніторинг пацієнтів) (рис.1).

Використання локальної волоконно-оптичної мережі дозволяє автоматизувати оформлення анестезіологічної карти та організувати «безпаперову» технологію при передачі хворого в відділення інтенсивної терапії і відмовитись від друку анестезіологічної карти в операційній.

Можливий також віддалений доступ до комп'ютерної бази анестезіологічних даних, які збирались під час операції з використання глобальної комп'ютерної мережі Internet.

Лікарі зацікавлені в тому, що створювались пакси в хмарах. Пакси – це електронна історія хвороби конкретної людини і це все зберігається в ПК [1]. Результати медичних досліджень томографії КТ і МРТ використовують значний об'єм інформації для збереження зображення томографії, який може

займати до 1Гб. Кожного року додається 10Тбайт і темпи збільшення інформації є дуже швидкими, а медичні центри не в змозі довго зберігати базу даних. Для вирішення цієї проблеми створюють спеціальні файлові сервери, що підключені до локальної інфокомунікаційної мережі (рис. 1).

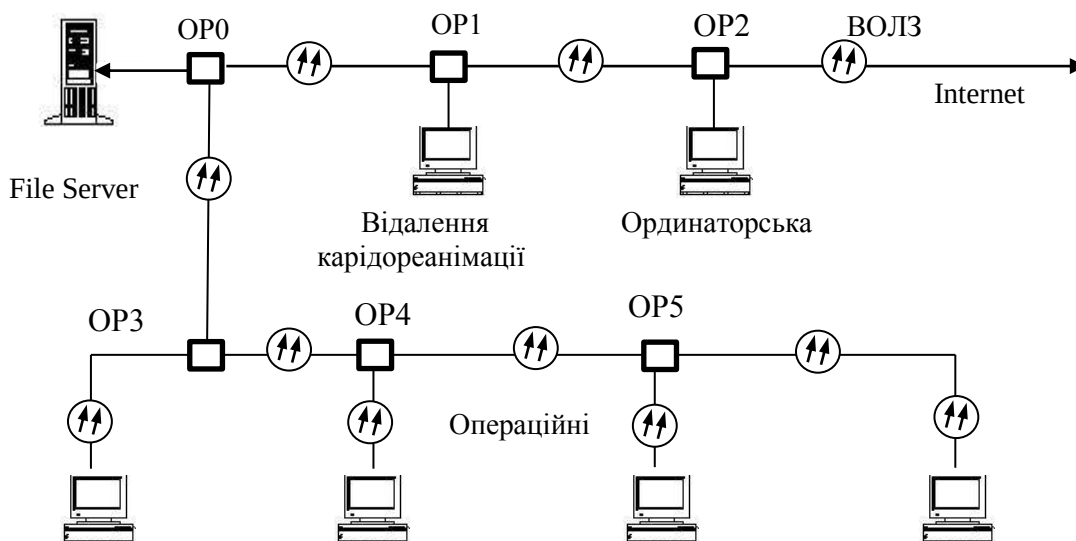


Рисунок 1 – Локальна інфокомунікаційна мережа на основі ОСД

Обладнання центру медичних послуг

Для проведення діагностики захворювання і оцінки ефективності лікувальних впливів використовують різні технічні засоби, в тому числі засоби вимірювання, які дозволяють отримати інформацію про функціональні показники людини.

Кардіомонітори є основною частиною медичних моніторних систем неперервного та довгого контролю фізіологічних параметрів організму людини. Ці системи дозволяють лікарю як безпосередньо, так і на центральному посту, спостерігати за змінами фізіологічних параметрів організму хворого в критичному стані, при цьому лікарський персонал звільняється від ручних вимірювань цих параметрів і рутинної роботи по їх обробленню і документації [1].

В комп'ютерному електроенцефалографі, сигнали з входу електронних підсилювачів через мультиплексор передаються в персональний комп'ютер, а відображення електроенцефалограм здійснюється на екрані комп'ютерного монітору. Електроенцефалографи забезпечують реєстрацію електричних коливань в діапазоні 0,5-100 Гц, які мають чутливість запису 0,3 – 1 мм/мкВ, швидкість реєстрації 5-100 мм/с, число каналів 4-24 (аналогові) і 24-128 (комп'ютерні).

Комп'ютерні електроміографи більш простіші в технічній реалізації і мають великі обчислювальні можливості, так після аналого-цифрового перетворення сигналів електронних підсилювачів в них використовується програмне оброблення електроміограм.

Основна задача клініко-діагностичних лабораторій (КДЛ) – забезпечення лікувально-діагностичного процесу об'єктивною інформацією про склад і властивості біопроб, взятих у пацієнтів. Клініко-лабораторні прилади полегшують роботу лаборанта. Такі прилади називаються автоматичними аналізаторами [2]. Результати роботи автоматичного аналізатора, що керується процесором, можуть бути передані єдиною комп'ютерною мережею будь-якого лікувально-профілактичного закладу (ЛПЗ), де є доступ до Internet мережі. Автоматизація роботи неминує веде до обладнання клінічних лабораторій обчислювальною технікою.

З появою автоматизованих лабораторних пристроїв результати аналізів стали більш доступними для широкої клінічної практики. На основі отриманих результатів сучасне програмне забезпечення аналізаторів дозволяє проводити попередню оцінку і автоматизацію процесів обробки результатів (розрахунок діагностичних важливих параметрів і співвідношень), їх ідентифікацію і архівування; підключати обладнання до загальної комп'ютерної мережі лікарні; сприяє удосконаленню системи контролю якості.

Особливості використання нанотехнологій

В останнє десятиліття виникло нове направлення в науці і технологіях – нанобіотехнологія або біомолекулярна нанотехнологія. Вивчення структур і функцій природних наноконструкцій, які існують в живій клітині необхідний етап для створення нанобіопристроїв. Нанобіотехнологія сприяє тісною кооперацією наук про живе з фізикою, хімією та інженерією.

Медичні додатки нанобіотехнології привели до появи нової галузі наномедицини. Не враховуючи створення нових лікарських форм більшість розробок йдуть по шляху конструювання наносистем, які зможуть доставляти ліки безпосередньо до органів та клітин. Медичні нанороботи є кібернетичними пристроями нанометричних розмірів, виготовлених з атомарною точністю. Медичні нанороботи можуть функціонувати в організмі людини виробляючи контролюючу корекцію молекулярних та клітинних процесів.

Наноботи або молекулярні роботи можуть брати участь в перепроєктуванні геному клітини, в зміні генів або добавленні нових для удосконалення функцій клітини. Важливим моментом є те, що такі трансформації в перспективі, можна виготовляти над клітинами живого, вже існуючого організму, змінюючи геном окремих клітин, будь-яким чином трансформувати сам організм [3]. Всі біомедичні технології базуються на широкому використанні високошвидкісних інфокомунікаційних технологій, якими є ВОСПІ.

Висновки

Отже, результати проведених досліджень показали, що стрімкий розвиток біотехнологій передбачає масове впровадження телекомунікаційного обладнання в центрах біомедичних досліджень. Для правильного проектування інфокомунікаційної мережі таких центрів необхідно дотримуватись методик оцінювання можливого потоку заявок на обслуговування в даному центрі: визначається перелік обладнання; визначається швидкість вихідного інформаційного потоку з кожного обладнання; визначається час роботи кожного обладнання; знаходиться сумарний потік, який в гіршому випадку має дорівнювати 95% пропускної здатності проектованої оптичної мережі; враховуючи масштаби біомедичного центру, виконуємо вибір лінійного обладнання (ВОЛЗ) – типи ОВ; виконується вибір стаціонарного обладнання (з урахуванням необхідних телекомунікаційних послуг: телефонія, інтернет, телебачення, сигналізація); формується остаточна структура ОМД; робиться висновок про техніко-економічний ефект та перспективи впровадження спроектованої мережі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Илясов Л. В. Биомедицинская измерительная техника / Л. В. Илясов. – Москва: "Высшая школа", 2007. – 342 с.
2. Садыкова Е. В. Аппаратура для клиничко-диагностических лабораторий / Е. В. Садыкова. – СПб: СПбГЭТУ "ЛЭТИ", 2004. – 80 с.
3. Сілаков К.І. Нанотехнології в медицині / К.І. Сілаков, Т.Т. Сілакова // Вісник НТУУ «КПІ». Серія Радіотехніка. Радіоапаратобудування. – 2012. – № 49. – с. 218

Васильківський Микола Володимирович – канд. техн. наук, доцент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com.

Куць Вікторія Йосипівна - студентка групи ТСМ-16м, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: Victoria_kuts@mail.ru

Vasylkivskyi Mikola Volodymyrovych – Ph.D., Senior lecturer of the Chair of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com.

Victoria Kuts - group TCM-16m, The Faculty of Infocommunications, Radioelectronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Victoria_kuts@mail.ru

АРХІТЕКТУРА МЕРЕЖ WI-MAX

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено аналіз архітектури мереж WI-MAX на фізичному рівні, досліджено основні складові алгоритму.

Ключові слова: мережа, фізичний рівень, алгоритм, планування.

Abstract

The analysis of network architecture WI-MAX at the physical level researched the basic components of the algorithm.

Keywords: network, physical layer, algorithm, planning.

Вступ

Станції абонентів у WI-FI мережах, які хочуть передати інформацію через точку доступу (AP) визначаються найбільшою інтенсивністю рівня сигналу на вході приймача AP. Такий підхід може викликати ситуацію, при якій зв'язок для більш віддалених станцій буде постійно обриватися на користь ближчих станцій [1]. При цьому може виникнути проблема у доступі до потокових сервісів, наприклад використання VoIP технологій [2, 5], які дуже сильно залежать від безперервного з'єднання.

Метою роботи є дослідження архітектури мереж WI-MAX та визначення її переваг.

Результати дослідження

В мережах стандарту IEEE802.16, на рівні фізичної адреси (MAC) використовується алгоритм планування. Будь користувальницької станції варто лише підключитися до точки доступу, для неї буде створено виділений слот на точці доступу, недоступний іншим користувачам.

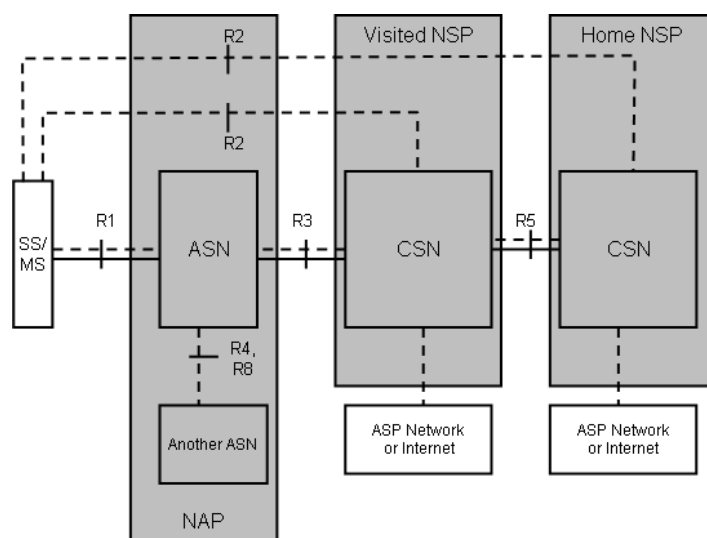


Рис. 1. Архітектура WI-MAX.

Архітектура, розроблена WiMAX Forum, визначає безліч аспектів роботи WiMAX мереж: взаємодії з іншими мережами, розподіл мережевих адрес, аутентифікація і багато іншого. На рис.1. наведено узагальнюючі дані [1, 3] про архітектуру мереж WiMAX.

Архітектура WI-MAX містить наступні складові: SS / MS: (the Subscriber Station / Mobile Station); ASN: (the Access Service Network); BS: (Base station), базова станція, частина ASN; ASN-GW: (the ASN Gateway), шлюз, частина ASN; CSN: (the Connectivity Service Network); HA: (Home Agent, частина CSN); NAP: (a Network Access Provider); NSP: (a Network Service Provider); ASN (Access Service Network) - мережа доступу. [4, 6]

ASN Gateway - призначений для об'єднання трафіку і повідомлень сигналізації від базових станцій і подальшої їх передачі в мережу CSN.

BS (Base Station) - базова станція. Основним завданням є встановлення, підтримка і роз'єднання радіосоединень. Крім того, виконує обробку сигналізації, а також розподіл ресурсів серед абонентів.

CSN (Connectivity Service Network) – мережа забезпечення послуг.

HA (Home Agent) - елемент мережі, що відповідає за можливість роумінгу. Крім того, забезпечує обмін даними між мережами [7] різних операторів.

Висновки

Таким чином, архітектура мереж WI-MAX не прив'язана до будь-якої певної конфігурації, володіє високою гнучкістю та масштабованістю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Белов В.С. Проблеми підвищення завадозахищеності в системах зв'язку LTE та WiMAX / В.С. Белов // XLIII регіональна науково-технічна конференція професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету з участю працівників науково-дослідних організацій та інженерно-технічних працівників підприємств м. Вінниці та області (електронне наукове видання матеріалів конференції). Вінниця, ВНТУ – 12-14 березня 2014 р. Режим доступу - <http://conf.vntu.edu.ua/allvntu/2014/inrtzp/otlk.php> (last access: 16.03.17). – Title from the screen.

2. VoIP An Overview of VoIP Technology, How It Works, and How To Use It [Electronic resource] – Access mode: <https://www.comrex.com/wp-content/uploads/2016/07/VoIP-and-SIP-Primer.pdf> (last access: 16.03.17). – Title from the screen.

3. WiMAX Mobile 4G [Electronic resource] – Access mode: <http://wimaxforum.org/Page/Initiatives/WiMAX-Advanced> (last access: 16.03.17). – Title from the screen.

4. Ergen M. Mobile Broadband: Including WiMAX and LTE. / Mustafa Ergen // Springer Science & Business Media, 5 apr 2009 – 513 p. ISBN 0387681922, 9780387681924

5. Белов В.С. Декодер складових комплексного каналу з ортогональним частотним розділенням несучих / В.С. Белов, А.С. Белов // Східно-європейський журнал передових технологій: фізико-технологічні проблеми радіотехнічних пристроїв, засобів телекомунікацій, нано- і мікроелектроніки – Харків – 2013 – том 6, № 12(66) (2013) – С. 11-14. ISSN: 1729-4061

6. Белов В.С. Реалізація апаратного декодера мультимплексованих сигналів з ортогональним частотним поділенням / В.С. Белов, А.С. Белов // Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах» – Хмельницький – 2012. – №3. – С. 129-133

7. Белов В.С. Аналіз спектру в діапазоні НВЧ на основі квадратурної обробки елементарних складових / В.С. Белов, А.С. Белов // Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах» – Хмельницький – 2014 – №1 – С. 83-87.

Белов Володимир Сергійович — асистент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: belov@vntu.edu.ua

Мельничук Ольга Іванівна — студент групи ТКп-14б, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наосистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: olgaolgaolga_1997@mail.ru

Belov Vladimir S. — Assistant Department of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: belov@vntu.edu.ua

Melnychuk Olga I. — Department of Infocommunication, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: olgaolgaolga_1997@mail.ru

Перспективи розвитку транспортних телекомунікаційних технологій

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація.

Розглянуто проектування гнучко керованих оптичних транспортних систем та мереж на основі DWDM.

Ключові слова: швидкість передачі даних, мережа, телекомунікації, оптичні технології.

Abstract.

Considered design flexibly managed optical transport systems and networks based on DWDM.

Keywords: data rate, network, telecommunications, optical technology.

Вступ

Для планування та проектування оптичних мереж з терабітними та петабітними швидкостями повинна бути створена нова методологія з врахування відкриття нових можливостей побудови мережових багаторівневих архітектур і їх гнучкого керування по всіх рівнях ієрархії.

Розвиток даної методології є актуальним тому, що надасть можливість застосовувати гнучке волоконно-оптичне транспортне обладнання з швидкостями передачі від 10 Гбіт/с до 1 Тбіт/с.

Основна частина

Побудова оптичних каналів зі швидкісними режимами понад 100 Гбіт/с будується на основі використання flex grid, EON подібних технологій. Проведено ряд досліджень щодо проектування оптичних каналів з форматами QPSK, 16QAM, 32QAM, 64QAM, які дозволяють зробити числові оцінки максимально можливої довжини ВОЛТ з швидкістю інформаційних потоків від 10 до 400 Гбіт/с у форматі PM-OFDM з урахуванням бітової швидкості (BR, Bit Rate) на кожній підносійній. Знання принципів побудови оптичного каналу дозволяє визначити можливий маршрут для організації з'єднання з заданою пропускну здатністю в інтересах клієнта оптичної транспортної мережі. Оцінювання максимальних довжин високошвидкісних ВОЛТ необхідно виконувати з врахуванням допустимого коефіцієнту помилок, бітової швидкості, формату кодування і спектральної ефективності PM-OFDM транспондерів, (рис.1.)[1].



Рисунок 1– Відстань організації оптичних каналів з врахуванням спектральної активності і бітової швидкості

Результати експериментальних досліджень, представлені на рис. 2. [1].

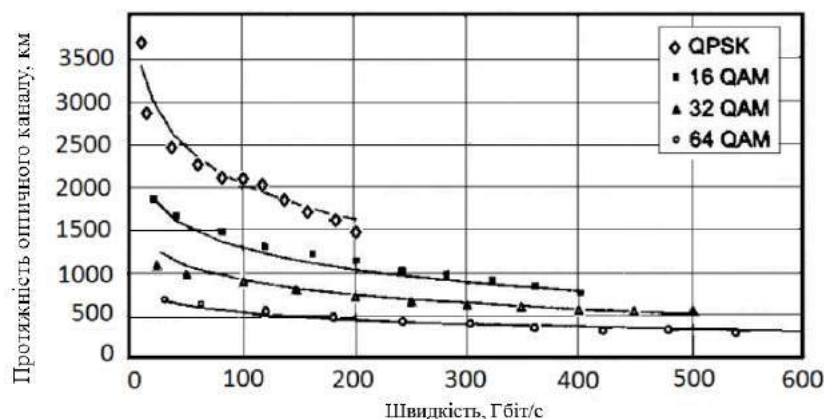


Рисунок 2– Відстань організації оптичних каналів з врахуванням формату модуляції і бітової швидкості

Застосування топології flex grid (стандарт ITU-T G.694.1) дозволить будувати оптичні транспортні мережі, в яких новим вирішенням буде гнучке розподілення ресурсів оптичних секцій мультимплексування і смуг пропускання окремих каналів з широкою зміною швидкостей передачі (10 Гбіт/с до 1 Тбіт/с) (рис.3.) [1].

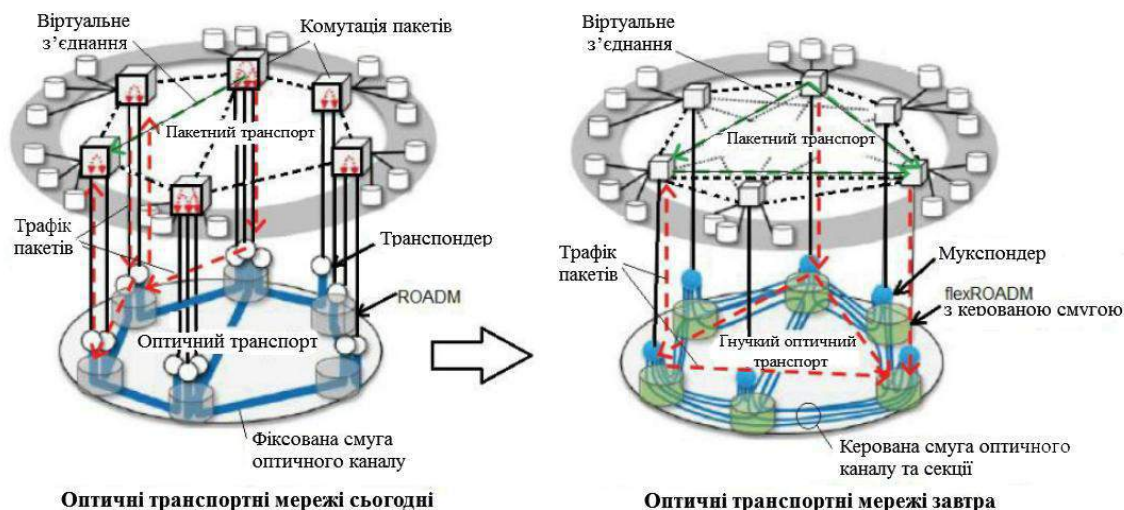


Рисунок 3– Функції оптичних транспортних мереж при використанні технології flex grid

Висновки

Проектування оптичних систем і мереж з терабітними/петабітовими швидкостями є складним і багато в чому недостатньо вивченим завданням, в умовах якого повинні прописуватися можливості за гнучким розподілом трафіку в керовані канали та секції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Фокин В.Г. Ибрагимов Р.З. Оптические системы с терабитными и петабитными скоростями передачи— М. : Федеральное агентство связи, 2016. — 162 с.

Васильківський Микола Володимирович - канд. техн. наук, доцент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com.

Кирилюк Сергій Олександрович – студент групи ТКТ-16мс, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: kso.1996@mail.ru.

Клімов Олександр Сергійович - студент групи ТКТ-16мс, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: sashava103@gmail.com.

Vasylkivskyi Mikola Volodymyrovych – Ph.D., Senior lecturer of the Chair of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com.

Kyrylyuk Serhii - group TKT-16ms, The Faculty of Infocommunications, Radioelectronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: kso.1996@mail.ru.

Klimov Olexander group TKT-16ms, The Faculty of Infocommunications, Radioelectronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: sashava103@gmail.com.

ОПТИМІЗАЦІЯ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ МОБІЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ ПРИ РОБОТІ В МЕРЕЖАХ СТАНДАРТУ 802.11

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Розглянуто можливості оптимізації енергоспоживання мобільних пристроїв при роботі в мережах стандарту 802.11. Запропонований підхід покращує стандартні процедури взаємодії з Wi-Fi мережами з позиції енергозбереження.

Ключові слова: безпроводні Wi-Fi мережі, енергоспоживання, мобільні пристрої, Android.

Abstract

The possibilities of optimizing the energy efficiency of mobile devices, the use of wireless 802.11 networks. The proposed approach improves the standard procedures of interaction with the Wi-Fi networks from the perspective of energy conservation.

Keywords: wireless Wi-Fi network, energy, mobile devices, Android.

Вступ

Сьогодні однією з найважливіших характеристик будь-якого мобільного пристрою є час його роботи без підзарядки. Не є виключенням і пристрої на основі операційної системи (ОС) Android. Енергоспоживання мобільних пристроїв залежить від безлічі різних факторів: від версії ОС, набору запущених програм, режиму роботи та ін. Наприклад, енергоспоживання мобільних пристроїв при роботі в мережах стандарту 802.11 значно збільшується в порівнянні з автономним [1].

Метою роботи є дослідження можливості програмної оптимізації енергоспоживання мобільних пристроїв при роботі в мережах стандарту 802.11. Оптимізувати програмне забезпечення набагато дешевше, ніж вкладати значні кошти на розробку нових акумуляторних батарей або процесорів з використанням новітніх технологій виробництва [1, 2].

Результати дослідження

Методи зниження енергоспоживання поділяються на апаратні, програмні та комбіновані. Апаратні методи зазвичай використовуються виробниками мікропроцесорів та інших компонентів мобільних пристроїв [1]. Оптимізовані компоненти забезпечують менше споживання енергії та надають базовий вигаш у їх використанні в мобільних платформах.

Існує багато ефективних розробок комбінованих і програмних методів зниження енергоспоживання [1, 2]. Більшість з цих методів орієнтовані на оптимізацію безпроводних комунікацій, які зазвичай споживають значну кількість енергії батареї мобільного пристрою [1].

Розглянемо стандартну процедуру пошуку доступних бездротових Wi-Fi мереж.

Відповідно до стандартної процедури роботи з безпроводними мережами в пристроях на основі ОС Android, користувач, вибираючи відповідний пункт меню, проводить налаштування безпроводних Wi-Fi мереж. Пристрій автоматично починає шукати наявні мережі в радіусі дії. Після виконання пошуку доступних мереж, вони виводяться у вигляді списку на екран. У разі, якщо знайдена "краща" або "збережена" мережа, то пристрій автоматично підключається до неї. "Збереженою" Wi-Fi мережею, в пристроях на базі ОС Android, є кожна мережа, підключення до якої вже здійснювалося з цього мобільного пристрою. Кращою є мережа з найкращим сигналом зі списку запам'ятованих.

Список доступних мереж в радіусі дії оновлюється через певні інтервали часу. При цьому тривалість інтервалу залежить від версії ОС мобільного пристрою і лежить в діапазоні від часток секунди до декількох секунд. Тим самим, виконання сканування мережі [3, 5] відбувається циклічно з заданим періодом часу. Якщо користувач вибирає зі списку представлених іншу мережу, то

проводиться автоматичне підключення до цієї мережі.

Слід звернути увагу на те, що користувач завжди має можливість практично безперервно спостерігати оновлений список доступних мереж. Подібний циклічний, нескінченний пошук доступних мереж зроблений для реалізації можливості швидкого переключення користувача від однієї мережі до іншої, при цьому ігнорується факт, що кожен пошук є досить енерговитратним. Необхідно зауважити, що зазначена можливість не є так часто затребуваною, а комфортний для користувача час переключення в звичайних режимах складає близько кількох секунд.

Дослідження енергоспоживання при циклічному пошуку доступних мереж здійснюється на базі моделі Рассела [1]. Метою цієї моделі є знаходження середньої потужності процесора за цикл разом з часом виконання програми, добуток цих двох величин і є загальною енергією, що споживає програма. Модель енергії наводиться такою формулою:

$$E = \int_{t_0}^{t_0+T} P(t)dt, \quad (1)$$

де T – час виконання програми, $P(t)$ – миттєва потужність, t_0 – час початку виконання програми.

При цьому, середня потужність визначається за формулою:

$$P_{cp} = \frac{1}{T} \int_{t_0}^{t_0+T} P(t)dt, \quad (2)$$

Згідно формул (1, 2), енергоспоживання визначається так:

$$E = T \cdot P_{cp}.$$

Ця модель є простою в реалізації та не потребує довготривалих експериментів.

На підставі вищевикладеного, представляється розумним з точки зору енергозбереження використовувати наступну процедуру пошуку та підключення до бездротової Wi-Fi мережі мобільного пристрою. На початковому етапі проводиться пошук доступних бездротових мереж в радіусі дії. Надалі користувач завжди має можливість вибору мережі зі списку. Після підключення до обраної користувачем мережі циклічний пошук інших мереж більше не потрібен до того моменту, поки цього не побажає користувач.

Так як в більшості випадків розробка програмного забезпечення для мобільних пристроїв на основі ОС Android проводиться на мові програмування високого рівня JAVA, то реалізацію зазначеної процедури доцільно виконувати саме на цій мові [2].

Висновки

Використання наявних інструментів та методів розробники додатків для мобільних пристроїв дає можливість зменшити енергоспоживання та оптимізувати код додатку для підтримання стандартів ОС Android. Такий підхід дозволить зменшити енергоспоживання мобільних пристроїв при роботі з Wi-Fi мережею.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Стась Д. В. Програмні засоби оцінки енергозбереження мобільних пристроїв [Електронний ресурс] / Д. В. Стась // Моделювання та інформаційні технології. – 2014. – Вип. 71. – С. 44-49. – Режим доступу: http://nbuv.gov.ua/UJRN/Mtit_2014_71_7 (last access: 16.03.17). – Title from the screen.
2. Герберт Шилдт / Полный справочник по Java. Java SE™ 6 Edition / Шилдт Герберт. – М. : Издательский дом "Вильямс", 2007. – 1040 с.
3. Белов В.С. Аналіз спектру в діапазоні НВЧ на основі квадратурної обробки елементарних складових / В.С. Белов, А.С. Белов // Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах» – Хмельницький – 2014 – №1 – С. 83-87.
4. Кичак В.М. Реалізація універсального цифрового демодулятора на основі швидкодіючих перетворювачів / В.М. Кичак, В.С. Белов, А.С. Белов // Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах». – 2012. - №2.- С. 152-156
5. Белов В.С. Обробка складових частотно-мультиплексованих сигналів з фазовою маніпуляцією / Белов В.С., Белов А.С. // Фізико-технологічні проблеми радіотехнічних пристроїв, засобів телекомунікацій, нано- та мікроелектроніки: Матеріали III-ої міжнародної науково-практичної конференції. – Чернівці., 2013. – 198 с.

Погребняк Олександр Іванович – студент групи ТК_Т-14б, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail : ivanovuch-97@mail.ru

Бєлов Володимир Сергійович – асистент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця.

Pogrebnyak Alexander I. – student of groupTK_Т-14b, Faculty infocommunications, electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : ivanovuch-97@mail.ru

Belov Vladimir S. — Assistant Department of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: belov@vntu.edu.ua

ЕВОЛЮЦІЯ СТАНДАРТІВ IEEE802.11x

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Показана необхідність впровадження мережі бездротового зв'язку на основі стандарту Wi-Fi (IEEE-802.11n), також представлені характеристики стандарту та відмінність його від інших стандартів.

Ключові слова: бездротові мережі, стандарти Wi-Fi (IEEE802.11n)

Abstract

In the article there shows of the necessity of implementing wireless networks based on the standard Wi-Fi (IEEE-802.11n), are also specifications of the standard and its difference from other standards..

Keywords: wireless network, standard Wi-Fi (IEEE802.11n)

Вступ

Бездротові мережі передачі даних заповнили майже всі сфери нашого життя, дозволяючи більш комфортно користуватися їх можливостями. Враховуючи необхідність в обміні інформацією («хто володіє інформацією, той володіє світом»), постійно вдосконалюються нові стандарти зв'язку. Такий розвиток дозволяє отримувати все більші швидкості з'єднання, більший радіус дії і різні технології захисту. Тому для подальшого розвитку систем бездротового зв'язку стандарту 802.11x необхідно проаналізувати існуючі сімейства для визначення найперспективніших з них для подальшого вдосконалення [1].

Результати дослідження

Стандарт IEEE 802.11 постійно вдосконалювався, а тому зараз існує сімейство, до якого відносять специфікації IEEE 802.11 з буквеними індексами a, b, c, d, e, g, h, i, j, k, l, m, n, o, p, q, r, s, u, v, w. Однак тільки п'ять з них (a, b, g, i та n) є основними й користуються найбільшою популярністю у виробників устаткування, інші ж являють собою доповнення, удосконалення або виправлення прийнятих специфікацій.

На сьогоднішній день на практиці, як було вже сказано, найчастіше використовують п'ять стандартів – це: 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11i та 802.11n [2]. Відрізняються ці стандарти як максимально можливою швидкістю передачі даних, рівнем безпеки та захисту інформаційних ресурсів так і радіусом дії [4, 5].

Табл. 1. Порівняння основних стандартів Wi-Fi

Стандарт	802.11b	802.11a	802.11g	802.11i	802.11n
Діапазон частот, ГГц	2.4-2.483	5.15-5.25 5.67-5.85	2.4-2.483	2.4-5	2.4-5.85
Кількість абонентів на канал	10	50	50	до 100	більше 100
Макс. швидкість обміну даними	11Мбіт/с	54Мбіт/с	54Мбіт/с	125Мбіт/с	600 Мбіт/с
Рівень безпеки	низький	низький	високий	високий	високий
Дальність дії, м	20-100	10-20	20-50	50м	100-150м

Стандарт 802.11n підвищує швидкість передачі даних практично вчетверо в порівнянні з пристроями стандартів 802.11g (максимальна швидкість яких дорівнює 54 Мбіт/с або близько 20 Мбіт/с), за умови використання в режимі 802.11n з іншими пристроями 802.11n. Теоретично 802.11n здатний забезпечити швидкість передачі даних до 600 Мбіт/с, застосовуючи передачу даних відразу за чотирма антенами. Однією антеною - до 150 Мбіт/с [6, 7]. Пристрої 802.11n працюють в діапазонах 2,4-2,5 або 5,0 ГГц. Крім того, пристрої 802.11n можуть працювати в трьох режимах:

- успадкований (Legacy), в якому забезпечується підтримка пристроїв 802.11b/g/a;

- змішаному (Mixed), в якому підтримуються пристрої 802.11b/g/a/n;
- «чистому» режимі - 802.11n (саме в цьому режимі і можна скористатися перевагами підвищеної швидкості і збільшеною дальністю передачі даних, забезпечуваними стандартом 802.11n).

Чорнову версію стандарту 802.11n (DRAFT 2.0) підтримують багато сучасних мережевих пристроїв.

Підсумкова версія стандарту (DRAFT 11.0) забезпечує: швидкість до 300 Мбіт/с; багатоканальний вхід/вихід, відомий як MIMO; більше покриття. Станом на сьогодні, більшість сучасних пристроїв підтримують даний стандарт.

Висновки

Найбільш перспективнішим є стандарт 802.11n який забезпечує швидкість передачі даних 600 Мбіт/с, дальність дій 100-150м і максимальну безпеку даних. Дослідження показує, що Wi-Fi мережі стандарту 802.11 буде ставати доступнішим, безпечнішим з подальшим масовим використанням в різних портативних пристроях.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Михалевський Д.В. Оцінка параметрів безпроводного каналу передачі інформації стандарту 802.11 Wi-Fi/ Д.В. Михалевський - Східно Європейський журнал передових технологій-2014-№6/6 (72).-с.22-25
2. Джон Росс. Wi-Fi. Беспроводные сети. Установка. Конфигурирование. – СПб.:ИТ Пресс, – 2006.
3. Педжман Р., Джонатан Л. Основы построения беспроводных локальных сетей стандарта 802.11. – СПб.:Вильямс, 2004 -302 с.
4. Кичак В.М. Визначення бітових спотворень в каналах з прямою корекцією помилок / В.М. Кичак, В.С. Белов, А.С. Белов // Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах». – 2012. - №1.- с. 121-124
5. Кичак В.М. Оцінка впливу кількісних характеристик зміни інформаційного параметру на завадостійкість каналів зв'язку з КАМн /В.М. Кичак, В.С. Белов, А.С. Белов.//Науковий журнал «Вісник Хмельницького національного університету». – 2012. - №4.- с. 59-62
6. Белов В.С. Реалізація апаратного декодера мультимплексованих сигналів з ортогональним частотним поділенням / В.С. Белов, А.С. Белов // Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах» – Хмельницький – 2012. - №3.- с. 129-133
7. Белов В.С. Обработка складових частотно-мультимплексованих сигналів з фазовою маніпуляцією / Белов В.С., Белов А.С. // Фізико-технологічні проблеми радіотехнічних пристроїв, засобів телекомунікацій, нано- та мікроелектроніки: Матеріали III-ої міжнародної науково-практичної конференції. – Чернівці., 2013. – 198 с.

Палагнюк Дмитро Михайлович – студент групи ТКТ-146, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail : skorpio.d@mail.ru

Белов Володимир Сергійович – асистент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницького національного технічного університету, м. Вінниця, e-mail: belov@vntu.edu.ua

Palahniuk Dmytro M. – student of Faculty infocommunications, electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: skorpio.d@mail.ru

Vladimir Belov S. – assistant at the Department of Telecommunication System and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: belov@vntu.edu.ua

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ СУЧАСНИХ СТАНДАРТІВ БЕЗ- ПРОВОДОВИХ МЕРЕЖ ДОСТУПУ З ТЕХНОЛОГІЄЮ МІМО

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано сучасні стандарти мереж Wi-Fi (специфікації IEEE802.11). Виділено п'ять базових стандартів та проведено їх дослідження.

Ключові слова: стандарт, 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11i, 802.11n.

Abstract

The analysis the current standards of network Wi-Fi (specification IEEE802.11). Allocated five basic standards and conducted their research.

Keywords: standard 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11i, 802.11n.

Вступ

На сьогоднішній день збільшення кількості користувачів інформаційних систем та їх інформаційних потоків, ставить гостру необхідність в впровадженні бездротових мереж Wi-Fi. Кількість користувачів бездротового зв'язку зростає з кожним днем, що призводить до збільшення вимог до якості та безпеки W-fi- мереж і ставить нові завдання перед розробниками обладнання бездротового зв'язку. Це приводить до покращення існуючих та створення нових стандартів бездротового зв'язку. На сьогоднішній день серед усіх існуючих стандартів передачі найактуальнішими є група стандартів IEEE 802.11. Група дослідників IEEE 802.11 розвивається дуже активно і сьогодні включає в себе 11 підгруп, відповідальних за розробку специфічних проблем, пов'язаних з оптимізацією фізичного рівня, удосконаленнями MAC-рівня, інформаційною безпекою та сумісністю устаткування від різних виробників [1].

Метою роботи є проведення порівняльного аналізу сучасних стандартів організації та побудови захищених Wi-Fi мереж. На сьогоднішній день на практиці найчастіше використовують п'ять стандартів – це: 802.11a, 802.11b, 802.11g, 802.11i та 802.11n. Відрізняються ці стандарти як максимально можливою швидкістю передачі даних, рівнем безпеки та захисту інформаційних ресурсів та ін.

Результати дослідження

Стандарт 802.11a. Стандарт бездротових мереж, заснований на передачі даних в діапазоні 5 ГГц, що складається з двох частотних смуг загальною шириною 300 МГц [2]. Перша полоса 5,15-5,35 ГГц, друга – 5,725-5,825 ГГц. При цьому перша смуга розділена на дві по 100-МГц частини. Таким чином, для передачі використовується три смуги по 100-МГц, які не перекриваються. Кожна з трьох смуг передбачає різні обмеження на потужність: 50 мВт в "нижньому", 250 мВт в "середньому" та до 1 Вт у «верхньому» діапазоні частот. Максимальна швидкість передачі даних становить 54 Мбіт/с. У більш поганих умовах (наприклад при наявності перешкод або сильно зашумлених середовищі), передача даних може здійснюватися із швидкістю 48, 36, 24, 18, 12 і 6 Мбіт/с. Для роботи одночасно доступно до 12 каналів. Є можливість одночасного використання двох каналів, швидкість при цьому подвоюється.

Стандарт 802.11b. Стандарт для бездротової передачі даних, який працює в діапазоні від 2,4 до 2,483 ГГц (полоса частот, яку займає - 83,5 МГц). Весь діапазон розділений на три незалежні канали, тобто на одній території, не впливаючи на роботу один одного, можуть працювати три бездротові мережі. У цьому стандарті передбачено 2 види модуляції - DSSS и FHSS. Всі продукти, які працюють за стандартом 802.11b, проходять сертифікацію міжнародною організацією WECA (Wireless Ethernet Compatibility Alliance), більш відому як Wi-Fi Alliance. Максимальна швидкість передачі даних - 11

Мбіт/сек. Протягом досить тривалого періоду цей стандарт активно використовувався для побудови бездротових мереж [3], але незабаром його замінив більш прогресивний стандарт G. Для роботи доступно 13 каналів (одночасно до 3). Основна перевага 801.11b - загальна доступність та низька ціна. Недоліки стандарту 802.11b, такі як низька швидкість передачі даних (практично в 9 разів менше, ніж швидкість в мережі 100Base-TX) і використання радіочастоти, що збігається з частотою радіовипромінювання деяких побутових пристроїв [7]. Для захисту використовується протокол WEP, який охарактеризував себе не з кращого боку і був зламаний кілька років тому [1-4].

Стандарт 802.11g. Стандарт, що працює в діапазоні 2,4-2.483 ГГц. Був затверджений в 2003 році. Максимальна швидкість передачі даних - 54 Мбіт/с, що в рази більше максимальної швидкості його попередника. Він, як і стандарт b, розділений на три незалежні канали, що дозволяє працювати трьома бездротовими мережами на одній території. Для збільшення швидкості обміну даними в цьому стандарті використовується метод модуляції з ортогональним частотним мультиплексуванням (OFDM), а також метод двійкового пакетного згорткового кодування (PBCC) [5, 6]. Потужність пристроїв даного стандарту складає 10-100 мВт Основні переваги цього стандарту - більш низьке споживання енергії, висока пропускна здатність і дальність дії. Даний стандарт підтримує використання протоколів шифрування WPA і WPA2, які надають набагато більш високий рівень захисту, ніж протокол WEP, який використовується в стандарті 802.11b.

Стандарт 802.11i. Стандарт, який усуває недоліки в області безпеки попередніх стандартів. Він вирішує проблему захисту даних каналного рівня і дозволяє створювати безпечні бездротові мережі практично будь-якого масштабу. Був розроблений в 2004 році. Дозволяє досягти швидкості до 125Мб/с на відстані до 50 метрів. В даному випадку безпосередньо в сам стандарт вбудована підтримка технологій, таких як True MIMO і WPA2. Основною перевагою даного стандарту над попередниками є суттєве підвищення рівня безпеки, за рахунок використання протоколу WPA2. Стандарт отримав новий алгоритм шифрування СМР (для шифрування – AES), покращення аутентифікації (заміна оригінальної схеми аутентифікації протоколом IEEE 802.1X, який припускає, що для отримання авторизованого доступу до мережі користувач повинен пройти аутентифікацію на сервері), була включена можливість повторного використання ключів шифрування (тепер для будь-якої передачі даних потрібна аутентифікація; при кожному підключенні до точки створюється новий сеансовий ключ).

Стандарт 802.11n. Цей стандарт був прийнятий 11 вересня 2009. Стандарт 802.11n підвищує швидкість передачі даних практично вчетверо в порівнянні з пристроями стандартів 802.11g (максимальна швидкість яких дорівнює 54 Мбіт/с), за умови використання в режимі 802.11n з іншими пристроями 802.11n. Теоретично 802.11n здатний забезпечити швидкість передачі даних до 480 Мбіт/с. Пристрої 802.11n працюють в діапазонах 2,4-2,5 або 5,0 ГГц. Крім того, пристрої 802.11n можуть працювати в трьох режимах: Legasy, в якому забезпечується підтримка пристроїв 802.11b/g і 802.11a; Mixed, в якому підтримуються пристрої 802.11b / g, 802.11a і 802.11n; «Чистому» режимі - 802.11n (саме в цьому режимі і можна скористатися перевагами підвищеної швидкості і збільшеною дальністю передачі даних, забезпечуваними стандартом 802.11n). Більшість сучасних мережевих пристроїв використовують спрощену версію стандарту, яка не дозволяє скористатися всіма його перевагами. Підсумкова версія стандарту, яка була прийнята 11 вересня 2009 року, забезпечує швидкість до 600 Мбіт/с, багатоканальний вхід / вихід, відомий, як MIMO і більшу площу покриття. Серед інших технічних особливостей стандарту можна виділити здвоєні частотні канали та об'єднання пакетів даних (збільшує ефективність використання частотних каналів, поміщаючи декілька пакетів з даними додатків в один кадр, що передається радіопередавачем).

Порівняльний аналіз безпроводових мереж доступу з MIMO наведено в табл.1.

Табл. 1. Порівняння основних стандартів безпроводових мереж доступу з MIMO.

Стандарт	802.11a	802.11b	802.11g	802.11i	802.11n
Діапазон частот, ГГц	5.15-5.25 5.67-5.85	2.4-2.483	2.4-2.483	2.4-5	2.4-5.85
Кількість абонентів на канал	50	10	50	до 100	більше 100
Макс. швидкість обміну даними	54Мбіт/с	11Мбіт/с	54Мбіт/с	125Мбіт/с	600 Мбіт/с

Висновки

Таким чином, кардинальні зміни в області забезпечення інформаційної безпеки розпочалися з появи стандарту IEEE 802.11i, в якому реалізовано нові технології такі як True MIMO і WPA2. Також з появою стандарту IEEE 802.11n взагалі вдалося скоротити проблему безпеки мережі до мінімального рівня. Зараз ведеться розробка стандарту IEEE 802.11ac, який повинен прийти на зміну своєму попереднику 802.11n.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Владимиров А.А. «Wi-фу»: боевые приемы взлома и защиты беспроводных сетей. - НТ Пресс, 2005. – 464 с.
2. Гейер Джим. Беспроводные сети. Первый шаг. - СПб.:Вильямс, 2005. - 189 с.
3. Росс Джон. Wi-Fi. Беспроводные сети. Установка. Конфигурирование. – СПб.:НТ Пресс, – 2006.
4. Педжман Р., Джонатан Л. Основы построения беспроводных локальных сетей стандарта 802.11. - СПб.:Вильямс, 2004 -302 с.
5. Белов В.С. Декодер складових комплексного каналу з ортогональним частотним розділенням несучих / В.С. Белов, А.С. Белов // Східно-європейський журнал передових технологій: фізико-технологічні проблеми радіотехнічних пристроїв, засобів телекомунікацій, нано- і мікроелектроніки – Харків – 2013 – том 6, № 12(66) (2013) – С. 11-14. ISSN: 1729-4061
6. Белов В.С. Реалізація апаратного декодера мультимплексованих сигналів з ортогональним частотним поділенням / В.С. Белов, А.С. Белов // Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах» – Хмельницький – 2012. – №3.- С. 129-133
7. Белов В.С. Аналіз спектру в діапазоні НВЧ на основі квадратурної обробки елементарних складових / В.С. Белов, А.С. Белов // Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах» – Хмельницький – 2014 – №1 – С. 83-87.
8. Белов В.С. Використання комбінованих типів модуляції при OFDM // В.С. Белов, А.С. Белов / Матеріали XLV Науково-технічної конференції факультету радіотехніки, зв'язку та приладобудування (2016) - КОНФЕРЕНЦІЇ ВНТУ електронні наукові видання. Режим доступу: <http://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-frtzip/all-frtzip-2016/paper/view/1243> (last access: 14.03.17). – Title from the screen.

Белов Володимир Сергійович — асистент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: belov@vntu.edu.ua

Тишук Дмитро Сергійович – студент групи ТКТ-14б, факультету Інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Хмельницьке шосе 95, м. Вінниця, e-mail: tyshchuk_dmitriy@ukr.net

Belov Vladimir S. — Assistant Department of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: belov@vntu.edu.ua

Tyshchuk Dmitry S. – the student group TKT-14b, faculty infocommunications, electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Khmelnytsky Highway 95, m. Vinnytsya, e-mail: tyshchuk_dmitriy@ukr.net

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЗАВАДОСТІЙКОСТІ ДИСКРЕТНИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виконано аналіз дискретних автокореляційних функцій послідовності Баркера та триблокової послідовності при введенні інверсії однієї пари мікрочіпів. Показано, що триблокова послідовність потенційно характеризується більшою завадостійкістю, ніж послідовність Баркера.

Ключові слова: дискретна послідовність, автокореляційна функція, помилкові біти, завадостійкість.

Abstract

The analysis of the discrete autocorrelation functions Barker sequence and tryblokovoyi sequence when entering the inversion of a pair of microchips. It is shown that the sequence tryblokova potentially characterized by greater noise immunity than Barker sequence.

Keywords: discrete sequence, autocorrelation function, erroneous bits, immunity.

Вступ

Використання кореляційних методів прийняття сигналів в технологіях мобільного зв'язку та широкосмугового радіодоступу стандарту IEEE 802.11 (Wi-Fi) дозволяє ефективно боротися з різноманітними завадами та шумами. Ці методи передбачають процедуру розширення спектру методом прямої послідовності шляхом «вбудовування» в початкові цифрові сигнали дискретних послідовностей з відомими властивостями автокореляційних функцій. Практичне застосування на сьогоднішній день знайшла одинадцятипозиційна послідовність Баркера [1].

Вплив завад та шумів в умовах роботи телекомунікаційних систем може привести до виникнення бітових помилок на рівні мікрочіпів «вбудованої» послідовності. Тому доцільно розглянути стійкість прийому сигналів з різними «вбудованими» послідовностями, спираючись на поведінку дискретних автокореляційних функцій.

Результати дослідження

В основі прийому (реєстрації) сигналів лежить аналіз автокореляційних функцій «вбудованих» дискретних послідовностей. Тому з метою аналізу їх завадостійкості була цілеспрямовано спотворена певна група мікрочіпів у цих послідовностях і виконаний аналіз їх дискретних автокореляційних функцій (ДАКФ). На рис. 1 наведена ДАКФ послідовності Баркера, на рис. 2 і 3 – триблокової послідовності з кількістю позицій $k = 4$. В обох випадках моделювалася інверсія однієї пари мікрочіпів.

Послідовність Баркера, $M = 11$.

1 1 1 -1 -1 -1 1 -1 -1 1 -1

Триблокова послідовність, $k = 4$.

1 1 1 1 -1 -1 -1 -1 1 1 1 1 -1 -1 -1 -1 1 1 1 1 -1 -1 -1 -1.

Моделювання показало очікуваний результат стосовно послідовності Баркера. Видно, що інверсія двох бітів позбавляє цю послідовність унікальних властивостей, які і лежать в основі надійного прийому на фоні завад. Тому доцільність її застосування обмежується таким рівнем завад, які не приводять до інверсії мікрочіпів.

Аналіз ДАКФ з двома помилковими бітами триблокової послідовності показує, що її основні властивості несуттєво змінилися через інверсію пари мікрочіпів.

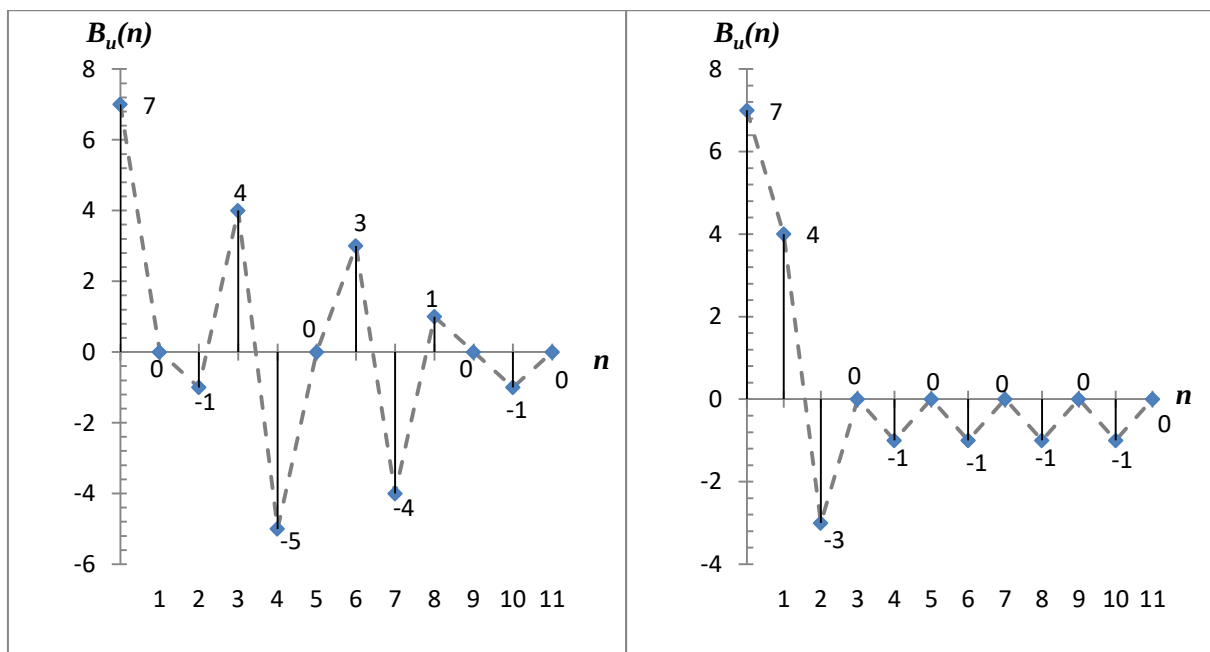


Рис. 1. Дискретна автокореляційна функція послідовності Баркера з двома помилковими бітами на її початку і кінці

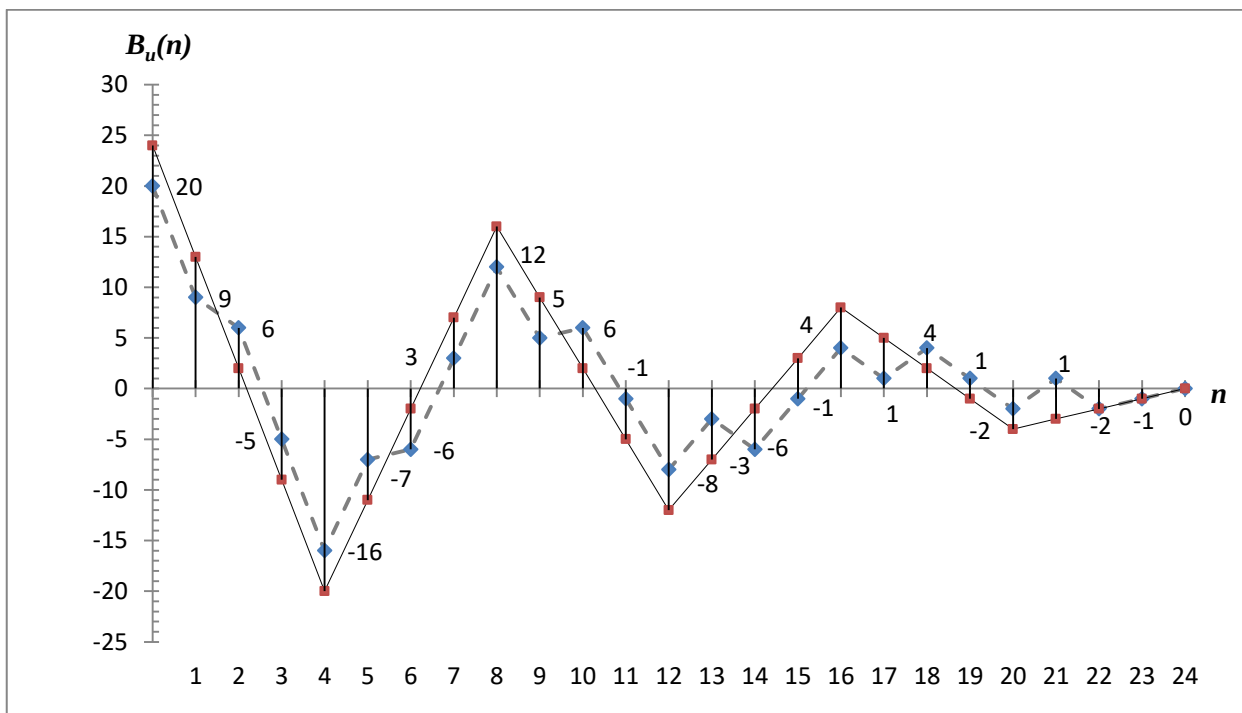


Рис. 2. Дискретна автокореляційна функція триблокової послідовності з двома помилковими бітами на її початку

По-перше, зазначимо, що введення помилкових бітів на початку і в кінці послідовності дає фактично вид повної ДАКФ (для додатних і від'ємних кроків). При цьому видно, що одна гілка тільки для малих значень кроків дещо деформується відносно ідеальної послідовності, - більша її частина залишається незмінною, рис. 3.

По-друге, і це важливіше – спотворення другої гілки ДАКФ виявляються детермінованими. Видно, що у її межах для кожного кроку зміщення значення автокореляційної функції на дві одиниці відрізняється від її ідеальних значень. Така ж різниця спостерігається і для спотвореної частини першої гілки ДАКФ. Алгоритмічно це може бути враховано і прийом сигналів буде вдалим.

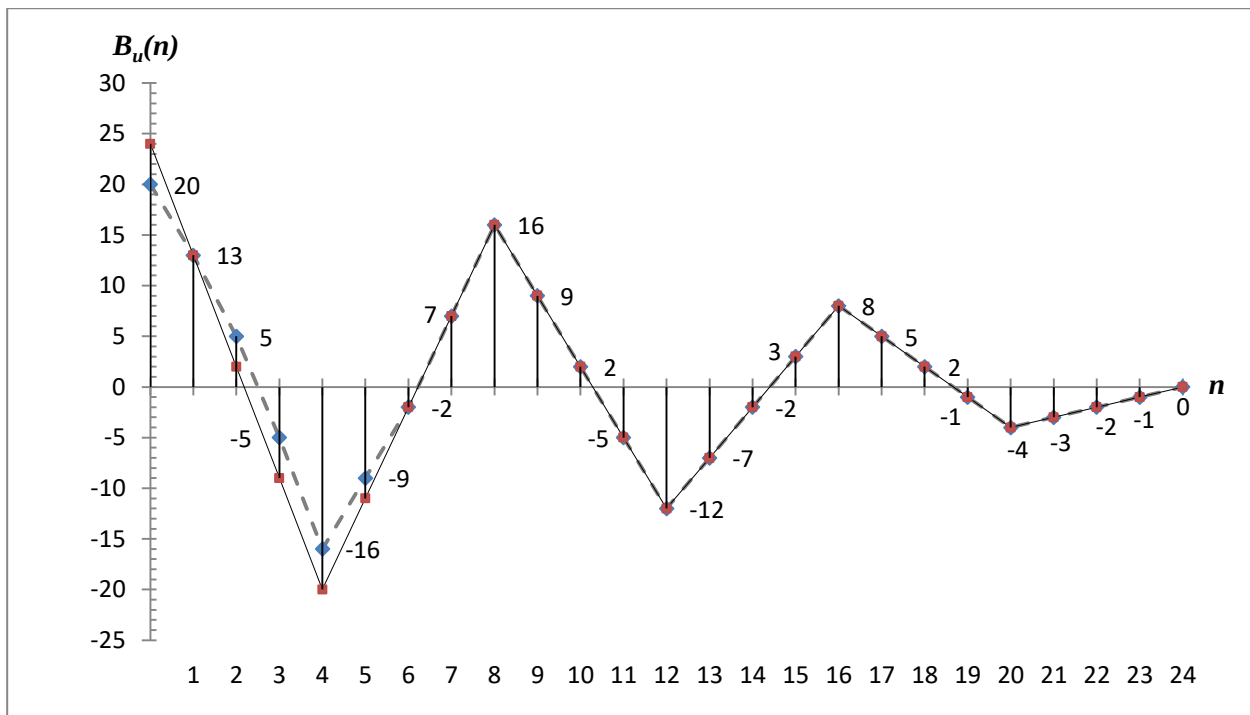


Рис. 3. Дискретна автокореляційна функція триблокової послідовності з двома помилковими бітами на її кінці

По-третє, зберігається загальна тенденція закономірного зменшення рівнів пелюсток ДАКФ з періодом, що дорівнює числу позицій k послідовності, причому це зменшення дорівнює числу бітів, які піддалися інверсії. Ця особливість дає ще один критерій до алгоритму реєстрації сигналу: у межах однієї зони зміщення копії відносно оригіналу (від 0 до k , від k до $2k$ і т.д.) різниця між амплітудами крайніх пелюсток зменшується не більше, ніж на $2k$, якщо інвертовано два біта, а в цілому це зменшення пропорційне числу інвертованих бітів.

Висновки

В умовах дії різноманітних завад, які приводять до інверсії мікрочіпів послідовностей, що «вбудовуються» в початковий сигнал, N -блокові послідовності зберігають суттєво більше ознак ідеальної ДАКФ, ніж послідовності Баркера, тому можуть вважатися більш завадостійкими.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. В. М. Вишне夫斯基, А. И. Ляхов, С. Л. Портной, И. В. Шахнович – Широкополосные беспроводные сети передачи информации. Москва. Техносфера. – 2005. – 592 с.

Барась Святослав Тадіонович – канд. техн. наук, професор кафедри телекомунікаційних систем та телебачення, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: barasst@mail.ru.

Вінічук Вячеслав Олегович – студент групи ТК-16м, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет.

Трофаниук Роман Володимирович – студент групи ТК-16м, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет.

Baras Sviatoslav T. - candidate. Sc., professor of telecommunications systems and television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: barasst@mail.ru.

Vinichuk Viacheslav O. - Faculty infocommunications, electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University.

Trofaniuk Roman V. - Faculty infocommunications, electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University.

ЕКСПЕДИЦІЙНА РОБОТА РАДІОАМАТОРСЬКОЇ СЛУЖБИ ЗВ'ЯЗКУ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено аналіз радіоаматорської активності виходячи із експедиційної роботи аматорської служби зв'язку, розглянуто історичні передумови виникнення радіоекспедицій.

Ключові слова: радіо, аматор, Вінниця, DX, експедиція.

Abstract

Analysis of the radioamateur activity based on the forwarding of amateur service communications, reviewed the historical preconditions of occurrence radio expeditions.

Keywords: radio, amateur, Vinnitsa, DX, expedition.

Вступ

Не в кожній країні (або території за списком DXCC) проживають радіоаматори. Більш того, орієнтовно в 40 з них немає навіть постійного місцевого населення [1], однак активність на КХ звідти все ж ведеться. Це роблять радіоаматори-мандрівники, саме вони долають сотні морських миль з єдиною метою висадитися на острові, або знайти білу пляму на радіоаматорській мапі і кілька днів попрацювати в ефірі. Це і є радіоаматорська експедиція або DX-педиція [2].

Метою роботи є систематизація інформації по радіоаматорським експедиціям.

Результати дослідження

Традиція проведення DX-педицій бере початок з 1923 року, коли був створений перший прецедент – американська науково-дослідна експедиція на кораблі "Bowdoin" стала одночасно і радіоаматорського. За цією експедицією наслідували багато інших, проте за своєю сутністю вони не були чисто радіоаматорськими – основним завданням цих експедицій була науково-дослідна робота. А найперша чисто радіоаматорська експедиція відбулася в 1939 році – два швейцарських радіоаматора працювали з Ліхтенштейну під позивним HB1CE [1] з метою представити цю країну в ефірі.

Одна з найвідоміших експедицій в Антарктиду проходила на кораблях "Bowdoin" (позивний бортової радіостанції WNP) і "Momssey" (VOQ). У 30-х роках ці кораблі здійснили кілька довгих плавань до берегів Антарктиди. В одному з таких плавань радистами були Don Mix (в майбутньому редактор "QST") і John Reinartz 1QP/1XAM. Після висадки на материк в ефірі зазвучали позивні, відомі тепер усім радіоаматорам: KC4USA, KC4USB, KC4USC [1, 2].

Зараз у нас не викликає подиву робота радіоаматорів з островів. Однією з перших таких експедицій була американська експедиція на Jarvis Is. в 1936 році (позивні K6GAS і KG6NW). Ця експедиція шукала підходящі острова для організації американських військово-морських баз в Тихому Океані, і радіоаматори-члени експедиції – отримали можливість попрацювати звідти в ефірі.



Рис.1. Проведення радіоаматорської експедиції в Вінницьких Мурах

В історії Вінниці однією з перших експедицій [3, 8] можна вважати експедицію на острів Фестивальний в 1967 році (тепер о.Кемпа). Саме починаючому колективу UK5NAJ, що складався з Володимира Злотника UB5DZA, Анатолія Хомчука UB5DZB, Сергія Белова UB5DZF і колективу UB5KWI, в період, коли робота з переносних станцій суворо заборонялася, вдалося провести першу в області експедицію на острів Фестивальний [4]. Були проведені зв'язку з далекими станціями з Челябінська, Мурманська, Березняків. Повторити подібну експедицію на той-самий острів радіоаматори міста Вінниці змогли лише через довгі тридцять з гаком років, коли це вже не тільки не заборонялося, але і всіляко віталось [5].

Радіоаматорські експедиції на Вінниччині відбуваються постійно, як наприклад можна навести одні з найвідоміших експедицій за останні роки – експедиція команди UR4NWW до Вінницьких Мурів в 2013 р. [6, 10] в складі Сергія UT5NB, Валерія UT7NP, Володимира UR5NBC, Олександра US5NDJ, Олексія US5NMC, Антона US5NAR, Марії US5NMM, Олексія UR5NQA та ін.(рис.1.), експедиція клубу WW у Чорний ліс 2014 року [7, 9], експедиції 2015 та 2016 років Vinnitsa Water Mill до водяних млинів Вінниччини, експедиції UR4NWW/р Бакота та Одисея в заповідні території Подільських Товтрів, на береги р.Дністер, час проведення останньої з них – 2016 р. та багато інших.

Висновки

Таким чином, активність радіоаматорів у експедиціях – гарний показник технічної підготовки та показник технічних та індивідуальних якостей операторів аматорських радіостанцій.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Радиолубительские экспедиции [Electronic resource] – Access mode: <http://www.qso.ru/expdtn.html> (last access: 17.03.17). – Title from the screen.
2. Announced DX Operations [Electronic resource] – Access mode: <http://www.ng3k.com/misc/adxo.html> (last access: 17.03.17). – Title from the screen.
3. Белов В.С. В эфире ВНТУ! / Владимир Сергеевич Белов // Ежемесячный массовый научно-популярный журнал «Радиомир КВ и УКВ» №2 февраль 2006. – С.4
4. Белов В. Радиостанция нашего университета – одна из самых старых «коллективов» Винницы / Владимир Белов // Импульс: щомісячник Вінницького національного технічного університету – В.: ВНТУ, 2010. – 2010, листопад №10 (702)
5. Белов В.С. Робинзонада винницких радиолубителей / Владимир Сергеевич Белов // Ежемесячный массовый научно-популярный журнал «Радиомир КВ и УКВ» №10 октябрь 2004. – С.15
6. Белов С.И. В эфире Винницкие Муры / С.И. Белов, В.С. Белов // массовый ежемесячный научно-технический журнал РАДИО – 2013. – №12 – С.52
7. Белов В. (UR5NBC). Экспедиция радиолубительского клуба WW в Черный лес / Владимир Белов // ежемесячный журнал "Радиолубитель". – 2016 – №5 – С. 8.
8. Белов В. Кожен міг побути радистом / Володимир Белов // Импульс: щомісячник Вінницького національного технічного університету – В.: ВНТУ, 2005 - . – 2005, листопад №10 (642)
9. Белов В.С. Искусство быть радионаблюдателем / Владимир Сергеевич Белов // Ежемесячный массовый научно-популярный журнал «Радиомир КВ и УКВ» №6 июнь 2010. – С.3
10. Белов В. Студентське радіоаматорство Вінниці / Володимир Белов // Щомісячний науково-популярний журнал «Радіоаматор» №10 (204) жовтень 2010. – С.59-61

Белов Володимир Сергійович — асистент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: belov@vntu.edu.ua

Прийбега Аркадій Леонідович — радіоаматор позивний UR5NJW, навчально-науковий центр систем радіозв'язку та радіоаматорства ННЦСРР, Вінницький національний технічний університет

Belov Vladimir S. — Assistant Department of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: belov@vntu.edu.ua

Prybeha Arkady L. — Amateur Radio Operator UR5NJW, Educational and Scientific Center of Radio Communication and Radioamateurs ESCRCR, Vinnytsia National Technical University

ВОЛТ-PDH на основі FLEXGAIN FOM16E¹Вінницький національний технічний університет**Анотація**

У даній роботі було проведено аналіз роботи оптичного мультиплексора FlexGain FOM16E в ВОСП-PDH.

Ключові слова: волоконно-оптична лінія зв'язку, оптична мережа, мультиплексор, цифровий потік, інтерфейс, плезіохронна цифрова ієрархія, «остання миля».

Abstract

In this article was analyzed of the optical multiplexer FlexGain FOM16E in optical fiber transmission systems- plesiochronous digital hierarchy (PDH).

Keywords: fiber optic communication line, optical network, multiplexer, digital flow, speed, interface, plesiochronous digital hierarchy, "last mile".

Вступ

Широко поширена у всьому світі технологія SDH забезпечує об'єднання і синхронну передачу по волоконно-оптичних лініях PDH потоків.

Основна складність передачі даних через мережі SDH полягає в тому, що пакетну інформацію необхідно вносити у віртуальні контейнери, які призначені для передачі TDM-трафіку. Оптимальним варіантом для цієї ситуації стала поява мультисервісних транспортних платформ (MSTP) на основі протоколів SDH.

Створені на основі синхронних мультиплексорів STM-1/4/16/64 рівнів, мультисервісні транспортні платформи забезпечують об'єднання трафіку з часовим поділом каналів (TDM) і трафіку Ethernet з комутацією пакетів в агрегатні потоки зі швидкістю від 155 Мбіт/с до 10 Гбіт/с. Одночасне використання технології SDH і спектрального ущільнення WDM дозволяє збільшити пропускну здатність трактів до 40 Гбіт/с при теоретичній межі швидкості в кілька терабіт за секунду (Тбіт/с). Зберігаючи всі переваги технології SDH, MSTP надає широкі можливості для побудови інтелектуальних, самовідновлювальних мереж з якісно новим набором послуг [1].

Платформа FlexGain НТЦ НАТЕКС пропонує інтегроване рішення для побудови оптичних мереж доступу на основі PDH-технологій. Дане рішення базується на сімействі PDH-мультиплексорів НТЦ НАТЕКС - FlexGain FOM4 / FOM4E / FOM16E / FOM16E/8 і дозволяє будувати оптичні PDH-мережі з пропускну здатністю до 1 Гбіт/с, з підключенням на рівні потоків E1, Ethernet 10/100/1000 BaseT до обладнання доступу і систем передачі: гнучким мультиплексорам, крос-коннекторам $n * 64$ кбіт/с, радіорелейним системам (РРЛ), xDSL-модемів і т.д. [2].

Сучасні цифрові системи дозволяють передавати дані на значні відстані. Для передачі інформації зазвичай використовують мідні або оптичні кабелі. При певних умовах прийнято використовувати ті чи інші види кабелів для забезпечення швидкої та безпечної доставки цифрових даних.

Актуальність дослідження умов використання оптичного мультиплексора FG FOM16E характеризується тим, що він є найкращим техніко-економічним варіантом побудови оптичної мережі «останньої милі», ніж організація нового каналу зв'язку.

Основна частина

Основною складовою частиною оптичних цифрових мереж є мультиплексори, які дозволяють передавати дані на різні відстані. Для побудови оптичних мереж на основі PDH-технології використовують мультиплексори моделі FG FOM-16 [3]. Мультиплексор цієї моделі побудований за модульним принципом, що дозволяє змінювати конфігурацію відповідно до необхідності в конкретний момент часу. Дана модифікація дозволяє не тільки передавати цифрові

дані по оптичних мережах, але і здійснювати віддалений моніторинг та керування іншими видами обладнання.

Мультиплексор FG FOM16 може виконуватися в комплектації:

- FG-FOM16E - варіант, в якому розташовано 16 портів E1, один оптичний порт та обладнаний програмою для дистанційного керування;
- в модифікації FG-FOM16E/8 передбачено тільки 8 портів, при збереженні інших параметрів попередньої моделі.

Волоконно-оптичний мультиплексор FlexGain FOM16E [4] забезпечує одночасну дуплексну передачу 8 або 16 цифрових потоків E1 G.703 (2048 кбіт/с кожен) або для передачі комбінованого TDM + IP-трафіку по двох або одноволоконній ВОЛЗ.

FlexGain FOM16E може застосовуватися:

- для об'єднання локальних мереж (LAN);
- як обладнання лінійного тракту систем передачі абонентського вносу;
- для передачі цифрового потоку по волоконно-оптичним з'єднувальним лініях між АТС;
- для підключення базових станцій систем мобільного зв'язку до АТС;
- для передачі розмовних службових каналів і даних уздовж технологічних об'єктів (трубопроводи, залізні і шосейні дороги і т.д).

Мультиплексор FlexGain FOM16E виконується в конструктиві MiniRack з універсальним живленням як від батарей напругою постійного струму -36/-72 В, так і від мережі змінного струму напругою 220 В. Мультиплексор має 4 платомісця для встановлення трибутарних модулів: 4xE1, модулів мережевого інтерфейсу Ethernet 10/100 BaseT зі швидкістю передачі даних до 8,448 Мбіт/с або інтерфейсних модулів V.35 $n * 64$ ($n = 1 \dots 32, 64, 128$). Два спеціалізованих платомісця призначені для встановлення основного та резервного оптичних приймачів. Перемикання між основним і резервним прийомопередавачами проводиться автоматично за час не більше 60 мс.

Система керування мультиплексорами FlexGain FOM16E забезпечує діагностику і контроль роботи локального та віддаленого мультиплексорів, а також контроль якості передачі інформації по кожному із задіяних інтерфейсів E1 G.703 та оптичному інтерфейсу, за допомогою термінальної програми керування та SNMP елемент-менеджеру.

На рисунку 1 вказані варіанти використання FlexGain FOM16E.

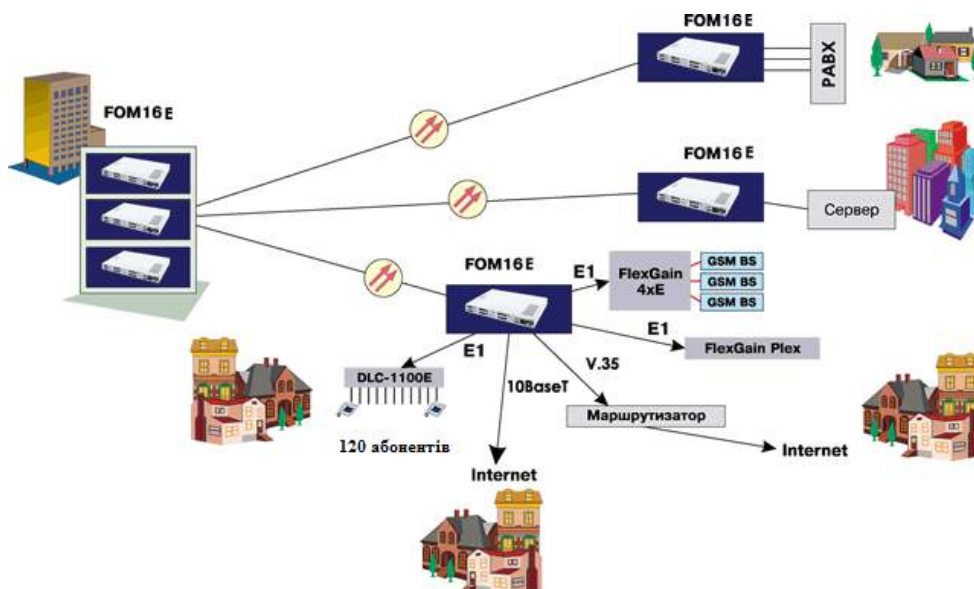


Рисунок 1 – Варіанти використання оптичних мультиплексорів FlexGain FOM16E

Керування мультиплексорами проводиться за допомогою комп'ютера. Головною умовою спільної роботи комп'ютера і мультиплексора є відповідне програмне забезпечення. На комп'ютер необхідно встановити спеціальну термінальну програму з зручним інтерфейсом і простими в управлінні панелями.

Одна з проблем, з якою постійно стикаються компанії при організаційних змінах в телекомунікаційних мережах є дилема «останньої милі» [5].3 Абонентську мережу

широкопasmового доступу називають «останньою милею» телекомунікаційної мережі. Проблема останньої милі полягає в чисельності АЛ, що визначає значну частину витрат (приблизно 30%) від загальної собівартості мережі в цілому. Одним з варіантів вирішення цієї проблеми є організація в мережі доступу додаткових вузлових пунктів (розподілених вузлів) для розміщення мультиплексорів. Використання оптичних мультиплексорів дозволяє значно зменшити капітальні витрати на абонентську мережу. Введення додаткових вузлів дозволяє організувати в абонентській мережі магістральні ділянки (МД) на основі ВОЛЗ та розподілені ділянки (РД), так звані розподілені мережі. Чим ближче вдається розташувати вузол розгалуження абонентської мережі до місця зосередження абонентів, тим дешевішою стає розподілена мережа.

Висновки

Основною особливістю мультиплексорів FlexGain FOM16E є висока швидкість передачі інформації в ВОЛТ, яка дорівнює 2 каналам Gigabit Ethernet. Це дає можливість використовувати фізично незалежні канали Gigabit Ethernet для поділу трафіку цифрового телебачення та інтернет, СОРМ або суборенди каналів зв'язку одночасно.

Наступною особливістю мультиплексора є те, що за його допомогою можна вирішити проблему «останньої милі», яка для сучасних телекомунікацій залишається однією з найактуальніших. Очевидно, що від вибраних рішень побудови мереж доступу багато в чому залежить успіх бізнесу телекомунікаційних операторів, а також ефективне функціонування відомчих і корпоративних мереж зв'язку, адже волоконно-оптичні лінії зв'язку забезпечують високошвидкісну передачу даних, знаходячи широке застосування, як правило, в корпоративному секторі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

1. Скляр О. К. Волоконно-оптические сети и системы связи: Учебное пособие. 2-е изд., стер. – СПб.: Издательство «Лань», 2010. – 272 с.: ил. – (Учебники для вузов. Специальная литература).
2. Системы передачи для волоконно-оптических линий связи мультиплексоров - Режим доступа: <http://scbnt.ru/telekommunikacionnoe-oborudovanie/nateks/sistemy-peredachi-dlya-volokonno-opticheskikh-linii-svyazi/> - Назва з екрану.
3. Сферы применения мультиплексоров - Режим доступа: <http://railwayukr.com/sfery-primeneniya-multipleksorov.htm>. - Назва з екрану.
4. FlexGain FOM16E V1 Оборудование цифровой оптической системы передачи: Техническое описание инструкции по эксплуатации. – Научно-технический центр НАТЕКС, 2008. – 31 с.
5. Мережі та системи телекомунікацій: Т.1: Інформаційні мережі. Стандарти та рекомендації ЄНСМУ. Аналогові та комп'ютерні мережі / М. В. Захарченко, Г. С. Гайворонська, А. І. Єщенко та ін. – 2000. – 304с.

Васильківський Микола Володимирович – канд. техн. наук, доцент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com.

Письменна Антоніна Віталіївна – студентка групи ТСМ-16м, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: pismenna95@gmail.com.

Vasyilkivskyi Mikola Volodymyrovych – Ph.D., Senior lecturer of the Chair of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: 3nvasylkivskyi@gmail.com.

Antonina Pismenna – group TCM-16m, The Faculty of Infocommunications, Radioelectronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: pismenna95@gmail.com.

АЛГОРИТМ ЗАХИСТУ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНОЇ МЕРЕЖІ

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто оновлений стандарт шифрування інформації в телекомунікаційних мережах від несанкціонованого доступу.

Ключові слова: шифрування, безпека даних, криптографія, телекомунікації.

Abstract

Considered updated information encryption standard at telecommunication networks from unauthorized access.

Keywords: encryption, data security, cryptography, telecommunications.

Вступ

Винахід алгоритму AES призвело до позитивних змін в стані прикладної криптографії.

Алгоритм AES замінив багаторазове шифрування, наприклад, за допомогою потрібного алгоритму DES, а змінний розмір його ключа і блоків повідомлення, рівний 128, 192 і 256 біт, надає широкий вибір варіантів рішень, що забезпечують стійкість в різноманітних додатках. Оскільки в багаторазовому шифруванні використовується велика кількість ключів, поява AES полегшила управління криптографічними ключами і спростила процес розробки протоколів і систем захисту даних в інфокомунікаційних мережах, цим самим підтверджуючи свою власну актуальність[1].

Основна частина

Алгоритм Rijndael формує блоковий шифр зі змінним розміром блоків і змінною довжиною ключа. Розміри ключа і блоків можуть незалежно один від одного набувати значень 128, 192 і 256 біт. Для спрощення розглянемо лише мінімальний варіант, в якому розміри ключа і блоку рівні 128 біт. Основні принципи алгоритму Rijndael розглянемо повністю. Отже, 128-бітовий блок повідомлення (початкового або зашифрованого) розбивається на сегменти по 16 байт (один байт складається з восьми біт, тобто $128 = 16 \times 8$).

$$InputBlock = m_0, m_1, \dots, m_{15}.$$

Аналогічно операція виконується над блоком ключа.

$$InputKey = k_0, k_1, \dots, k_{15}.$$

Для внутрішнього представлення даних використовується матриця 4×4 .

$$InputBlock = \begin{pmatrix} m_0 & m_4 & m_8 & m_{12} \\ m_1 & m_5 & m_9 & m_{13} \\ m_2 & m_6 & m_{10} & m_{14} \\ m_3 & m_7 & m_{11} & m_{15} \end{pmatrix},$$

$$InputKey = \begin{pmatrix} k_0 & k_4 & k_8 & k_{12} \\ k_1 & k_5 & k_9 & k_{13} \\ k_2 & k_6 & k_{10} & k_{14} \\ k_3 & k_7 & k_{11} & k_{15} \end{pmatrix}.$$

Як алгоритм DES (і більшість сучасних симетричних блокових шифрів), алгоритм Rijndael складається з великої кількості повторюваних перетворень – раундів. У мінімальному варіанті, коли розміри блоку і ключа рівні 128 біт, кількість раундів дорівнює 10.

Для більших повідомлень і ключів кількість раундів може зростати. Перетворення, що виконується всередині раунду, позначається як

$$\text{Round}(\text{State}, \text{RoundKey}).$$

Змінна *State* є матрицею, що містить повідомлення раунду, і вважається як входом, так і результатом раунду, а змінна *RoundKey* являє собою матрицю, що містить ключ раунду та створюється на основі вхідного ключа за допомогою розкладу ключів. Перетворення всередині раунду має змінювати елементи матриці *State* (тобто змінювати стан). При шифруванні (відповідно при дешифруванні) матриця *State*, що надходить на вхід першого раунду, збігається з матрицею *InputBlock* і містить початковий текст (відповідно зашифрований текст). В свою чергу, матриця *State*, що утворюється в результаті заключного раунду, містить зашифрований текст (відповідно початковий текст). Перетворення, що виконуються в ході проміжних раундів, розбиваються на чотири операції, які є внутрішніми функціями.

Опишемо чотири внутрішні функції алгоритму Rijndael. Розглянемо лише функції, призначені для шифрування. Оскільки кожна з них є оборотною, розшифровка в алгоритмі Rijndael просто зводиться до застосування зворотних функцій в зворотному порядку[1].

Внутрішні функції шифру Rijndael визначені на кінцевому полі, яке складається з усіх поліномів по модулю неприводимого полінома

$$f(x) = x^8 + x^4 + x^3 + x + 1$$

над полем F_2 . Інакше кажучи, шифр використовує поле $F_{2[x]}/(x^8+x^4+x^3+x+1)$. Будь-який елемент цього поля є поліномом над полем F_2 , ступінь якого менше восьми, а операції виконуються за модулем $f(x)$. Назвемо це поле «полем Rijndael». Завдяки ізоморфізму це поле можна перепозначити як F_{2^8} . Воно складається з $2^8 = 256$ елементів.

Роль внутрішніх функцій алгоритму Rijndael.

- Функція *SubBytes* призначена для реалізації нелінійного підстановлювального шифру. Нелінійність – важлива властивість блокового шифру, що захищає його від криптоаналіза.
- Функції *ShiftRows* і *MixColumns* призначені для змішування байтів, розміщених в різних місцях блоку вихідного повідомлення. Як правило, розподіли вихідних текстів у просторі повідомлень мають низьку ентропію завдяки високій надмірності натуральних мов і економічних даних (інакше кажучи, звичайні вихідні тексти утворюють малий підпростір в усьому просторі повідомлень). Суміш байтів, що стоять в різних позиціях блоку повідомлення, розширює розподіл повідомлень. По суті, це забезпечує можливість перемішування, сформульовану Шеноном.
- Функція *AddRoundKey* забезпечує необхідну секретну випадковість розподілу повідомлень. Ці функції застосовуються багаторазово (як мінімум 10 разів, якщо розмір ключа і даних дорівнює 128 біт).

Оскільки, всі чотири внутрішні функції є зворотніми, розшифровка зводиться до виконання шифрування в зворотньому порядку.

$$\text{AddRoundKey}(\text{State}, \text{RoundKey})^{-1}$$

$$\text{MixColumns}(\text{State})^{-1};$$

$$\text{ShiftRows}(\text{State})^{-1};$$

$$\text{SubBytes}(\text{State})^{-1}.$$

Слід зауважити, що на відміну від шифру Файстеля, в якому алгоритм шифрування і розшифровки використовують одну і ту ж електронну схему або програму, шифр Rijndael використовує різні електронні схеми і програми для шифрування і розшифровки відповідно[1].

Висновки

Використання блокових алгоритмів шифрування як однонаправлених функцій хешування стало повсякденною практикою. Як приклад можна привести протокол реєстрації користувачів в операційній системі UNIX. Іншим прикладом використання блокових алгоритмів шифрування є

реалізація однонаправлених функцій хешування з ключами. На практиці хеш-функції часто застосовуються в якості датчиків псевдовипадкових чисел для генерації ключів блокових алгоритмів шифрування.

Варто відмітити, що алгоритм AES привертає увагу криптоаналітиків, вивчаючих блокові шифри, що, безсумнівно призведе до появи нових відкриттів в даній області.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Мао Венбо. Современная криптография: теория и практика. : Пер с англ. — М. : Издательский дом «Вильямс», 2005. — 768 с. : ил. — ISBN 5-8459-0847-7 (в пер.).

Забудський Роман Сергійович — студент групи ТКТ-16мс, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: h3lltv@mail.ex.ua

Науковий керівник: **Васильківський Микола Володимирович** — к.т.н, доцент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com.

Zabudskiy Roman — Department of Infocommunication, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: h3lltv@mail.ex.ua

Supervisor: **Vasykivskyi Mikola**— Ph.D., Senior lecturer of the Chair of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com.

Використання TDM та WDM технологій в магістральних ВОЛТ

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній роботі було проведено порівняльний аналіз технологій спектрального ущільнення каналів передачі (WDM) та мультиплексування з поділом за часом (TDM).

Ключові слова: волоконно-оптична лінія зв'язку, мережа, SDH, WDM, TDM, лінія зв'язку, пропускна здатність, довжина хвилі.

Abstract

The comparative analysis of spectral consolidation of transmission channels (WDM) and time-division multiplexing (TDM) technologies was done in this work.

Keywords: fiber-optic transmission (communication) line, network, SDH, WDM, TDM, transmission (communication) line, channel capacity, wavelength.

Вступ

Технологія спектрального ущільнення каналів передачі, або ущільнення за довжинами хвиль (англ. Wavelength Division Multiplexing, WDM) дає змогу одночасно передавати декілька незалежних інформаційних каналів в ВОЛЗ, використовуючи оптичні носійні з різними довжинами хвиль. Технологія WDM збільшує пропускну здатність оптичного волокна за рахунок використання всієї смуги пропускання [1].

Мультиплексування з поділом за часом – це часове ущільнення (англ. TDM – Time Division Multiplexing) в БОСП, при якому за кожним цифровим потоком резервується часовий інтервал для передачі даних (таймслот) [2].

На сучасному етапі розвитку БОСП активно розвиваються комбіновані методи ущільнення (частотно-часові), які забезпечують високу швидкість передачі даних за рахунок чого спостерігається стрімке зростання пропускної здатності БОСП і тому дослідження особливостей використання сучасних технологій ущільнення в магістральних ВОЛТ є актуальними.

Основна частина

Сучасна SDH мережа на базі TDM технології, характеризується проблемами хроматичної та поляризаційної модової дисперсії, які починають суттєво впливати на якість передачі на швидкості понад 10 Гбіт/с. Таким чином, розширення пропускної здатності за допомогою TDM виявляється досить проблематичним.

У технології WDM немає обмежень і ускладнень, властивих технології TDM. Для підвищення пропускної здатності ВОЛТ замість збільшення швидкості передачі у оптичному каналі, як це робиться в системах TDM, в системах WDM здійснюють збільшення кількості каналів (які передаються на різних довжинах хвиль) [3].

Система WDM є прозорою до формату даних, що передаються у БОСП. На відміну від SDH систем сигнал, що транспортується в груповому потоці WDM систем, не записується в контейнери, тому в WDM системах можна передавати різномірний формат трафіку. Узагальнені функціональні структури TDM та WDM технологій показано на рис. 1.

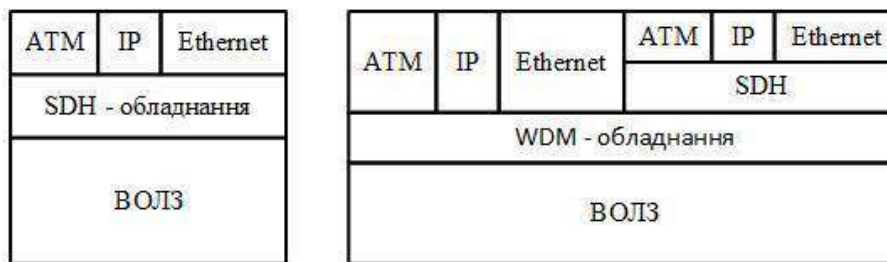


Рисунок 1 – Особливості TDM та WDM технологій

Порівняння роботи WDM та TDM оптичних мультиплексорів, які використовуються в сучасних ВОСП-SDH, показано на рис. 2.

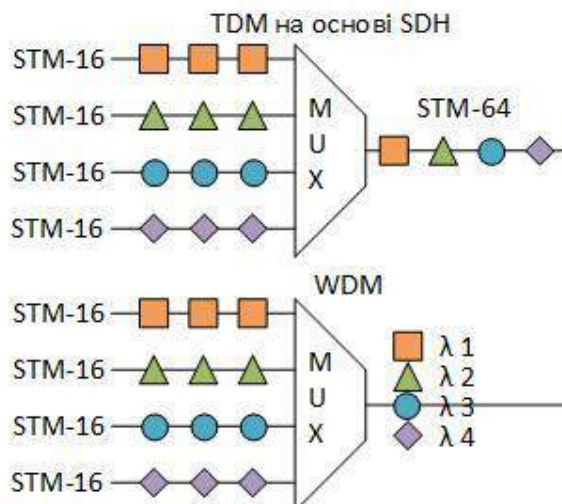


Рисунок 2 – Принцип дії WDM та TDM оптичних мультиплексорів

З рис. 2 зрозуміло, що TDM мультиплексор може входити до складу WDM обладнання.

Висновки

Технологія WDM дозволяє суттєво збільшити пропускну здатність ВОЛЗ, за рахунок двосторонньої передачі даних по одному волокну, причому нарощування пропускну здатності може відбуватись на існуючому ВОЛТ [4].

У ВОСП-WDM сигнали різних довжин хвиль, з одного або декількох оптичних передавачів, поєднуються мультиплексором у багаточастотний груповий оптичний сигнал, який поширюється по одномодовому ОВ. При великій довжині ВОЛЗ встановлюється один або декілька оптичних підсилювачів (ОП). Демультиплексор виділяє з групового оптичного сигналу первинні частотні канали та передає їх на відповідні фотоприймачі. На проміжних вузлах ВОЛТ та мережі зв'язку за допомогою оптичних мультиплексорів введення/виведення (OADM) можуть бути додані або виділені деякі оптичні канали з групового оптичного сигналу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

1. Иванов В. И. Применение технологии WDM в современных сетях передачи информации / В. И. Иванов. – Казань: ЗАО «Новое знание», 2012. – 223 с.
2. Урядов В. Н., Стункус Ю. Б. Сравнение эффективности использования волнового оптического и временного уплотнения каналов в волоконно-оптических системах [Електронний ресурс] // Доклады БГУИР. – 2006. – №3. Режим доступа: http://doklady.bsuir.by/m/12_100229_1_57894.pdf.
3. Однорог П. М. WDM / П. М. Однорог, О. Б. Омеціньська, Є. В. Михайленко. – К.: Редакція Катка В. Б., 2005. – 194 с.
4. Каток В. Б., Манько А. А., Марков С. Е. Модовое мультиплексирование в волоконно-оптической связи [Електронний ресурс] // Телекомунікаційні та інформаційні технології. – 2014. – №4. Режим доступа: <http://journals.dut.edu.ua/index.php/telecommunication/article/viewFile/286/271>.

Науковий керівник: Васильківський Микола Володимирович – к.т.н., доцент кафедри телекомунікаційних систем та телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Рогозіна Лідія Альбертівна – студентка групи ТСМ-16м, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: coolida@bk.ru.

Supervisor: Vasylykivskyi Mykola Volodymyrovych – Ph.D., Senior lecturer of the Chair of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Lidiia Rohozina – group TCM-16m, The Faculty of Infocommunications, Radioelectronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: coolida@bk.ru.

ПРИСТРОЇ НА БАЗІ ВИСОКОТЕМПЕРАТУРНИХ НАДПРОВІДНИКІВ

¹ Вінницький національний технічний університет;

Анотація

У статті викладено результати аналізу сучасного стану приладів обробки сигналів на базі високотемпературних надпровідників.

Ключові слова: смуговий фільтр, фазообертач, лінія затримки, резонатор, високотемпературний надпровідник.

Abstract

The article presents an analysis of the current state of signal processing devices based on high-temperature superconductors.

Keywords: bandpass filter, phase shifter, delay line, a resonator, a high-temperature superconductor.

Вступ

Різке зростання популярності мобільних систем зв'язку призвело до того, що мобільні телефони - абонентські термінали (АТ) - стали більш доступними, компактними і недорогими. Зменшити потужність, що випромінюється АТ, а отже, зменшити негативний вплив на головний мозок і збільшити години роботи АТ без підзарядки можна збільшивши чутливість і селективність приймально-передавального тракту базової станції стільникового зв'язку (СЗ). Це призводить до збільшення зони охоплення БС і збільшення ємності мережі, що позначається на зменшенні вартості інфраструктури оператора СЗ. Зменшення потужності, випромінюваної АТ, можна здійснити за рахунок мінімізації шумів вхідних каскадів приймача і зменшення спотворень приймально-передавального тракту. Засобом для вирішення поставленого завдання є використання елементів, виконаних на основі високотемпературних надпровідників (ВТНП): антени, фільтри, резонатори, мультиплексори, змішувачі, лінії затримки. Властивості ВТНП, такі як відсутність втрат на постійному струмі і невеликі втрати на змінному, дають можливість передачі сигналів з мінімальними спотвореннями, що дозволяє використовувати ВТНП-елементи в системах мобільного радіозв'язку.

Метою роботи є аналіз сучасного стану розвитку пристроїв на базі високотемпературних надпровідників.

Результати дослідження

Для смугового фільтру, повністю виготовленого на ВТНП-плівках, втрати, що вносяться, є функцією поверхневого опору плівки, тангенса кута діелектричних втрат в підкладці і співвідношенням потужності розсіювання в корпусі до потужності, накопиченої в діелектрику, яке залежить від конструкції фільтру. Проте кінцеві втрати визначаються числом елементів фільтру і сумарним значенням коефіцієнта передачі, які задають смугу пропускання. Найбільшу перевагу використання ВТНП-плівок можна забезпечити при створенні фільтрів з великим коефіцієнтом прямокутності (вузька смуга пропускання, велике число ланок і високий коефіцієнт передачі).

Як приклад можна привести мікросмуговий фільтр для приймального тракту системи мобільного зв'язку, розроблений фірмою Matsushita [1]. Основні вимоги до фільтру — малі втрати, що вносяться, і висока крутизна частотної характеристики, забезпечують дуже високу чутливість і вибірковість. Цей фільтр складається з чотирьох ланок. Він виготовлений на $\text{Ti}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_3\text{Cu}_3\text{O}_7$ — Х - плівках товщиною 700 нм, що осаджуються на обидві сторони LaAlO_3 - підкладки товщиною 0,5 мм. Для фор-

мування малюнка використовується звичайний процес фотолітографії з подальшим іонно-променевим витравлюванням. ВТНП-плівка на зворотному боці підкладки служить для заземлення. Частотні характеристики: втрати, що вносяться, при температурі 77 К — 0,4 дБ, зворотні втрати в смузі пропускання — зверху — 10 дБ. Для порівняння, втрати фільтру такої ж конфігурації, в якому замість ВТСП-плівки використовується золото, склали 19 дБ (при 77 К), а його габарити удвічі більше.

Наступний приклад 8-полюсний вузькосмуговий фільтр, розроблений фахівцями Denso Corporation (Japan) з $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$, - X -плівки на підкладці з MgO [3]. Виміряна АЧХ представлена на рис. 1.

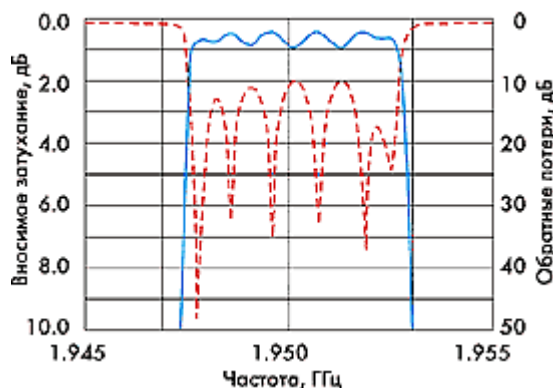


Рисунок 1 – АЧХ 8-полюсного вузькосмугового фільтру

Центральна частота пропускання — 1,95 ГГц. Смуга пропускання фільтру - 5 МГц. Нерівномірність АЧХ в смузі пропускання — не більше 0,5 дБ, загасання — близько 0,35 дБ.

Фільтр є ланцюжком з восьми пов'язаних напівхвильових резонаторів, що мають змінний коефіцієнт зв'язку : $k = f(U)$, $k = (2,5; 1,8; 1,6; 1,4)$. Особливість цього фільтру полягає в тому, що при ширині смуги пропускання $D_f = 2,5\%$ АЧХ фільтрів для різних значень добротності Q ($Q = 5000, 10\,000, 100\,000$) трохи відрізняються один від одного. Вузькість смуги пропускання і висока добротність є перевагою використання ВТНП-фільтрів. Проте при $D_f = 0,25\%$ АЧХ-фільтрів відрізняються один від одного за величиною загасання корисного сигналу в смузі прозорості : при $Q = 5000$ загасання складає - 1,5 дБ, а при $Q = 100\,000$ втрати що вносяться, не перевищують - 0,2 дБ. Таким чином, для досягнення високих характеристик добротності фільтрів повинна мати значення до 100 000, тоді як у традиційних фільтрів ця величина обмежена декількома тисячами.

Резонатори. Це одні з найбільш важливих пасивних мікроелектронних компонентів НВЧ-діапазону. Вважається, що застосування ВТНП керамічних плівок в резонаторах дозволить знизити шумовий сигнал в 100 і більше разів, а смугу пропускання зменшити більш ніж в 10 разів. Проте найвищу добротність мають об'ємні резонатори, виготовлені з металевих ВТНП [1].

Необхідність покриття великих територій з малою щільністю абонентів, вимагають великих рівнів пікової потужності (до тисяч ватів). Для досягнення поставленого завдання фільтри в традиційному виконанні не застосовуються в силу виродження надпровідності у ВТНП-плівці. Найбільш відповідним в даному випадку являється використання дискових ВТНП-резонаторів, працюючих з коливаннями виду TM_{010} і текучими радіально ВЧ-струмами [2]. Якщо для фільтрів приймальних пристроїв велике значення мають малі габарити, то однією з основних вимог до фільтрів передавальних пристроїв є велика допустима потужність, що пропускається. На думку деяких фахівців [1], при створенні компактних планарних фільтрів з дуже високою добротністю (більше 10^5) і допустимою потужністю 50 кВт або більш перспективне використання дискових резонаторів. Ця концепція використовувалася американськими і європейськими ученими, які розробили фільтри на базі $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$, - X і $\text{Tl}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_3\text{Cu}_3\text{O}_7$ - X плівок. При цьому досягається вигравш, у 8-10 разів в габаритах і масі при заміні традиційних об'ємних резонаторів на дискові з ВТНП-плівками.

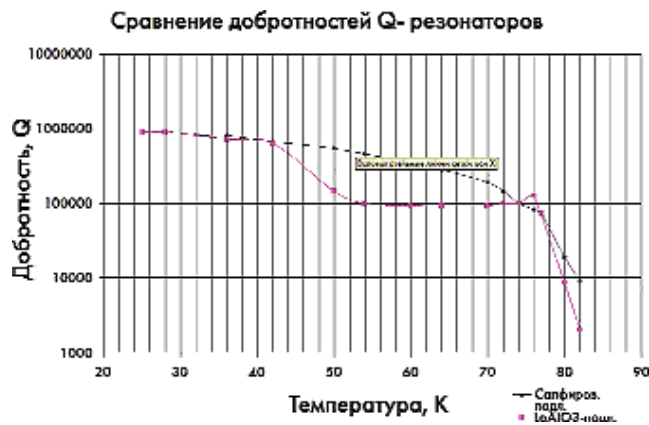


Рисунок 2 – Порівняння добротностей Q - резонаторів

Може бути зроблено припущення про досяжні робочі характеристики дискового резонатора і різних типів фільтрів ґрунтуючись на вимірній величині критичного магнітного поля [2]. При 60 K дуже хороші ВТНП-плівки дозволяють отримувати величину критичного поля близько 150 А/см це відповідає критичній циркулюючій потужності величиною 1125 Вт і 235 Вт для сапфірової і LaAlO₃ - підкладок товщиною 0,5 мм відповідно на частоті 2 ГГц. На рис. 2 зображена температурна залежність добротності (режим ТМ₀₁₀) ненавантаженого дискового резонатора від температури при різному матеріалі підкладки. Очевидно, що використання сапфірової підкладки є прийнятнішим, ніж LaAlO₃, оскільки добротність слабо змінюється в широкому температурному діапазоні [3].

Фазообертачі знаходять широке застосування в різних НВЧ-пристроях. Переналаштовувані фазообертачі розробляються на основі сегнетоелектриків. При зміні діелектричної проникності сегнетоелектрика під впливом електричного поля відбувається зміна фази сигналу, що проходить. За звичай як сегнетоелектрик використовується SrTiO₃, а для створення провідників — ВТНП-плівка. При 30 K фазовий зсув складає 28°[4].

У магнітопереналаштовуваному фазообертачі мікросмугова лінія зв'язана з феритовим (ЗП) осердям. Меандрова структура, довжина і ширина якої складаються відповідно 2,5 і 0,5 см, на частоті 10 ГГц при 77 K забезпечує фазовий зсув 700°.

Лінії затримки використовуються для забезпечення затримки сигналу від пікосекунд до мікросекунд при його мінімальному послабленні. Тому ВТНП-лінії затримки кращі за лінії на традиційних металах. У відрізок лінії надпровідника послаблення може бути на три порядки нижче, ніж в золотому провіднику тієї ж довжини і з таким же поперечним перерізом. Для отримання максимальної затримки в заданому об'ємі мікросмугові ВТНП-лінії можна виготовляти у вигляді меандру або спіралі на тонких діелектричних підкладках, а вже з них створювати багаторисну структуру. Щоб запобігти перехресним спотворенням між різними лініями, необхідно формувати поверхню заземлення (а ще краще дві, розташовані симетрично по обидві сторони від провідників мікросмугової лінії).

Фірма Superconductor Technologies виготовила лінію затримки на 1 нс на Tl₂Ba₂CaCu₂O_x кераміці. ВТНП-плівка наноситься на LaAlO₃ — підкладку за допомогою ексимерного лазера. Малюнок лінії затримки сформований за допомогою фотолітографії. Довжина і ширина лінії затримки складають 13,9 см і 50 мкм відповідно. Результати зіставлення з робочими характеристиками еквівалентної мідної лінії затримки на частоті 3,29 ГГц виявилися наступними: при 77 K ВТНП лінія затримки має в 10 разів менші втрати [5].

Висновки

Аналіз пристроїв на базі надвисокотемпературних провідників показав, що використання ВТНП дозволяє значно покращити характеристики. Так лінія затримки на ВТНП має до 10 разів менше втрати ніж мідна лінія. Фазообертач на ВТНП дозволяє забезпечити фазовий зсув до 700 градусів. А фільтри на базі ВТНП мають добротність до 100 000, а втрати що вносяться, не перевищують - 0,2 дБ

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гусева Л. Високотемпературні надпровідники. — «Електроніка: Наука, Технологія, Бізнес», 2/1999.
2. On Opt imum Design of Planar Microwave Components under Linearity Constraints. Alexey Shitvov, Dmitry Kozlov ,Alexander Schuchinsky . Accepted for Proce edings of the 9th I nternational Workshop on Multipactor, Corona and Passive Intermodulation (MULCOPIM ' 17) , 5 - 7 April 2017 , ESA/ESTEC , 2017.
3. Xuehui Guan , Compact Triple-Band High-Temperature Superconducting Filter Using Coupled-Line Stepped Impedance Resonator /Xuehui Guan , Yang Peng , Haiwen Liu , Jiuhuai Lei , Baoping Ren , Feng Qin , Pin Wen , Fan Liu , Yande Liu// IEEE Transactions on Applied Superconductivity. –vol 26, -2016.
4. Патент США US9509274 B,18.09.2014, Superconducting phase-shift system// Патент США US9509274 / Ofer Naaman, Mohamed Osama Abutaleb.
5. J Jia, G Zhao, Fabrication of superconducting YBa₂ Cu₃ O_{7-x} delay lines by a chemically modified sol-gel method / J Jia, G Zhao, L Lei, Q Huang, L Liu // Ceramics International – 2015.

Козін Дмитро Олегович — студент групи ТКП-136, факультет інфокомунікацій,радіоелектроніки та нано-систем , Вінницький національний технічний університет, Вінниця,е-mail: dimako962@yandex.ua

Науковий керівник:**Кичак Василь Мартинович** –доктор технічних наук ,професор кафедри телеко-мунікаційних систем та телебачення, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, е-mail: kychak@inrtzp.vntu.edu.ua

Dmitro O. Kozin - Department of infocommunications, electronics and nanosystems,Vinnytsia,e-mail:dimako962@yandex.ua

Supervisor:**Kychak V. Vasyl** -Ph.D.(Eng.),Associate Professor of Computer and Telecommunication Equipment,Vinnytsia,e-mail: kychak@inrtzp.vntu.edu.ua

ДИСКРЕТНА ПОСЛІДОВНІСТЬ ДЛЯ РОЗШИРЕННЯ СПЕКТРУ З УНІКАЛЬНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ АВТОКОРЕЛЯЦІЙНОЇ ФУНКЦІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Виконано аналіз автокореляційної функції дискретної послідовності, яка може застосовуватися для розширення спектру в технологіях широкосмугового радіодоступу та мобільного зв'язку. Наведено основні ознаки дискретних автокореляційних функцій, які в сукупності надають алгоритму реєстрації сигналу високу ступінь захисту від впливу завад.

Ключові слова: розширення спектру, дискретна послідовність, автокореляційна функція, властивості, алгоритм.

Abstract

The analysis of the autocorrelation function of a discrete sequence can be used to expand the range of broadband technologies in radio and mobile communications. The basic features of discrete autocorrelation functions, which together provide registration algorithm signal a high degree of protection from exposure to noise.

Keywords: spread spectrum, discrete sequence autocorrelation function, properties, algorithm.

Вступ

В технології широкосмугового радіодоступу стандарту IEEE 802.11 (Wi-Fi) застосовується розширення спектру методом прямої послідовності, який передбачає фактичну заміну початкових цифрових сигналів на тактових інтервалах їх існування одинадцятипозиційною послідовністю Баркера [1]. Такі послідовності, як відомо [2], володіють унікальною властивістю: незалежно від числа позицій M значення їх дискретних автокореляційних функцій (ДАКФ) для всіх $n \neq 0$ не перевищують одиниці. При цьому для $n = 0$ ДАКФ чисельно дорівнює M , тобто $B_u(0) = M$.

Для реалізації таких же задач можна запропонувати інші дискретні послідовності.

Результати дослідження

Розглянемо послідовності з груповим чергуванням блоків – N -блокові послідовності, де один блок – це структура, яка містить k позицій «1» і k позицій «-1». Наведемо для прикладу таку послідовність.

Триблокова послідовність, $k = 4$.

1 1 1 1 -1 -1 -1 -1 1 1 1 1 -1 -1 -1 -1 1 1 1 1 -1 -1 -1.

Визначимо для такої послідовності дискретну автокореляційну функцію за відомою формулою [2]. Результати розрахунків подамо у вигляді графіка.

$$B_u(n) = \sum_{\mu=-\infty}^{\infty} u_{\mu} u_{\mu-n}, \quad (1)$$

де $u_{\mu} u_{\mu-n}$ – добуток оригінала на копію послідовності, яка зміщена на n кроків.

На рис. 1 наведена ДАКФ для зміщень в один бік. Відомо, що автокореляційні функції парні, тому поведінка ДАКФ в області зміщень іншого знаку аналогічна. Можна назвати деякі унікальні властивості наведеної функції.

1. ДАКФ N -блокової послідовності, як і послідовності Баркера, для $n = 0$ чисельно дорівнює M .
2. ДАКФ можна умовно поділити на k -крокові зони p , у межах кожної з яких має місце стала різниця Δ_i між функціями для сусідніх кроків зміщення. Крім того, значення різниці у сусідніх зонах відрізняються на 2, причому вони зменшуються із зростанням кроку n .

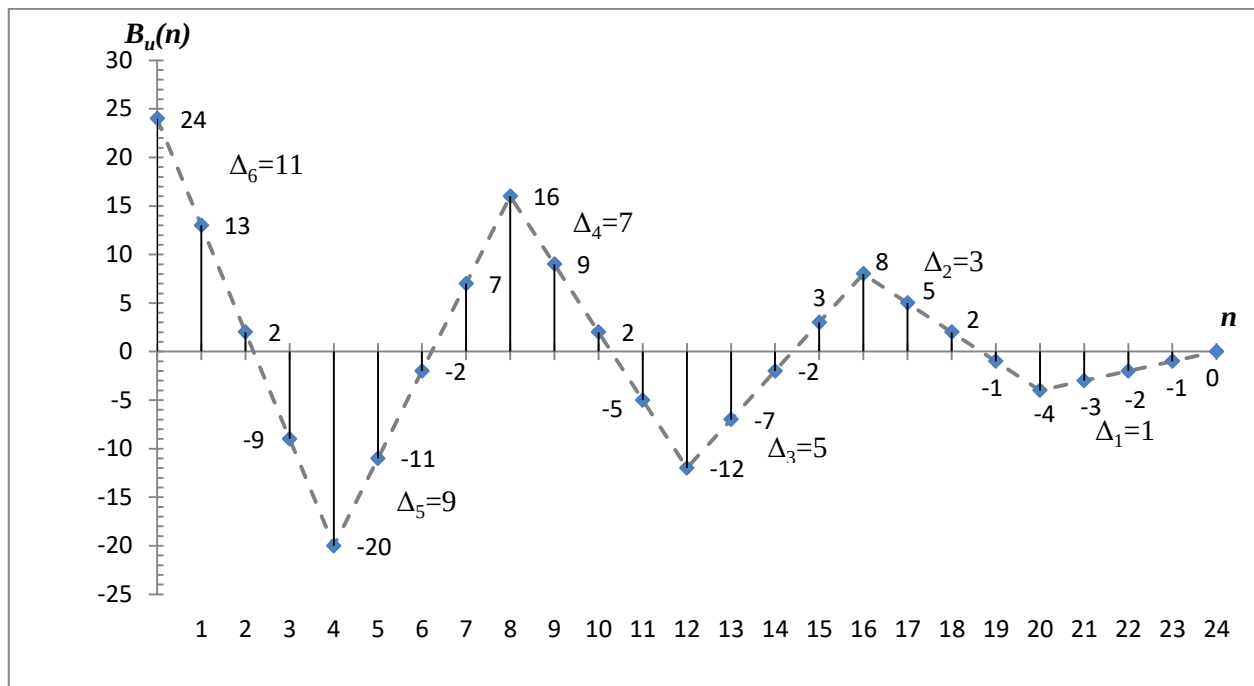


Рис. 1. Дискретна автокореляційна функція N -блокової послідовності з параметрами: $M = 24, k = 4$

Кількість зон зі сталим у межах зони значенням різниці Δ_i визначається за формулою:

$$p = \frac{M}{k}. \quad (2)$$

3. З віддаленням від головної пелюстки на значення, що відповідає кратному числу позицій k , автокореляційна функція зменшується на постійне значення, яке дорівнює числу k .

Висновки

Практична реалізація процедури розширення спектру та розробка алгоритму реєстрації сигналу з використанням послідовностей запропонованого типу базується на визначенні дискретної автокореляційної функції і урахування зазначених її властивостей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. В. М. Вишне夫斯基, А. И. Ляхов, С. Л. Портной, И. В. Шахнович – Широкополосные беспроводные сети передачи информации. Москва. Техносфера. – 2005. – 592 с.
2. Баскаков С. И. Радиотехнические цепи и сигналы: Учеб. для вузов по спец. «Радиотехника». – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1988 – 448 с.: ил.

Барась Святослав Тадіонович – канд. техн. наук, професор кафедри телекомунікаційних систем та телебачення, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: barasst@mail.ru.

Ковтун Валентина Андріївна – студентка групи ТК-16м, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет.

Baras Sviatoslav T. - candidate. Sc., professor of telecommunications systems and television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: barasst@mail.ru.

Kovtun Valentina A. - Faculty infocommunications, electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University.

ІНФОКОМУНІКАЦІЙНІ МЕРЕЖІ НА ОСНОВІ SHDSL ТЕХНОЛОГІЇ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто мережі широкосмугового доступу за технологією SHDSL, а також наведено основні характеристики і властивості високошвидкісної цифрової абонентської лінії xDSL (Digital Subscriber Line).

Ключові слова: високошвидкісна цифрова абонентська лінія (Digital Subscriber Line, DSL), SHDSL.

Abstract

Considers broadband access technology SHDSL and are the main characteristics and properties of high-speed digital subscriber line xDSL (Digital Subscriber Line).

Keywords: high-speed DSL (Digital Subscriber Line, DSL), SHDSL.

Вступ

Розширення ринку телекомунікаційних послуг вимагає стрімкого розвитку мережі абонентського доступу. Одним із варіантів є використання мереж доступу на основі технологій високошвидкісної цифрової абонентської лінії (Digital Subscriber Line, DSL). Швидкість передачі в цифровому симетричному каналі залежить від довжини абонентської лінії, її типу, параметрів, зовнішніх впливів.

Ці технології забезпечують високу пропускну здатність та використовують в якості ліній передачі виту мідну пару місцевої телефонної мережі, та дозволяють зберегти існуючий телефонний канал. Під час їх впровадження не потрібна заміна лінійного обладнання, що істотно зменшує загальну собівартість мережі доступу. Таким чином, технології xDSL перетворюють телефонну лінію у високошвидкісний канал передавання інформації.

Тому для подальшого розвитку мережі абонентського доступу необхідно досліджувати характеристики і властивості високошвидкісної цифрової абонентської лінії з передачею по одній парі Single Pair HDSL — SHDSL [1].

Актуальність дослідження даної технології полягає у визначенні можливостей збільшення швидкості, якості передачі і безпеки даних на існуючих кабельних з'єднувальних лініях електрозв'язку.

Результати дослідження

В основу SHDSL були покладені основні ідеї з використання способів лінійного кодування HDSL2. За рахунок цього зменшився взаємний вплив на сусідні лінії ADSL при швидкостях передачі вище 784 Мбіт/с, а також передбачена можливість вибору швидкості в діапазоні 192 - 2320 Мбіт/с. За рахунок розширення набору швидкостей передачі оператор може більш точно задовольнити потреби клієнтів.

Крім цього в SHDSL передбачена можливість використання двох пар одночасно, що дозволяє збільшити швидкість передачі до 4624 Мбіт/с [2]. За рахунок цього можна подвоїти максимальну швидкість на реальному кабелі. У порівнянні з двопарними, однопарні варіанти SHDSL забезпечують істотний виграш по апаратним витратам. Ресурс зниження вартості становить до 30% для модемів і до 40% для регенераторів. Виходячи з основних показників, можна сказати, що SHDSL, в порівнянні з однопарним варіантом 2B1Q (HDSL) дозволяє на 35 - 45% збільшити швидкість передачі даних при тій же дальності або на 15 - 20% збільшити дальність при тій же швидкості. Крім того, в SHDSL закладені базові можливості для використання в мережах доступу, використовуючи технології передачі з IKM, ATM, IP, FR [3]. Завдяки цьому SHDSL має широку сферу застосування і перевагу в порівнянні з HDSL по співвідношенню ціна / якість.

На відміну від інших високошвидкісних технологій (ADSL і VDSL), SHDSL найкраще підходить для організації абонентського доступу. Так, при максимальній швидкості забезпечує передачу 36 стандартних телефонних каналів. Тоді як в ADSL обмежуючим фактором є низька швидкість передачі від абонента до мережі (640 Мбіт/с), яка дозволяє організувати лише 9 телефонних каналів, не залишаючи трафіку для передачі даних. Технологія SHDSL знаходить застосування, як в сфері бізнесу, так і в квартирному секторі, що надає їй високу цінність.

Призначення SHDSL полягає в забезпеченні швидкого доступу в Інтернет, паралельно з телефонними послугами по одній симетричній парі, при цьому навантаження інтернет відокремлено від телефонного навантаження. Технологія SHDSL може використовуватися в якості доповнення до таких технологій доступу як HDSL, ADSL і VDSL [4].

Ще одне завдання, яке успішно вирішено в SHDSL технології – зниження енергоспоживання. Оскільки для дистанційного живлення використовується одна пара, що відкриває шлях до створення високоінтегрованого станційного обладнання.

Висновки

В даний час технологія SHDSL є найбільш досконалою і широко використовуваною технологією, яка призначена для передачі сигналів по парам мідних провідників. Найчастіше ця технологія застосовується для «останньої милі». Серед xDSL технологій, найбільш широке поширення отримала HDSL технологія.

Технологія SHDSL дозволяє здійснювати високошвидкісний доступ в інтернет та якісну передачу великої кількості інформації. Також за допомогою SHDSL технології можливо отримувати інформацію через інтернет, користуватися IP-телефонією (міська, міжміська, міжнародний зв'язок) та відеоконференцзв'язком.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1.Балашов В.А. Технологии широкополосного доступа xDSL / Инженерно-технический справочник /Балашов В.А., Лашко А. Г., Ляховецкий Л.М.; под общей редакцией В.А. Балашова. – М.: Эко-Трендз, 2009. 256 с.
2. Бортник Г.Г. Системи передавання в електрозв'язку. Г.Г. Бортник, О.А. Семенюк, О.В. Стальченко – Навчальний посібник - Вінниця: ВНТУ, 2006.- 138 с.
3. Под редакцией В.Ю. Деарт, Д.М. Броннер Асимметричная цифровая абонентская линия. Теоретические основы. Учебное пособие. 2001- 41с
4. Бортник Г.Г. Методи та засоби оцінювання параметрів абонентських ліній зв'язку. Г.Г. Бортник, В.М. Кичак, В.Ф. Яблонський – Вінниця: УНІВЕРСУМ – Вінниця, 2006.- 139 с. ISBN 966-641-183-0.

Палагнюк Дмитро Михайлович – студент групи ТКТ-146, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail : skorpio.d@mail.ru

Науковий керівник: *Васильківський Микола Володимирович* – к.т.н, доцент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com.

Palahniuk Dmytro M. – student of Faculty infocommunications, electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: skorpio.d@mail.ru

Supervisor: *Vasykivskyi Mikola Volodymyrovych* – Ph.D., Senior lecturer of the Chair of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com

АПАРАТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМ ОБРОБКИ 3D ГРАФІКИ

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто конфігурації апаратного забезпечення для програм 3D графіки, зокрема: мінімального, середнього та високого рівня.

Ключові слова: 3D, мінімальний рівень, середній рівень, високий рівень.

Abstract

Considered hardware configurations for using 3D graphics programs, including: minimum, medium and high level.

Keywords: 3D, minimum level, medium level, high level, render.

Вступ

Початком розвитку 3D графіки вважають звичайне 2D зображення. Завдяки багаторічним розробкам, людство дізналося, що таке відео-дизайн і тривимірні зображення.

Розвиток апаратного забезпечення, прискорює такі частини роботи як: створення, моделювання, рендеринг, симуляція, анімація моделі [1]. За допомогою ВОСП, є можливість виконання рендеру в режимі реального часу на віддаленій рендер-фермі, що дає змогу зменшити витрати на покращення апаратного забезпечення.

Актуальністю покращення апаратного забезпечення є перспектива збільшення швидкості рендеру і моделювання, та загалом покращення швидкодії.

Основна частина

Найбільш поширеним програмним забезпеченням для 3D графіки є: 123D Design, 3DTin, CubeTeam, Cubify Invent, Design Spark Mechanical, FreeCAD, Geomagic Design, Inventor, Rhino 3D, SketchUp, Solidworks, TinkerCAD, 123D Creature, 3ds Max, Blender, Cinema 4D, Maya, 123D Sculpt, Cubify Sculpt, Leopold, Sculptis, SculptGL, ZBrush [2].

Необхідна пропускна здатність волоконно-оптичної системи передачі для передавання 3D даних близька до 15 Гбіт/с.

Конфігурація ПК мінімального рівня: 2Гб оперативної пам'яті, процесор Intel або AMD 2.4 ГГц, відеокарта не менше 1Гб пам'яті. Можливостями даної конфігурації є тільки моделювання малої кількості та рендеринг низько полігональних об'єктів.

Конфігурація ПК середнього рівня: мінімум 4 Гб оперативної пам'яті (тобто двоканальний режим), центральний процесор AMD 64 або Intel 64 технологія SSE2, не менше 3Гб вільного місця на жорсткому диску, на жорсткому диску файли підкачки об'ємом 4Гб, відеоадаптер з підтримкою технології Direct3D 9, Direct3D 10 або OpenGL (2Гб відео пам'яті). Можливостями даної конфігурації є моделювання, рендеринг високо полігональних об'єктів, часткова анімація сцени.

Конфігурація ПК високого рівня: 8-16 GB оперативної пам'яті, центральний процесор AMD FX-8350 або Intel Core i7-3770K, не менше 7Гб вільного місця на жорсткому диску, на жорсткому диску файли підкачки об'ємом 8Гб, відеоадаптер з підтримкою технології Direct3D 11, Direct3D 12 або OpenGL (2Гб відео пам'яті). Можливостями такої конфігурації та краще є: моделювання великої кількості високо полігональних об'єктів, повна анімація та візуалізація сцени, паралельний рендеринг.

Найбільше апаратне забезпечення використовується для рендерингу – процесу отримання зображення за моделлю з допомогою комп'ютерної програми, та анімації сцени [3].

Швидкість рендеру сцени напряму залежить від кількості оперативної пам'яті та швидкодії процесору, для домашнього та офісного використання доцільно збільшувати оперативну пам'ять та замінити процесор більш потужним, але у більшому масштабі доцільно використовувати так звані

рендер-ферми - комп'ютерний кластер для рендерингу комп'ютерної графіки, що використовується для візуальних ефектів у фільмах та на телебаченні [4].

Внаслідок великого обсягу однотипних обчислень рендеринг можна розбивати на потоки. Тому для рендеринга актуально використання багатопроцесорних систем. Останнім часом активно ведеться розробка систем рендеринга, що використовують GPU замість CPU, і вже сьогодні їх ефективність для таких обчислень набагато вища.

Висновки

Використання потужного апаратного забезпечення багатократно прискорює роботу з 3D графікою, зокрема рендером кінцевого продукту. На даний час гостро постає питання рендеру у реальному часі, оцінка кількості обчислень, необхідних для рендеринга в реальному часі, становить сотні TFLOPS. І, тим не менше, потреба в такому рендерингу постійно зростає з боку технологій, таких, як віртуальна хірургія і швидке прототипування.

Дистанційне виконання 3D проектів дозволяє виконувати їх у режимі *freelance*, що дозволяє ділити одну роботу на декілька людей для прискорення її виконання.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- 1.История 3D графики— Режим доступа до. : <http://web-lance.net/istoriya-3d-grafiki.html>.
- 2.3D Моделирование программное обеспечение и инструменты — Режим доступа до. :<http://www.rarusprint.com.ua/3d-programs/>
- 3.Рендеринг — Режим доступа до. <https://uk.wikipedia.org/wiki/Рендеринг>
- 4.Рендер-ферма— Режим доступа до. <https://uk.wikipedia.org/wiki/Рендер-ферма>

Климчук Олег Дмитрович — студент групи ТКТ-16мс, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: leon6871@gmail.com

Науковий керівник: **Васильківський Микола Володимирович** – к.т.н, доцент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com.

Oleg Klimchuk — Department of Infocommunication, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: leon6871@gmail.com

Supervisor: **Vasylykivskyi Mikola**– Ph.D., Senior lecturer of the Chair of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com.

НАДВИСОКОЧАСТОТНИЙ ІМПУЛЬСНО-КОДОВИЙ МОДУЛЯТОР НА БАЗІ ПЕРЕХОДІВ ДЖОЗЕФСОНА

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано метод побудови імпульсно-кодowego модулятора паралельного типу з компараторів на базі надпровідникових квантових інтерферометрів на переходах Джозефсона, що дозволить підвищити граничну частоту таких пристроїв до одиниць терагерц.

Ключові слова: імпульсно-кодowski модулятор, переходи Джозефсона, надпровідність, балансні компаратори.

Abstract

The method of construction of parallel-type pulse-code modulator from comparators based on superconducting quantum interferometers on Josephson junctions was proposed, which will increase the maximum frequency of such devices to several terahertz.

Keywords: pulse-code modulator, Josephson junctions, superconductivity, balance comparators.

Вступ

Одними із основних чинників, які стримують підвищення тактової частоти сучасних напівпровідникових процесорів є величина енергії, яка витрачається на перемикання, та швидкодія мікросхем, на які побудовані цифрові радіотехнічні пристрої. Одним із шляхів радикального підвищення продуктивності, швидкодії та зниження енергоспоживання є здійснення обробки сигналів у діапазоні надвисоких частот та застосування нових фізичних явищ для побудови цифрових радіотехнічних пристроїв, які використовують високотемпературну надпровідність та ефект Джозефсона.

Застосування цих явищ дає можливість перейти в діапазн міліметрових та субміліметрових хвиль, суттєво зменшити енергію, яка витрачається на перемикання, через те, що її граничне значення для напівпровідникової електроніки становить 10^{-13} Дж/біт, а для надпровідникової – 10^{-18} Дж/біт [1]. Гранична частота пристроїв на базі надпровідності та переходів Джозефсона може становити кілька сотень ГГц, а для випадку застосування ВТНП – кілька одиниць ТГц.

Результати дослідження

В цій праці запропоновано для побудови імпульсно-кодowych модуляторів паралельного типу використовувати компаратори на базі надпровідникових квантових інтерферометрів [2]. На рис. 1 наведена схема паралельного ІКМ, що формує на виході n -розрядний цифровий код Грея. Вхідний сигнал I послідовно ділиться навпіл і надходить до лінійки ідентичних балансних компараторів з періодичними порогами.

Вихід першого компаратора є найменш значущим бітом (LSB – least significant bit), а вихід останнього компаратора є найбільш значущим бітом (MSB – most significant bit), що закодовані у код Грея. У n -розрядному ІКМ перший компаратор отримує 2^{n-1} раз струму, прикладеного до останнього компаратора. Коли вхідний сигнал зростає, кожен компаратор переходить через декілька порогів. На відміну від стандартного двійкового коду, в коді Грея тільки один з вихідних бітів змінюється між послідовними цифровими числами. Таким чином, код Грея менш чутливий до помилок, що виникають через незначні розбіжності порогів компаратора. Отже, при використанні коду Грея знижується імовірність бітових помилок.

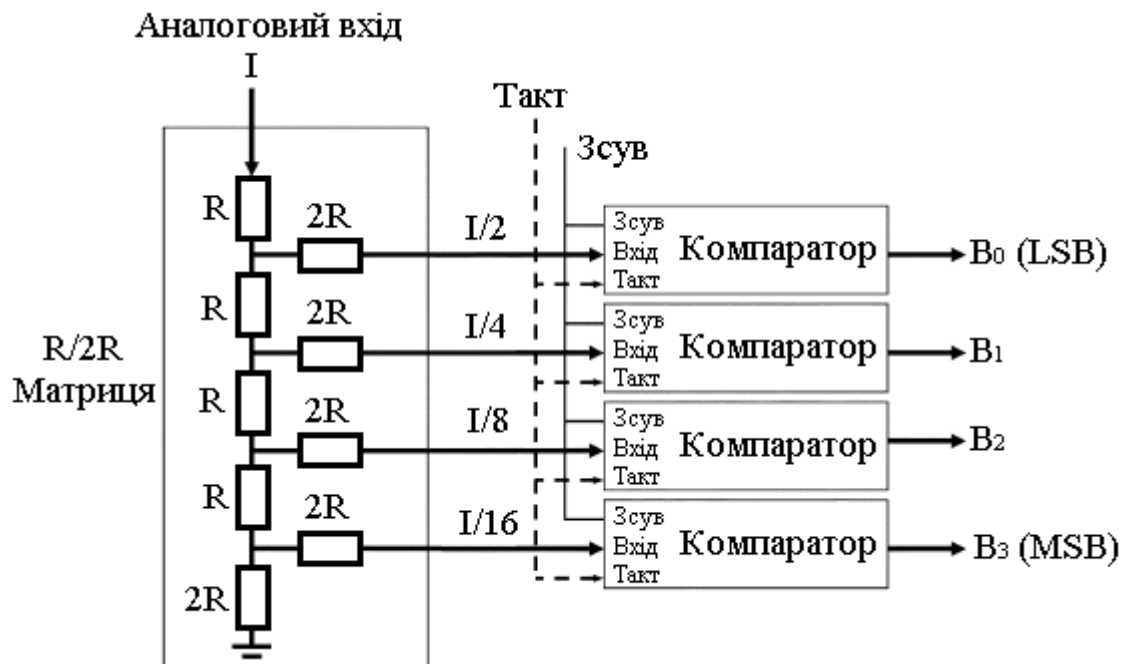


Рис. 1. Схема 4-розрядного паралельного ІКМ з R/2R матрицею та n сквід періодичними компараторами

Висновки

Встановлено, що запропонований метод побудови імпульсно-кодового модулятора паралельного типу з компараторів на базі надпровідникових квантових інтерферометрів на переходах Джозефсона дозволить підвищити граничну частоту подібних пристроїв до сотень ГГц та навіть одиниць ТГц.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Корнев В. К. Эффект Джозефсона и его применение в сверхпроводниковой электронике / В. К. Корнев // Соросовский образовательный журнал. – 2001. – Т. 7. – № 8. – С. 83-90.
2. Аскерзаде И. Н. Джозефсоновские стробоскопические преобразователи / И. Н. Аскерзаде // Журнал технической физики. – 2006. – Т. 76. – № 4. – С. 1-8.

Кичак Василь Мартинович — докт. техн. наук, профессор кафедры телекомунікаційних систем та телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Кичак Володимир Васильович — канд. техн. наук, доцент кафедри телекомунікаційних систем та телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Гузь Максим Дмитрович — аспірант кафедри телекомунікаційних систем та телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: huz.maksim@gmail.com

Науковий керівник: **Кичак Василь Мартинович** — д-р техн. наук, профессор телекомунікаційних систем та телебачення, декан факультету інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Kychak Vasyl M. — Dr. Sc. (Eng), Professor of Telecommunication Systems and Television Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Kychak Volodymyr V. — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Telecommunication Systems and Television Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Huz Maksym D. — Department of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : huz.maksim@gmail.com

Supervisor: **Kychak Vasyl M.** — Dr. Sc. (Eng.), Professor of Telecommunication Systems and Television Department, Dean of Infocommunications, Radio Electronics and Nanosystems Faculty, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

М. В. Васильківський¹Г.Л. Антонюк¹О.С. Полуденко¹

МЕРЕЖА ШИРОКОСМУГОВОГО ДОСТУПУ НА ОСНОВІ FTTC - ТЕХНОЛОГІЇ

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній роботі розглянуто функціональні характеристики та параметри мережі широкосмугового доступу на основі FTTC технології.

Ключові слова: ВОСП, широкосмуговий доступ.

Abstract

In this paper, the functional characteristics and parameters of broadband access based on FTTC technology.

Keywords: FOTS, broadband access.

Вступ

Сучасний розвиток систем широкосмугового доступу в основному базується на використанні ВОЛЗ. Для організації волоконно-оптичного широкосмугового доступу застосовуються різні види архітектур побудови оптичних мереж доступу (ОМД) на основі FTTx технологій. Волоконно-оптичні технології забезпечують мультисервісний доступ абонентів до всіх широкосмугових послуг зв'язку. Тому проектування волоконно-оптичної мережі доступу з наближенням оптичного волокна до абонента є актуальним завданням.

Основна частина

FTTC – це покращений варіант FTTN (Fiber to the Node). При використанні FTTC технології побудови ОМД в основному використовуються мідні кабелі, що прокладені всередині будівель та в телефонній каналізації і захищені від зовнішніх впливів та забезпечують високу швидкість передачі по абонентській лінії. Технологія FTTC в першу чергу призначена для операторів, які вже використовують технології xDSL (Digital subscriber line) або PON (Passive optical network) та операторів кабельного телебачення. Реалізація цієї технології дозволяє зменшити витрати при нарощуванні кількості абонентів, при заданій робочій смузі пропускання. Цей тип підключення використовується невеликими операторами Ethernet-мереж, оскільки має нижчу собівартість з'єднувальних (мідних) ліній зв'язку. [1]

При проектуванні мережі абонентського доступу (МАД) із застосуванням технології FTTB (Fiber To Building) можуть виникати проблеми, пов'язані з узгодженням технічних параметрів обладнання і оптичного кабелю до умов будівництва, монтажу та подальшої експлуатації. Тому на етапі проектування, необхідно здійснювати відповідні інженерні розрахунки параметрів ВОЛТ для забезпечення належного рівня якості проектних робіт.

Одним з основних параметрів проектування ВОЛТ для ОМД є розрахунковий бюджет оптичної потужності елементарної кабельної ділянки. При цьому забезпечується необхідна якість передачі інформації в ВОЛТ без використання оптичних підсилювачів з врахуванням втрат потужності і дисперсійних спотворень в оптичному кабелі. Розрахунковий запас оптичної потужності визначається як, різниця між енергетичним потенціалом волоконно-оптичної системи передачі і втратами оптичної потужності в ОВ, з урахуванням перешкод і спотворень оптичних імпульсів в ВОЛЗ [2].

$$A_{ez} = W - A_{ekd} - \alpha_{\Sigma_{dod}}$$

де W – потужність передавача волоконно-оптичної системи передачі;

$A_{\text{екд}}$ – затушення потужності оптичних сигналів на елементарній кабельній ділянці (ЕКД) разом з монтажними кабелями;

$\sum \alpha_{\text{доод}}$ – сумарне значення додаткових втрат в кабельній лінії, dB.

На рисунку показана узагальнена структура ділянки ОМД на основі FTTC - технології:

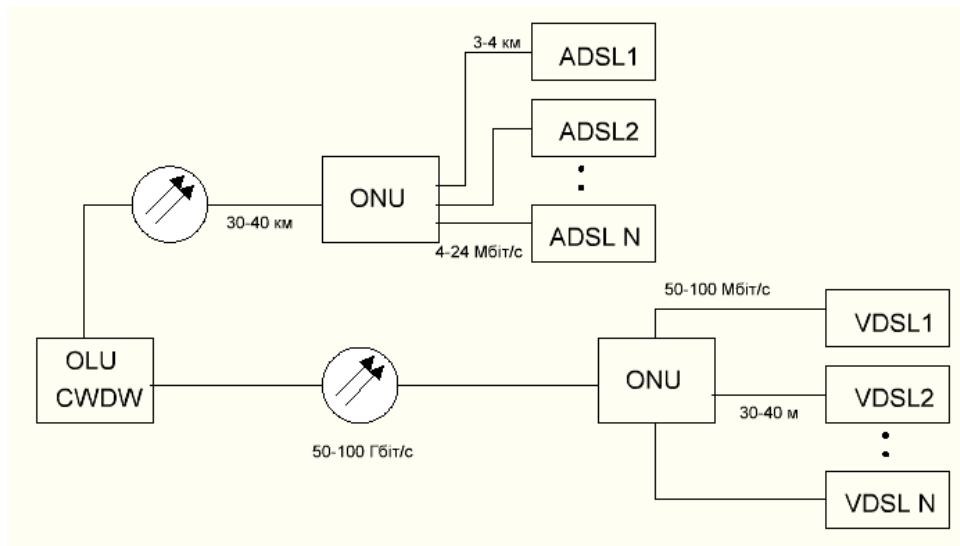


Рис.1– Узагальнена структурна схема ОМД на основі технології FTTC

Висновки

Підвищений попит на послуги обміну даними між користувачами широкосмугових телекомунікаційних мереж зв'язку при високій надійності їх роботи створює передумови інтенсивного використання мереж Ethernet FTTC, PON. Незважаючи на незначні недоліки ці технології побудови ОМД, становлять великий інтерес для сервіс-провайдерів та мають перспективи розвитку. Технологія FTTC передбачає використання простого абонентського обладнання, тому характеризується нижчою собівартістю у порівнянні з повністю волоконною абонентською лінією. Вартість монтажу FTTC обладнання набагато нижче оптичної мережі. FTTC можна вважати варіантом ОМД з комбінованим лінійним трактом, що робить цей спосіб економічно вигідним.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бортник Г.Г. Системи передавання в електрозв'язку. Г.Г. Борник, О.А. Семенюк, О.В.Стальченко – Навчальний посібник - Вінниця: ВНТУ, 2006.- 138 с.
2. Алексеев. Е.Б. Оптические сети доступа / Е.Б. Алексеев. – М.: ИПК при МТУ СИ, 2005. – 140 с.

Васильківський Микола Володимирович – канд., техн. наук, доцент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com

Антонюк Ганна Леонідівна — студент групи РТТ-136, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: annaantonuk@gmail.com

Полуденко Ольга Сергіївна — студент групи РТТ-136, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: raffaello43@mail.ru

Vasylykivskyi Mykola V.— Ph.D., Senior lecturer of the Chair of Telecommunication System and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com

Antoniuk Anna L. — Department of Infocommunication, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia,, e-mail: annaantonuk@gmail.com

Poludenko Olga S. — Department of Infocommunication, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: raffaello43@mail.ru

Перспективи використання ІР-телефонії

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація.

Розглянуто перспективи використання ІР-телефонії, переваги та показник якості.

Ключові слова: ІР-телефонія.

Abstract.

The prospects of the use of IP-telephony, its advantages and Quality.

Keywords: IP-telephony.

Вступ

Інформаційно-комунікаційні технології і послуги в даний час є ключовим чинником розвитку всіх галузей соціально-економічної сфери. ІР-телефонія дозволяє використовувати будь-яку широкосмгову телекомунікаційну мережу як засіб організації та ведення телефонних розмов, передачі відеозображень та факсів у режимі реального часу. ІР-телефонія перетворилася на справжній інструмент для ведення бізнесу, а для багатьох стала безальтернативним способом спілкування з близькими та колегами. Це пояснюється це не тільки тим, що даний вид зв'язку здійснюється через Інтернет і тому є значно дешевшим традиційної телефонії, але й наявністю різних додаткових сервісів.

В міжнародних організаціях і форумах йде постійно створюються нові стандарти і протоколи, пов'язані з передачею мови в мережах з пакетною комутацією. Виробники апаратного та програмного забезпечення регулярно представляють на ринок свої нові продукти.

Актуальність даної теми полягає в тому, що надійність і доступність зв'язку та телекомунікаційних послуг у нашій країні давно є гострою проблемою, а саме: інформаційні послуги, високошвидкісний доступ в Інтернет, відео, кабельне телебачення, ІР-телефонія і т.п.

Основна частина

Робота пристроїв в мережі Інтернет здійснюється з використанням спеціального Інтернет-протоколу (Internet Protocol – IP). В даний час ІР-протокол використовується не тільки в мережі Інтернет, але і в інших мережах передачі даних з пакетною комутацією (локальних, корпоративних, регіональних і ін.).

ІР-телефонія дозволяє економити робочу смугу пропускання каналів, що забезпечує зниження тарифів, особливо на міжміські і міжнародні телефонні розмови.

ІР-телефонія пропонує користувачам абсолютно нові, можливі (сервіси і додатки), недоступні для традиційної телефонії. Економія витрат на телефонний зв'язок відіграє не останню роль навіть з урахуванням більш низької, але прийнятної якості передачі розмови. Все це говорить про те, що ІР-телефонія за великим рахунком вигідна всім: користувачам, операторам мережі та виробникам телекомунікаційного обладнання.

Користувач ІР-телефонії окрім переваг телефонної мережі загального користування, які включають широкий діапазон послуг, простоту використання, надійність і якість голосу отримує додаткові переваги:

- більш низькі ціни на традиційні послуги телефонного зв'язку;
- ІР-телефонія одночасно підтримує голос і дані, тобто додаткові переваги від економії в розвитку, які можливі за рахунок використання єдиної мережі, а також за рахунок швидкого перерозподілу робочої смуги між даними та розмовним трактом, захист даних клієнта;
- феноменальна мобільність користувача в мережі ІР-телефонії: дзвінки і факси автоматично перенаправляються в будь-яку точку світу, користувачі мають доступ до одного і того ж набору послуг незалежно від того, де і як вони підключаються до мережі. Розподілена архітектура ІР-мереж забезпечує хорошу гнучкість і відсутність прив'язки до місця надання послуги;
- новий набір абонентських пристроїв доступу, від традиційних телефонів і факсів до комп'ютерів;
- доступ до нових послуг (голосова пошта, конференцзв'язок, передача факсу і ін.) через відкритий інтерфейс архітектури мережі на базі ІР, що забезпечує сумісність для широкого спектру розробників додатків;
- можливість налаштування (зміни) набору послуг.

Для Інтернет-провайдерів послуга Інтернет-телефонії забезпечує наступні переваги:

- заощадження капітальних вкладень за рахунок використання відкритих комп'ютерних платформ;
- зниження експлуатаційних витрат через надання різноманітних послуг в єдиній мережі;
- відкрите середовище провайдера послуги забезпечує більш конкурентну, а отже дешевшу розробку нових послуг;

Для IP-телефонії важлива динаміка передачі інформаційних сигналів, яка забезпечується сучасними методами кодування і передачі інформації, а також збільшенням пропускної здатності каналів, що створює умови успішної конкуренції IP-телефонії з традиційними телефонними телекомунікаційними мережами.

Їх основним призначенням виходячи із загальних принципів реалізації мереж IP-телефонії її користувачі повинні одержувати надання аналогічних послуг традиційному телефонному зв'язку. Проте використання IP-мережі в якості транспортної архітектури дозволяє провайдерам надавати користувачам цілий набір додаткових послуг, заснованих на протоколі IP-(передача даних, повідомлень факсиміле, електронної пошти, відео і ін.). Особливості надання послуг IP-телефонії і інших видів IP-послуг висувають специфічні вимоги до організації біллінга і менеджменту користувачів.

Розвитком IP-телефонії в основному займаються провайдери Internet послуг. Поширення IP-телефонії в Україні перешкоджає кілька факторів: відсутність достатньо надійної інфраструктури каналів зв'язку, хоча ситуація поступово покращується завдяки введенню волоконно-оптичних каналів всередині країни та закордон; не зацікавленість організації, що забезпечують традиційні послуги зв'язку в розвитку IP-телефонії. Тому найбільш інтенсивно використовується Intranet-телефонія всередині великих корпоративних компаній. Послуги ж Internet-телефонії надають лише кілька провайдерів, зокрема Infocom, Sovam Teleport, IP Telecom, які можуть забезпечити відповідну якість зв'язку. І хоча якість IP-телефонії є невисокою, у порівнянні з телефонними мережами, проте чому б не надати перевагу менш якісному, але значно дешевшому зв'язку.

Висновок

Таким чином, реалізація IP-телефонії вимагає нового підходу до побудови систем менеджменту і біллінга в IP-мережах. Провайдери повинні мати системи, які забезпечать комплексні можливості в реальному масштабі часу, необмежену гнучкість і масштабованість для менеджменту і прискореного упровадження мультисервісних IP-послуг. Це дозволить їм швидко впроваджувати нові послуги, знижувати тарифи, ефективно управляти користувачами і здійснювати розрахункові операції при збереженні достатньої гнучкості до вимог телекомунікаційного ринку послуг.

Список використаної літератури:

1. IP – телефония. Мифы и реальность. //Компьютер-пресс. 1999г., №4
2. Новые системы связи. //Hard & Soft, 2000г., №5
3. <https://uk.wikipedia.org/wiki/IP-телефонія>
4. Татарников О. Перспективы развития средств связи и информационных технологий // Компьютер Пресс. - 2006. - №1.
5. Прохоров А. Прогнозы развития информационных технологий // Компьютер Пресс. - 2006. - №1.
6. Виктор Мазнюк, Сергей Галушка "Компьютер и телефон: работаем вместе", ж-л "Компьютерное обозрение", №16, 30 апреля 1998.
7. Сергей Галушка "Программная мозаика для систем компьютерной телефонии", ж-л "Компьютерное обозрение", №16, 30 апреля 1998.
8. Владимир Табаков "Позвоним через IP", ж-л "CHIP", 9'98.

Тишук Дмитро Сергійович – студент групи ТКТ-14б, факультету Інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Хмельницьке шосе 95, м. Вінниця, e-mail: tyshchuk_dmitriy@ukr.net

Васильківський Микола Володимирович – канд. техн. наук, доцент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com.

Tyschuk Dmitry S. – the student group TKT-14b, faculty infocommunications, electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Khmelnytsky Highway 95, m. Vinnytsya, e-mail: tyshchuk_dmitriy@ukr.net

Vasylykivskyi Mikola V. – Ph.D., Senior lecturer of the Chair of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com.

Використання методів OFDM/OFDMA в системі WiMAX

¹Вінницький національний технічний університет**Анотація.***Розглянуто використання методу OFDM / OFDMA в системах WiMAX.***Ключові слова:** OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiple Access), Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX), Multicarrier Modulation (MCM), OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access).**Abstract.***The use of the method OFDM / OFDMA in systems WiMAX.***Keywords:** OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiple Access), Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX), Multicarrier Modulation (MCM), OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access).**Вступ**

WiMAX Стандарт IEEE 802.16 — стандарт безпроводного зв'язку, що забезпечує широкосмуговий зв'язок на значні відстані зі швидкістю, порівняною з кабельними з'єднаннями. Назву «WiMAX» було створено WiMAX Forum — організацією, яку засновано в червні 2001 року з метою просування і розвитку WiMAX. Форум описує WiMAX як «засновану на стандарті технологію, яка надає високошвидкісний бездротовий доступ до мережі, альтернативній виділені лініям і DSL».

На фізичному рівні в стандарті IEEE 802.16-2004 визначені три методи передачі даних: метод модуляції однієї несучої (SC), метод ортогонального частотного мультиплексування (OFDM) і метод множинного доступу на основі такого мультиплексування (OFDMA). Специфікація фізичного рівня Wireless MAN-OFDM є найбільш цікавою з точки зору практичної реалізації. Вона базується на технології OFDM, що значно розширює можливості обладнання, зокрема, дозволяє працювати на відносно високих частотах в умовах відсутності прямої видимості. Крім того, в неї включена підтримка топології «кожен з кожним» (mesh), при якій абонентські пристрої можуть одночасно функціонувати і як базові станції, що сильно спрощує розгортання мережі та допомагає подолати проблеми прямої видимості.

Актуальність цього методу полягає в тому, що технологія WiMAX ґрунтується на стандарті IEEE 802.16, є технологією для розгортання широкосмугових безпроводних мереж четвертого покоління 4G.

Основна частина

Під аббревіатурою WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) розуміється технологія операторського класу, яка заснована на сімействі стандартів IEEE 802.16, розроблена міжнародним інститутом інженерів з електротехніки та електроніки (IEEE). У стандартах IEEE 802.16 визначаються фізичний рівень і рівень управління доступом для систем фіксованого бездротового широкосмугового доступу масштабу міста.

Основні параметри стандартів IEEE 802.16 і IEEE 802.16-2004 представлені в табл. 1.

Параметр	IEEE 802.16	IEEE 802.16-2004
Діапазон частот	10-66 ГГц	2-11 ГГц
Умови використання	Пряма видимість	Пряма и непряма видимість
Швидкість передачі даних	32-134 Мбіт/с	1-75 Мбіт/с
Модуляція	Одна несуча (SC) маніпуляція QPSK, QAM-16, QAM-64	Одна несуча (SC) маніпуляція QPSK, QAM-16, QAM-64. OFDM 256 піднесучих, OFDM 2048 піднесучих, маніпуляція BPSK QPSK, QAM-16, QAM-64, опціонально QAM-256
Тип дуплекса	TDD/FDD	TDD/FDD
Ширина каналу	20, 25, 28 МГц	1,25-20 МГц
Радіус зони покриття	2-5 км	4-6 км

Таблиця 1. Основні параметри стандартів IEEE 802.16 і IEEE 802.16-2004

Worldwide Interoperability for Microwave Access (WiMAX) – телекомунікаційна технологія, розроблена з метою забезпечення універсального безпроводового зв'язку на великих відстанях для широкого спектру пристроїв (від робочих станцій і портативних комп'ютерів до мобільних телефонів). Системи WiMAX забезпечують широкосмуговий зв'язок на площі радіусом більше 30 км з пропускною здатністю до 70 Мбіт/с.

WiMAX відрізняється від інших радіотехнологій тим, що завдяки методу OFDM стабільно працює навіть за відсутності прямої видимості між антенами базової станції і абонентським пристроєм, використовуючи відбитий сигнал. Ця унікальна властивість дає змогу підтримувати стабільний високочастотний канал в умовах щільної міської забудови.

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) – ортогональне частотне розділення каналів. OFDM є окремим випадком техніки передавання даних з допомогою багатьох підносійних (Multicarrier Modulation – MCM). Головний принцип MCM полягає в тому, щоб розділити основний потік бітів на ряд паралельних підпотоків з низькою швидкістю передавання і потім використовувати їх для модуляції багатьох носійних (підносійних). При цьому до кожної з підносійних може застосовуватись будь-який тип модуляції. Перетворення Фур'є дозволяє розділити частотний діапазон на підносійні, спектри яких перекриваються, але залишаються ортогональними. Це означає, що кожна з підносійних має ціле число коливань на період передавання символу. В методі OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access – множинний доступ з ортогональним частотним розділенням) множина підносійних розділяється на N груп. Кожна група має M підносійних, з яких формується M підканалів – по одній підносійній з групи.

Метод OFDMA дозволяє отримати значну гнучкість при керуванні різними пристроями користувачів з різними типами антен. Він зменшує взаємні завади для пристроїв із всенаправленими антенами і покращує прийом в умовах непрямой видимості, що дуже важливо для мобільних користувачів. Підканали можуть бути розподілені між собою різними абонентами в залежності від умов передавання і необхідної пропускної здатності. Цим досягається більш ефективне використання ресурсів.

Розбиття на підканали покращує продуктивність, оскільки потужність сигналу, що передається пристроєм користувача, обмежена. При використанні OFDM пристрій передає дані, використовуючи весь набір підносійних. OFDMA підтримує множинний доступ, за допомогою якого передавання проводиться тільки на підносійних виділеного користувачу підканалу.

Висновки

Стандарт WiMAX сьогодні перебуває на стадії тестування. Єдина конкурентоспроможна версія стандарту, для якої існує ліцензія на обладнання, – це Fixed WiMAX. Однак провайдери не поспішають замінювати дороге, але вже працююче обладнання новим, бо це вимагає істотних вкладень без можливості підняти продуктивність (і, відповідно, ціну на послуги) та повернути вкладені кошти швидко.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. S. Kittipiyakul and T. Javidi, "A Fresh Look at Optimal Subcarrier Allocation in OFDMA Systems", UW Technical Report, University of Washington, 200.
2. Інфокомунікаційні системи та технології. Науково-технічна конференція студентів та аспірантів кафедри звукотехніки та реєстрації інформації факультету електроніки НТУУ "КПІ" 19-20 квітня 2010р. - Київ, НТУУ "КПІ", 2010. - с.38
3. http://wiki.kspu.kr.ua/index.php/Технологія_WiMAX - Технологія WiMAX — Вікі КДПУ.

Тишук Дмитро Сергійович – студент групи ТКТ-14б, факультету Інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Хмельницьке шосе 95, м. Вінниця, e-mail: tyshchuk_dmitriy@ukr.net

Васильківський Микола Володимирович – канд. техн. наук, доцент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com.

Tyschuk Dmitry S. – the student group TKT-14b, faculty infocommunications, electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Khmelnytsky Highway 95, m. Vinnytsya, e-mail: tyshchuk_dmitriy@ukr.net

Vasylkivskyi Mikola V. – Ph.D., Senior lecturer of the Chair of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com.

Ефективна ВОСП з ОП EDFA

¹ Вінницький національний технічний університет**Анотація**

У даній роботі запропоновано покращений варіант структури ВОЛТ за рахунок введення оптичних підсилювачів EDFA.

Ключові слова: оптична мережа, оптичний підсилювач, EDFA, ВОСП, ВОЛТ.

Abstract

This paper presents an improved version of FOLP structure by introducing optical amplifiers EDFA.

Keywords: optical network, optical amplifier, EDFA, FOTS, FOLP.

Вступ

Оптичні підсилювачі (ОП) на основі легованих ербієм оптичних волокон [Erbium Dopel Fiber Amplifiers (EDFA)] здатні покращити топологію ВОЛТ за рахунок зниження загальної собівартості та одночасного підвищення надійності і якісних показників роботи системи. ОП забезпечують високий рівень підсилення та вихідної потужності сигналу разом з задовільними шумовими характеристиками, в робочому діапазоні з центральною довжиною хвилі 1.55 мкм. Аналогічні характеристики в цьому діапазоні важко забезпечити іншою технологією підсилення оптичного сигналу [1].

Основна частина

Принцип дії ОП EDFA залежить від схеми накачування. Вхідний оптичний сигнал, проходить через оптичний ізолятор (ОІ), тільки в одному напрямку на перший вхід оптичного мультиплексора (ОМ), а на другий вхід ОМ подається оптичний сигнал накачки. Ці сигнали поєднуються і подаються в леговане ербієм оптичне волокно (ОВ), де вхідний сигнал підсилюється за рахунок ефекту вимушеного підсилення фотонів (рис. 1).

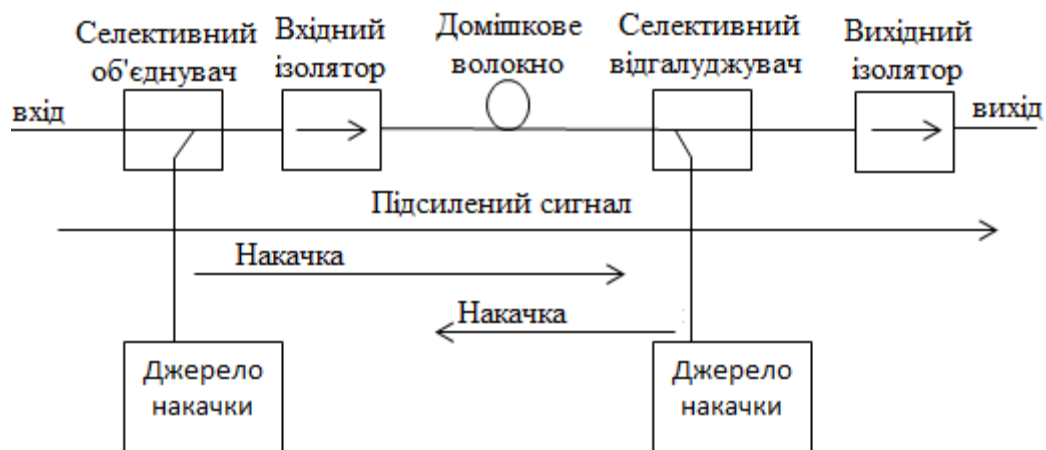


Рис 1. Узагальнена структурна схема EDFA ОП

При використанні двох лазерів накачки з однаковими довжинами хвиль, один лазер підключається в прямому напрямку, інший - в зворотньому. Висока квантова ефективність лазера

з низьким рівнем шуму дозволяє досягти високих значень коефіцієнта підсилення і потужності вихідних оптичних сигналів.

В якості смугового фільтру в запропонованому підсилювачі потужності (ПП) використано фільтр нижніх частот, який дозволяє узгодити вихід підсилювача з схемою ВОСП що забезпечило зростання ККД на 10%.

Визначено максимальні довжини ділянки оптичного підсилення з урахуванням бюджету потужності – 48,6 км, та з урахуванням дисперсійних характеристик (швидкості) – 83,7 км. Оскільки обмеження довжини ділянки оптичного підсилення відбувається через бюджет потужності ВОЛТ, то вирішено покращити запас по потужності за рахунок введення підсилювача потужності (рис. 2). За рахунок цього, довжина ділянки оптичного підсилення зросла з 48,6 км до 51,3 км [3].

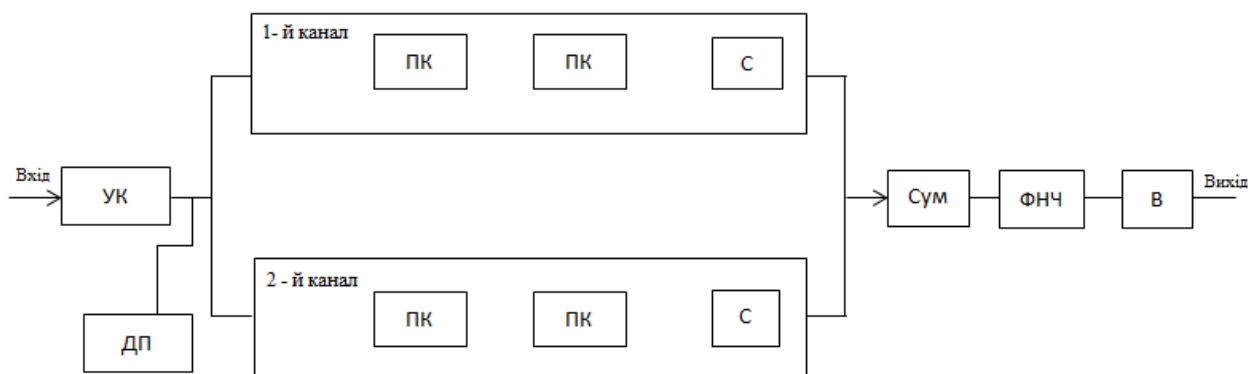


Рис 2. Структурна схема підсилювача потужності

На основі виконаних розрахунків спроектовано структурну схему волоконно-оптичної транспортної мережі «Вінниця – Берлін». Траса цієї мережі проходить через міста : «Вінниця – Хмельницький», «Хмельницький – Тернопіль», «Тернопіль – Львів», «Львів – Берлін». На ділянці від Вінниці до Львова було використано 6 оптичних підсилювачів, а від Львова до Берліну 8 оптичних підсилювачів. Завдяки підсилювачу потужності вдалось зменшити кількість лінійних оптичних підсилювачів у два рази.

Висновки

Оптичний підсилювач EDFA є найбільш економічно вигідним для волоконно-оптичних систем передачі. За рахунок введення в схему оптичного передавача підсилювача потужності було зменшено загальну собівартість транспортної мережі. Для передавання мультисервісних послуг найбільш вигідним є використання високошвидкісного телекомунікаційного обладнання на основі ВОЛТ. Затрати на будівництво таких систем компенсуються безперечними перевагами ВОСП над іншими системами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

1. Кись О.М. Проектування волоконно-оптичної транспортної мережі. Навчальний посібник з курсового та дипломного проектування для студентів, що навчаються за напрямом "Телекомунікації". – Одеса, 2014. – 92с.
2. Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи / Фриман Р. – М. : Техносфера, 2007. – 512 с.
3. Michalevskiy D. Performance evaluation of monitoring tools of electronic products by the level of low-frequency noise / D. Michalevskiy, O. Horodetska, R. Krasota // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2014. – №1. – С. 183-186.

Шаталюк Владислав Олегович – студент групи ТСМ-16м, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: shatalyuk_v@mail.ua.

Науковий керівник: **Оксана Степанівна Городецька**— канд. техн. наук, доцент кафедри телекомунікаційних систем та телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Vlad Shatalyuk – group TCM-16m, The Faculty of Infocommunications, Radioelectronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: shatalyuk_v@mail.ua

Supervisor: **Oksana S. Horodetska** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Department of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Системи зв'язку діапазонів наддовгих хвиль (ELF та VLF)

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено дослідження систем низькочастотного зв'язку діапазонів ELF (extra low frequency) VLF (very low frequency) та наведено конструктивні особливості побудови таких систем зв'язку.

Ключові слова: Наддовгі хвилі, ELF, VLF, Голіаф, Зевс, Seafarer, зв'язок з підводними човнами.

Abstract

A study of low frequency ranges due ELF (extra low frequency) VLF (very low frequency) and are structural features of these communication systems.

Keywords: low frequency ranges, ELF, VLF, Goliath, Zevs, Seafarer, communication with submarines.

Вступ

Наддовгі радіохвилі — радіохвилі довжиною 100–10 км (частота 3–30 кГц) і довше. Наддовгі хвилі не використовують для традиційного радіозв'язку через ряд суттєвих недоліків, одними з яких є необхідність побудови антен великого розміру, неможливість передачі широкосмугових сигналів та потреба у надпотужних передавачах. Однак вони є корисними для одностороннього зв'язку з підводними човнами, оскільки мають здатність проникати у воду на велику глибину. Зв'язок із підводними човнами на глибині за допомогою радіохвиль більшої частоти неможливий, тому що солоня морська вода є провідником і екранує електромагнітне випромінювання.

Результати дослідження

Першою радіостанцією, яка використовувала діапазон наддовгих хвиль з потужністю більше 1 МВт стала німецька станція Голіаф, побудована в місті Кальбе 1943 року. Вона використовувалась для координації дій німецьких підводних човнів та працювала в діапазоні 15 - 60 кГц, при цьому її потужність була рівною 1800 кВт. Основні радіопередачі велися телеграфом (азбукою Морзе). На частотах 30 - 60 кГц була можлива передача факсимільних повідомлень. На 45 - 60 кГц була можлива передача телефонних повідомлень [1].

Антену радіостанції являє собою варіант антени Александерсена [2] - несиметричну реалізацію вертикального шлейф-вібратора з трьома вертикальними елементами-шлейфами (центральними щоглами), з'єднаними між собою електрично багатопроводовою квазігоризонтальною частиною («полотно»).

Для кожної з трьох центральних щогл полотно складається з шести груп провідників, що утворюють по формі шість правильних трикутників з довжиною сторони 400 м. Конструктивно полотно представляє систему сталевих тросів в рухомій алюмінієвій оболонці, з'єднаних між собою муфтами. Полотно підтримується в натязі противагами масою 6900 кг. Центральними щоглами виступають труби висотою 210 м, кінці полотна закріплені на ґратчастих щоглах висотою 170 м, розташованих у вершинах правильних шестикутників (рис.1).

Після війни станція була розібрана радянськими військами та вивезена в СРСР. У 1952 році вона була відновлена біля поселення Дружний Нижньогородської області [3].

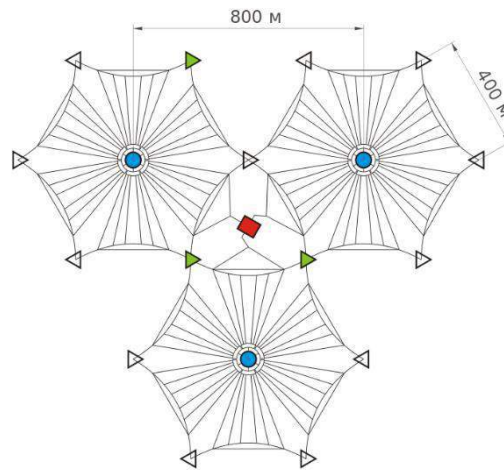


Рис. 1 Схема антени. ● – центральні щогли, Δ – грачтасті щогли, червоний квадрат – живлення.

У 1982 році була успішно протестована система Seafarer яка складалась з 2 передавачів, один з яких знаходився у Мічигані, інший у Вісконсіні. Передавачі могли працювати як разом, синхронно, так і окремо.

Передавальна споруда у Вісконсіні складалась з 2 перехрещених антен довжиною по 24 км кожна з передавальною станцією біля місця їх перетину (рис 2). Антена у Мічигані складалась з 3 перехрещених у формі букви F антен. Дві мали довжину по 24 км, одна 48 км. [4]



Рис. 2 Передавальна система у Вісконсіні.

Передавачі працювали на частоті в 76 Гц (довжина хвилі 3947,4 км) з можливістю використання альтернативної частоти в 45 Гц та разом споживали 2,6 МВт енергії. Система працювала цілодобово, відправляючи пусті повідомлення у той час, коли не використовувалась. Таким чином субмарині було відомо, що вона в зоні покриття передавача [5].

Через малу смугу частот передавач мав дуже низьку швидкість передачі даних (за 15 хвилин можливо було передати 3 буквену кодову групу). Тому система використовувалась виключно для передачі сигналів про підйом на поверхню для отримання інформації по звичайному радіо або спутнику.

Система була знята з бойового чергування в 2004 році через відсутність необхідності у її використанні.

У 1990 було виявлено існування іншої російської станції, яка має назву «Зевс». Вона здатна передавати сигнали на частоті 82 Гц (довжина хвилі – 3656 км) та має потужність порядку 30 МВт.

Антенною служать дві паралельні лінії електропередач довжиною 60 км кожна (рис 3), які живляться від двох свіч генераторів синусоїдальної напруги. Передавач забезпечує струм в антенах до 200 – 300 А в діапазоні частот від 20 до 200 Гц. Синусоїдальний струм в антенах може здаватися на сітці частот з кроком в 0,1 Гц. Частота задає генератора визначається системою "Гіацинт" з точністю не гірше 10^{-7} с.



Рис. 3 Супутниковий знімок станції «Зевс».

Антенна «Зевс» розташована на мурманському кристалічному блоці архейської ери. Земна кора в цьому районі відрізняється вкрай високим опором, що досягає 10^5 Ом-метрів на глибинах 10-15 км. Фактор цей сприятливий, так як забезпечує високий магнітний момент джерела «Зевса» (близько $1.5 \cdot 10^{11} \text{ А} \cdot \text{м}^2$) [6].

Прийом сигналів «Зевса» здійснюється підводними човнами на буксирувану антену довжиною близько одного кілометра. З огляду на надзвичайно низьку швидкість передачі даних (один байт за кілька хвилин), система «Зевс» очевидно використовується для передачі найпростіших закодованих повідомлень, наприклад: «Піднятися до поверхні (випустити радіобуй) і прослухати повідомлення по супутниковому зв'язку».

Висновки

Отже, системи зв'язку діапазону ELF мають значні переваги в поширенні в «нестандартних» середовищах. Середовищами поширення можуть бути як іоносферний хвилевід, так і підземні та підводні канали зв'язку. До недоліків слід віднести малу швидкість передачі, великі габарити антени та велику потужність, що підводиться до антени.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Klaus Herold. Der Längstwellensender Goliath bei Calbe an der Milde von 1941 bis 1945.
2. Чурочкин Б.Г. Страницы истории войсковой части 36026 / Чурочкин Б.Г. - в/ч 36026, 2008
3. Мистика низких частот. Как связаться с подводной лодкой? [Электронный ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Режим доступу: <https://topwar.ru/31764-kak-svyazatsya-s-podvodnoy-lodkoy.html> – Назва з екрану
4. Jones, D. L. Sending signals to submarines. / Jones, David Llanwyn // New Scientist. London: Holborn Publishing Group – February 17, 2012. – P 37–41.
5. Spinardi, G. From Polaris to Trident: the development of US Fleet ballistic missile technology. / Spinardi, Graham. // London: Cambridge Univ. Press. – January 6, 1994. –P 81–82.
6. Кононов Ю.М., Жамалетдинов А.А. Системы СНЧ-радиосвязи и мониторинга среды: перспективное направление конверсионной политики России // Кононов Ю.М., Жамалетдинов А.А. / Инфомост. – 2002. – № 3. – С 4–6

Белов Володимир Сергійович — асистент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: belov@vntu.edu.ua

Гринчук Владислав Вікторович — студент групи ТКп-146, факультет Інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця e-mail: vlad.hrynychuk@gmail.com

Belov Vladimir S. — Assistant Department of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: belov@vntu.edu.ua

Hrynychuk Vladyslav V. — student of Faculty for Radio Engineering, Telecommunication and Electronic Instrument Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vlad.hrynychuk@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ VoIP В БЕЗПРОВІДНИХ МЕРЕЖАХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі проведено дослідження система передачі сигналу за допомогою IP технології, та обґрунтована можливість її організації по безпроводних мережах стандарту 802.11.

Ключові слова: VoIP, система зв'язку, IP-телефонія, безпроводна мережа стандарту 802.11, безпроводний канал.

Abstract

The paper studied the signaling system using IP technology, and reasonable possibility of organization for wireless 802.11 networks.

Keywords: VoIP, communication system, IP-telephony, wireless 802.11 network, a wireless channel.

Вступ

При побудові комп'ютерних мереж з використанням безпроводних технологій стандарту 802.11 [1], виникає ряд факторів що необхідно враховувати [2]. З точки зору концепції мультисервісних мереж, для користувача є важливим не тільки час отримання доступу до послуги, але і забезпечення мінімально необхідної швидкості передачі у каналі, для певного виду послуги, що є особливо критичним при передачі сучасних видів мультимедійного трафіку [3].

Однією із найбільш поширених послуг у сучасних мультисервісних мережах можна вважати технологію передачі мультимедійного трафіку у режимі реального часу за допомогою протоколів TCP/IP, яка отримала назву VoIP.

Основна частина

Впровадження технології IP-телефонії дозволило знизити витрати за телефонні переговори адже для зв'язку абонентів тепер немає необхідності користуватися послугами операторів. VoIP робить доступними всі види передачі голосових викликів [4]: за допомогою комп'ютера; за допомогою VoIP телефону; через звичайний телефон з використанням шлюзу.

Завдяки спеціальним сервісам і програмам можна додзвонитися зі стаціонарного телефону на VoIP телефон і навпаки. Для користування всіма можливостями IP-телефонії досить мати доступ до мережі Internet, тут вирішальну роль грає швидкість доступу до глобальної мережі. Чим вища ефективна швидкість передачі інформації, тим вище якість переданого мультимедійного трафіку.

Така технологія має ряд переваг:

- проста і швидка організація системної інфраструктури;
- мінімальні терміни підключення;
- виключення необхідності прокладки кабелів;
- високу якість і надійність зв'язку кінцевого абонента з будь-якою точкою світу;
- безкоштовне з'єднання абонентів всередині мережі за відсутності абонентської плати;
- безпрецедентний рівень безпечного та конфіденційного зв'язку;
- цілодобово технічний та інформаційний супроводи;
- щомісячний статистичний звіт переговорів, проведених за допомогою інтернет телефонії;
- автоматизація набору номера за допомогою установки системного шлюзу VoIP, підключеного до офісної міні АТС;
- надання можливості установки IP телефонії на тестовий проміжок часу.

Крім того існує ряд недоліків:

- пряма залежність якості звуку від пропускної здатності Internet каналу;
- можлива затримка голосового сигналу;
- безпека і конфіденційність розмов по VoIP залежить від якості застосовуваного обладнання;
- неможливість проведення переговорів при відключенні електроенергії.

Найпростіша схема реалізації «комп'ютер-комп'ютер» показана на рис. 1 [4].

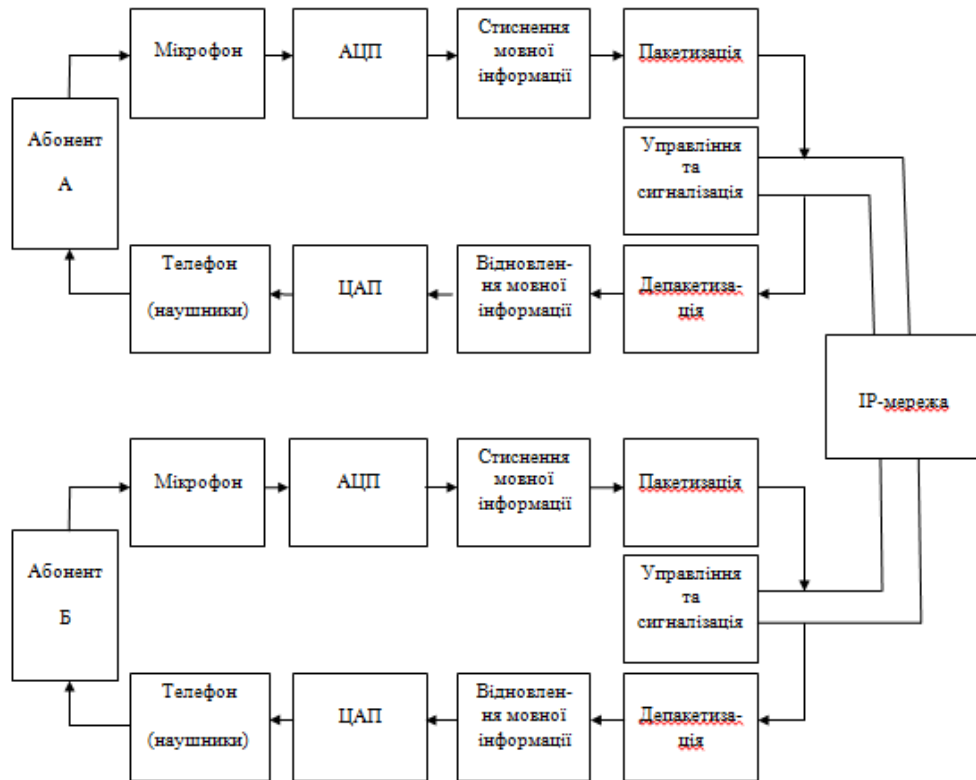


Рис. 1. Схема IP-телефонії "комп'ютер-комп'ютер"

Аналоговий мовний сигнал від мікрофона абонента А перетворюється в цифрову форму з допомогою аналого-цифрового перетворювача (АЦП) із швидкістю 64 Кбіт/с. Відліки мовних даних стискаються мовним кодом у відношенні 4:1, 8:1 або 10:1. Вихідні дані після стиснення формуються в пакети, до яких додаються заголовки протоколів, після чого пакети передаються через IP-мережу в систему IP-телефонії.

При отриманні пакетів системою абонента Б, заголовки протоколу видаляються, а стислі мовні дані надходять у пристрій, де відновлюються у початкову форму, після чого мовні дані знову перетворюються на аналогову форму за допомогою цифро-аналогового перетворювача (ЦАП) і потрапляють в телефон абонента Б. Для звичайного з'єднання між двома абонентами системи IP-телефонії, на кожному кінці одночасно реалізуються функції передачі і прийому. Як правило під IP-мережею, мається на увазі глобальна мережа Інтернет або корпоративна мережа підприємства.

Для підтримки сценарію «комп'ютер - комп'ютер» постачальнику послуг бажано мати окремий сервер, що перетворює імена користувачів в динамічні IP-адреси. Сам сценарій орієнтований на користувачів, де мережа використовується для передачі даних, а програмне забезпечення IP-телефонії для розмов.

В технології VoIP повідомлення формується на верхніх рівнях прикладними додатками, що можна прийняти за кількість корисної інформації. Для їх надійної передачі використовується протокол TCP, який забезпечує надійну передачу пакетів та направлений на створення віртуального каналу і є, по суті, основним транспортним протоколом для передачі інформації. Але як зазначається у [5], головним недоліком TCP протоколу є забезпечення високошвидкісних режимів за рахунок складності вибору розмірів вікна. Якщо стек протоколів TCP/IP є універсальним для формування пакетів, то подальша передача у мережу залежить від технології формування кадрів або каналів передачі [6]. В

даному випадку розглянем особливості безпроводних каналів стандарту 802.11.

На основі досліджень [7] встановлено, що реальна або ефективна швидкість передачі інформації по безпроводному каналу стандарту 802.11 значно відрізняється від значень визначених у специфікаціях. Це пояснюється наявністю службової інформації, виникнення завад та існування перешкод у каналі [8, 9]. Якщо, для стандарту 802.11 у специфікаціях вказується пропускна здатність перетворення бітової швидкості на підрівні PMD, то ефективна швидкість передачі оцінюється прикладним додатком.

Висновки

Будь-яка технологія має свої переваги і негативні сторони, але на сьогоднішній день IP-телефонія широко використовується в офісах. Багато користувачів вже не уявляють собі сучасне спілкування з близькими або колегами без сервісу Skype, який дозволяє спілкуватися людям, що знаходяться на різних континентах. Рушійною силою для впровадження такого типу зв'язку є наявність доступних та зручних технологій доступу до глобальної мережі таких як безпроводні канали стандарту 802.11, які мають ряд значних дестабілізуючих факторів, але які постійно вдосконалюються та є достатніми для забезпечення передачі трафіку VoIP у реальному режиму часу [10].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Michalevskiy D. V. The research of wi-fi channel for multimedia traffic / D. V. Michalevskiy, V. E. Mondlyak, R. O. Krasota // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2014. – №2. – С. 173 – 177.
2. Михалевський Д. В. Оцінка параметрів безпроводного каналу передачі інформації стандарту 802.11 Wi-Fi / Д. В. Михалевський. – Східно - Європейський журнал передових технологій. – 2014. – № 6/9 (72). – С. 22-25. DOI: 10.15587/1729-4061.2014.31666
3. Михалевський Д. В. Особливості передачі мультимедійного трафіку в безпроводних мережах / Д. В. Михалевський, Р. О. Красота, М. Д. Гузь // Радіотехнічні поля, сигнали, апарати та системи: міжнар. наук.-техн. конф.: 10- 16 березня 2014р.: – Київ, 2014. – С. 169-170.
4. Гольдштейн Б. С. Системы коммутации / Б. С. Гольдштейн. – СПб.: БХВ. Санкт Петербург, 2003. – 318 с.
5. Семенов Ю.А. Telecommunication technologies - телекоммуникационные технологии [електронний ресурс] // ИТЭФ-МФТИ, v5.1, 2014. URL: <http://book.itep.ru/preword.htm> (дата звернення: 20.03.2017).
6. Михалевський Д. В. Аналіз побудови пакетів та кадрів під час передачі інформації безпроводним каналом стандарту 802.11 / Д. В. Михалевський // Научные труды SWorld. – Выпуск 1(42). Том 4. – Иваново: Научный мир, 2016 – 176-182 с.
7. Михалевський Д. В. Оцінка ефективної швидкості передачі інформації для сімейства стандартів 802.11x у діапазоні 2.4 ГГц / Д. В. Михалевський, О. С. Городецька // Сборник научных трудов SWord. – Выпуск 3(40). Том 3. Иваново: Научный мир, 2015. – С.43-47.
8. Михалевський Д.В. Дослідження впливу довжини пакетів верхніх рівнів на ефективну швидкість передачі для стандарту Wi-Fi / Д. В. Михалевський, М. Д. Гузь, Р. О. Красота // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2014. – №4. – С. 189 – 192.
9. Михалевський Д. В. Дослідження передачі інформації в умовах суміщеного та сусіднього інтерференційного каналів для стандарту 802.11n / Д. В. Михалевський, В.В. Номировська, О.М. Постернак // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах.– 2015. – №2. – С. 155 – 159.
10. Михалевський Д.В. Особливості технології MIMO у стандарті 802.11 / Д.В. Михалевський, О.С. Городецька. – Научные труды SWorld. – Выпуск 3(44). Том 1. – 2016. – С. 49-54. DOI:10.21893/2410-6720-2016-44-1-106

Михалевський Дмитро Валерійович — канд. техн. наук, доцент кафедри телекомунікаційних систем та телебачення, Вінницький національний технічний університет

Mikhalevskiy Dmytro — Cand. Sc. (Eng), Associate Professor at the Department of Telecommunication System and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Присяжнюк Віктор Петрович — студент групи ТКт-136, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: prusyashnuk@gmail.com

Prsiazhniuk Viktor Petrovych — a student of group ТКт-13В, the faculty of Infocommunications, electronics and nanosystems, Vinnytsia national technical University, Vinnytsia, e-mail: prusyashnuk@gmail.com

Організація мережі бездротового доступу в навчальному корпусі

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У даній роботі спроектовано локальну бездротову мережу та вибрано обладнання для високошвидкісного доступу в Інтернет на базі технології Wi-Fi стандарту 802.11n.

Ключові слова: технологія Wi-Fi, локальна бездротова мережа, роутер.

Abstract

In this article designed a local wireless network and select equipment for high-speed Internet technology-based Wi-Fi standard 802.11n.

Keywords: technology Wi-Fi, WLAN, a router,

Вступ

Безпроводне мережне устаткування призначене для передачі по радіоканалам інформації (даних, телефонії, відео та інше) між комп'ютерами, мережними та іншими спеціалізованими пристроями. За останні десять років бездротові мережі набули широкого поширення у всьому світі. І якщо раніше мова йшла переважно про використання бездротових мереж в офісах, то тепер вони широко використовуються навіть в домашніх умовах. Сьогодні бездротові мережі дозволяють надати підключення користувачів там, де ускладнено кабельне підключення або необхідна повна мобільність. При цьому бездротові мережі без проблем взаємодіють з проводковими мережами [1].

Метою роботи є проектування локальної бездротової мережі та вибір оптимального обладнання для доступу до інтернету в приміщеннях навчального корпусу.

Основна частина

Для проектування Wi-Fi мережі в приміщеннях навчального корпусу було обрано роутери типу DWL-3600AP. Це уніфікована точка доступу 802.11n Wi-Fi, яка підтримує передачу даних на високій швидкості, забезпечує легку інтеграцію в існуючу мережеву інфраструктуру, яка в подальшому може бути розширена. Технологія 2x2 MIMO забезпечує передачу даних на швидкості до 300 Мбіт/с, використовуючи частоту 2,4 ГГц. Крім цього, точка доступу підтримує технологію RadioProtect, завдяки використанню якої всі користувачі отримають обслуговування з високим рівнем якості, навіть в випадку, якщо до мережі підключені декілька користувачів, що використовують застарілі пристрої стандартів 802.11b і 802.11g. На відкритих ділянках місцевості (пряма видимість) можлива робота на відстані до 300 метрів. Характеристики DWL-3600AP наведено в таблиці 1 [2].

Таблиця 1 – Характеристики DWL-3600AP

Позначення	Найменування	Од. вим.	Значення
$P_{\text{ПРД}}$	Вихідна потужність передавача	дБм	18
$G_{\text{ПРД}}$	Коефіцієнт підсилення антени	дБі	24
$W_{\text{АФТпрд}}$	Втрата сигналу передавача	дБ	6

Ефективна ізотропна випромінювана потужність визначається за формулою [3]:

$$\text{EIRP} = P_{\text{ПРД}} - W_{\text{АФТпрд}} + G_{\text{ПРД}} \quad (1)$$

Для обраної точки доступу маємо:

$$\text{EIRP} = 18 - 6 + 24 = 36 \text{ дБм}$$

Для визначення дальності зв'язку необхідно розрахувати сумарне підсилення тракту і за графіком визначити відповідну цьому значенню дальність. Підсилення тракту в дБ визначається за формулою [3]:

$$Y_{дБ} = P_{t,дБ} + G_{t,дБ} + G_{r,дБ} - P_{min,дБ} - L_{t,дБ} - L_{r,дБ} \quad (2)$$

де: $P_{t,дБ} = 18$ дБмВт – потужність передавача; $G_{t,дБ} = 4$ дБі – коефіцієнт підсилення передавальної антени; $G_{r,дБ} = 4$ дБі – коефіцієнт підсилення приймальної антени; $P_{min,дБ} = -78$ дБмВт – реальна чутливість приймача; $L_{t,дБ} = 2$ дБ – втрати сигналу в роз'ємах передавального тракту; $L_{r,дБ} = 2$ дБ – втрати сигналу в роз'ємах приймального тракту.

Звідси:

$$Y_{дБ} = 18 + 4 + 4 - (-78) - 2 - 2 = 100 \text{ дБ}$$

За графіком, наведеним в [3] дальність роботи бездротового каналу зв'язку в межах прямої видимості складає близько 250 м.

Комп'ютерне моделювання

Комп'ютерне моделювання виконано за допомогою програми Wi-Fi Planner Pro [4] для частоти 2,4 ГГц.

На рис. 1 зображено розміщення 2-ох роутерів типу DWL-3600AP для забезпечення інтернетом обраних аудиторій навчального корпусу. Для порівняльного аналізу моделювання проводилося з двома різними типами роутерів. Виходячи з результатів роботи, виявилось, що роутери DWL-3600AP дають кращий результат щодо дальності сигналу та якості зв'язку порівняно з DWL-8600AP і при цьому є дешевшими.

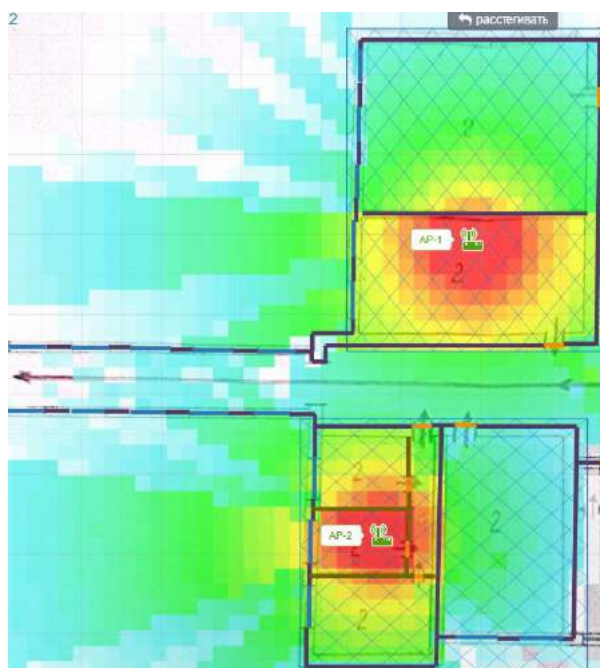


Рисунок 1 – Результат моделювання роботи двох роутерів типу DWL-3600AP, розташованих в аудиторіях навчального корпусу

Висновки

Було спроектовано бездротову локальну мережу для доступу до інтернету в приміщеннях навчального корпусу. Проведений аналіз декількох варіантів з різною комплектацією мережі показав, що оптимальним з точки зору забезпечення необхідної дальності, якості зв'язку та меншої вартості є використання роутерів DWL-3600AP. Використання цих роутерів дає хорошу дальність зв'язку та рівень сигналу, що задовольняє потребами користувачів для якісного доступу до інтернету..

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛЕТЕРАТУРИ

1. Вишнеvский В. М. 1. Широкополосные беспроводные сети передачи информации / В. М. Вишнеvский, А. И. Ляхов. – Москва: Техносфера, 2005. – 592 с.
2. Беспровідна точка доступу [Електронний ресурс] // D-link – Режим доступу до ресурсу: <http://www.dlink.ru/ua/products/2/1303.html>.
3. Пролетарский А. В. Беспроводные сети Wi-Fi / А. В. Пролетарский, И. В. Баскаков, Д. Н. Чирков., 2007. – 177 с. – (Лаборатория знаний).
4. Інструмент для проектування бездротових мереж [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.dlink.ru/tools/wi-fi/>.

Микола Миколайович Пастушенко – студент групи ТК-16 м, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця, e-mail: kolyan.kalyan@mail.ru.

Науковий керівник: **Олена Валеріївна Войцеховська** – к.т.н., доцент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vojcehovska.o.v.@vntu.edu.ua.

Mykola M. Pastushenko – group TK-16m, The Faculty of Infocommunications, Radioelectronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kolyan.kalyan@mail.ru.

Supervisor: **Olena V. Voytsekhovska** - Ph.D, assistant professor department of telecommunications systems and television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vojcehovska.o.v.@vntu.edu.ua

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕРЕЖ WDM-PON

¹Вінницький національний технічний університет**Анотація**

Проведено аналіз використання розподіленої мережі доступу (WDM-PON) з спектральним ущільненням каналів та визначено її параметри.

Ключові слова: Спектральне ущільнення каналів (WDM), розподілена мережа доступу (PON), оптичний мережевий блок (ONU), електромагнітний спектр.

Abstract

The analysis of use the network wavelength-division-multiplexed passive optical network" (WDM-PON) and its parameters.

Keywords: Wavelength-division multiplexing (WDM), passive optical network (PON), network, optical network unit (ONU), electromagnetic spectrum.

Вступ

Зростання інформаційного трафіку широкосмужової мережі доступу на основі WDM-PON технологій створює перспективи для реалізації великомасштабних інфокомунікаційних проектів. Однією з основних проблем, є високі витрати на розгортання таких мереж, тому необхідно визначити моделі та стратегії впровадження, оптимізувати витрати на впровадження та оптимізацію, проаналізувати, використання ресурсів, доступних у мережі, зберігаючи при цьому високі показники швидкості доступу та доступності [1, 2]. Враховуючи стрімкий розвиток інфокомунікаційних технологій, дослідження параметрів та умов використання високошвидкісних мереж доступу є актуальним завданням.

Основна частина

Пасивні мережі наступного покоління (NextGeneration) NG-PON забезпечують швидкості передачі даних понад 10 Гбіт/с за рахунок розподілу робочих довжин хвиль, виділених по кожному каналу, та використання відповідних оптичних передавачів і приймачів станційного та абонентського призначення [3]. Однією з найбільш складних проблем, пов'язаних з комерційною складовою розвитку цих мереж є використання оптичних терміналів користувача з високою швидкістю та низькою вартістю.

На рисунку 1 відображено приклад узагальненої структура оптичної мережі доступу (ОМД) на основі PON технологій [4].

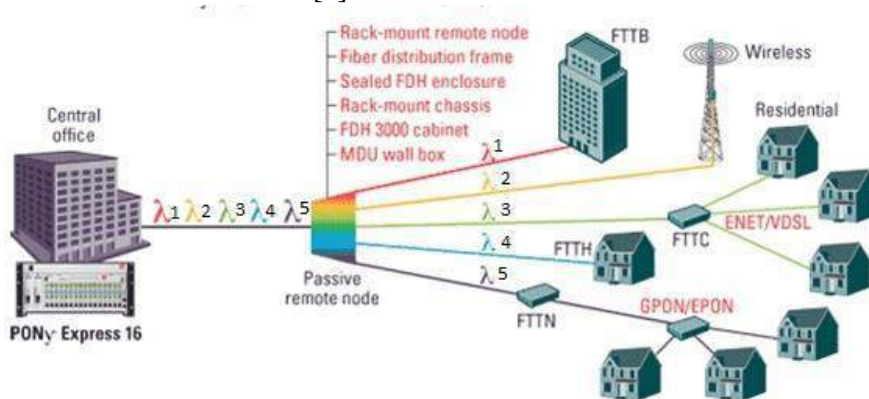


Рисунок 1 - Узагальнена структура ОМД на основі PON технологій

Висновок

Постійно зростаючий попит на телекомунікаційні послуги створив передумови появи на інфокомунікаційному ринку пасивних оптичних мереж з ущільненням каналів за довжиною хвилі, яка вирішує проблеми збільшення пропускної здатності і ефективності використання ВОСП.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Банержеє, І. Парк, Ф. Кларке, Х. Сонг, Г. Крамер, і К. Кім, “Wavelength-division-multiplexed passive optical network (WDM-PON) technologies for broadband access: a review [Invited],” vol. 4, no. 11, pp. 737–758, 2005.
2. О. Ін, “Energy-Efficient Next-Generation Optical Access Networks,” no. January, pp. 122–127, 2012.
3. Д. Ельберс, “Optical Access Solutions Beyond 10G-EPON / XG-PON,” pp. 8–10, 2010.
4. Р. S. A. Три, “Performance Analysis of Next Generation-PON (NG-PON) Architectures,” pp. 339–345.

Реаскос Трухільйо Марко Себастьян – студент групи ТКп-13б, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail : chevada_12_comil@hotmail.com

Васильківський Микола Володимирович – канд. техн. наук, доцент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com

Reascos Sebastian T. – student of group ТКп-13b, Faculty infocommunications, electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: chevada_12_comil@hotmail.com

Vasykivskyi Mikola V. — Ph.D., Senior lecturer of the Chair of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com

ВИКОРИСТАННЯ DP-QPSK МОДУЛЯЦІЇ В КОГЕРЕНТНИХ ВОСП

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто ефективний формат модуляції оптичних сигналів в когерентних високошвидкісних ВОЛТ.

Ключові слова: волоконно-оптична система передачі, оптичний сигнал, модуляція, поляризація, ефективність, пропускна здатність, завадостійкість.

Abstract

Considered efficient modulation format optical signals in high-speed coherent.

Keywords: optical fiber transmission system, the optical signal modulation, polarization, efficiency, bandwidth, noise immunity.

Вступ

Інтенсивний розвиток нових типів модуляції оптичних сигналів, створює передумови до збільшення ефективності форматів модуляції в волоконно-оптичних систем передачі інформації (ВОСП), підвищення завадостійкості оптичних каналів, а також збільшення пропускної здатності волоконно-оптичних лінійних трактів, що в кінцевому підсумку призводить до зниження собівартості телекомунікаційних послуг.

Актуальність досліджень полягає в необхідності модернізації існуючих ВОЛТ за рахунок нових технологій, які дозволяють максимально використовувати смугу пропускання існуючих волоконно-оптичних ліній зв'язку (ВОЛЗ) та потребують менших термінів окупності порівняно з будівництвом нових ВОЛЗ з більш високими швидкостями передавання даних.

Основна частина

Ефективність використання спектральних каналів в ВОЛТ з щільним хвильовим мультиплексуванням (DWDM) та підвищена завадостійкість ВОСП полягає в зниженні чутливості оптичних сигналів до дисперсійних та нелінійних спотворень в ВОЛЗ.

В оптичному діапазоні електромагнітних хвиль можуть бути реалізовані модуляції: амплітудна модуляція, частотна, фазова, поляризаційна, модуляція інтенсивності. Крім того, можливі різні комбінаційні види модуляції. Найбільш широко в ВОЛТ використовується модуляція за інтенсивністю і відносна фазова (DPSK модуляція) [1].

Подальший розвиток DPSK модуляції призвів до появи нового формату - квадратурної фазової модуляції з подвійною поляризацією DP-QPSK (рис. 1).

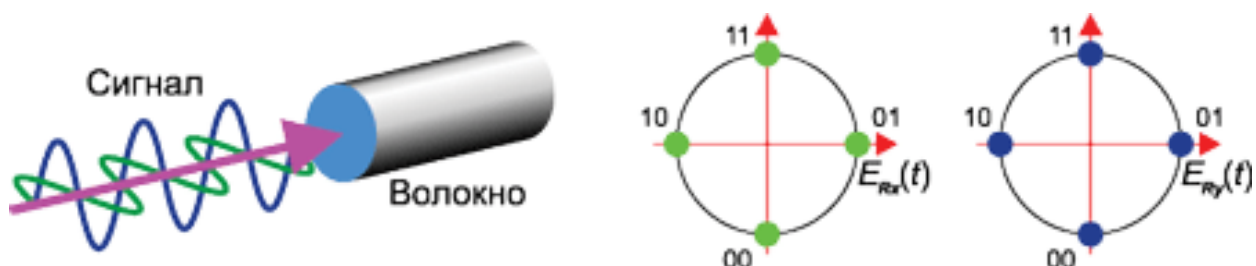


Рисунок 1 – Структура оптичного сигналу в форматі DP-QPSK

При DP-QPSK використовуються 2 і 4 поляризаційні фази сигналу ($M = 4$) зображені на рис. (2), при якій фаза високочастотного коливання може приймати 4 різних значення з кроком, кратним $\pi / 2$.

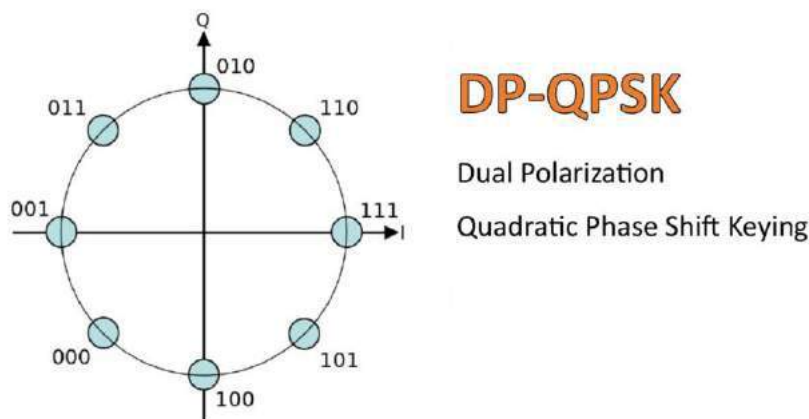


Рисунок 2 – Поляризаційні фази сигналу 2 і 4

Відповідність між значеннями символів і фазою сигналу встановлено таким чином, що в сусідніх точках сигнального сузір'я значення відповідних символів відрізняються лише одним бітом. Цей формат модуляції забезпечує зниження ймовірності появи бітових помилок. Такий спосіб кодування називається кодом Грея.

Ключовими блоками когерентних ВОСП на базі DP-QPSK є високочутливі оптичні приймачі та високошвидкісні оптичні передавачі. Когерентні оптичні приймачі (рис. 3) налаштовуються на робочу частоту, фазу і здатні ефективно демоделювати оптичні сигнали DP-QPSK [2].

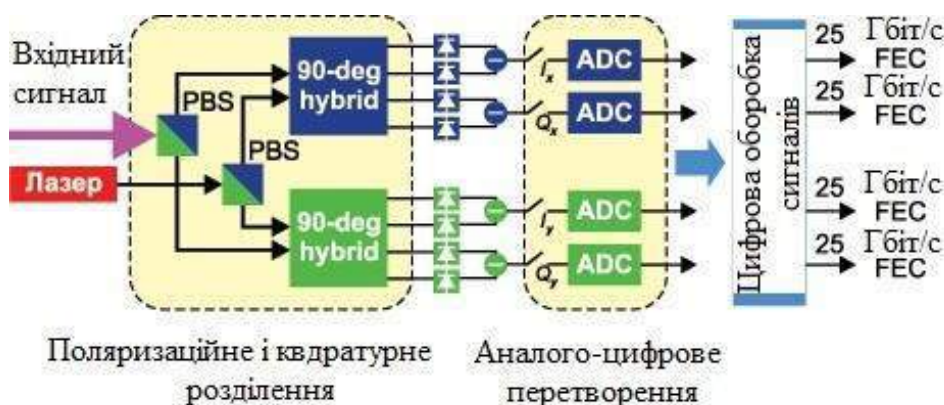


Рисунок 3 – Узагальнена структурна схема когерентного приймача DP-QPSK

В оптичних системах зв'язку всі фазові формати модуляції використовують диференціальні фазові методи, так як в оптичному діапазоні з практичної точки зору не доцільно виділяти абсолютне значення фази носійної світлової хвилі сигналу. Тому інформація закладається у відносних змінах фази носійних двох послідовних імпульсів.

Висновки

Ефективність використання оптичних каналів та завадостійкість ВОСП в значній мірі залежить від виду форматів оптичної модуляції.

Когерентне детектування оптичного DP-QPSK сигналу створили високонадійну технологічну платформу для побудови DWDM-систем зв'язку з каналною швидкістю 100 Гбіт/с. Довжина ВОЛТ становить 3000 км, продуктивність в діапазоні С (роздільний спектр) становить 8 Тбіт/с і продуктивність в діапазоні С (гнучка схема частот) 10 Тбіт/с. Застосування DP-QPSK формату

модуляції дозволяє збільшити в 4 рази спектральну ефективність, але при цьому зменшується протяжність ВОЛТ.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Фокин В.Г. Оптические системы с терабитными и петабитными скоростями передачи: учебное пособие / Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики. Новосибирск, 2016. – 162 с.
2. Бортник Г.Г. Цифровий метод спектрального оцінювання випадкових сигналів. Г.Г. Бортник, М.В. Васильківський, О.В. Стальченко - Вісник Вінницького політехнічного інституту, 2014, -№ 2, С. 108-114.
3. Бортник Г.Г. Математична модель джитеру у волоконно-оптичних системах передачі інформації. Г.Г. Бортник, М.В. Васильківський, В.А. Челоян. - Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології, 2009, № 1. – С. 234-238.

Палагнюк Дмитро Михайлович – студент групи ТКТ-146, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail : skorpio.d@mail.ru

Науковий керівник: *Васильківський Микола Володимирович* – к.т.н, доцент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com.

Palahniuk Dmytro M. – student of Faculty infocommunications, electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: skorpio.d@mail.ru

Supervisor: *Vasylkivskyi Mikola Volodymyrovych* – Ph.D., Senior lecturer of the Chair of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com

ВИМІРЮВАННЯ ФАЗОВОЇ ПОХИБКИ В I/Q КАНАЛАХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено вимірювання фазової похибки в каналах квадратурного детектора, визначені значення ФЧХ для I та Q каналів.

Ключові слова: фазова помилка, квадратурний детектор.

Abstract

In the work was measuring phase error in the channels of quadrature detector by phase response values for I and Q channels.

Keywords: phase error, quadrature detector.

Вступ

Для визначення впливу ланки I та Q квадратурного цифрового детектору проведено аналіз ланок різного порядку та побудовано характеристики кожної з них при умовах їх ідентичності. Отримані характеристики смугового затухання АЧХ, нахилу фазових кутів ФЧХ, фазової помилки [1-6].

Метою роботи є дослідження смуги частот 50 Гц – 500 кГц для умов ланки низькочастотного квадратурного детектора

Результати дослідження

Для аналізу процесів в квадратурних каналах, та впливу на результуючі значення рівня та якості сигналу в таких каналах доцільно визначити значення впливу кожного з каналів.

Синтез схем для активних фільтрів квадратурного каналу 2-го порядку та 4-го порядку наведена на рис.1.а та рис.1.б.

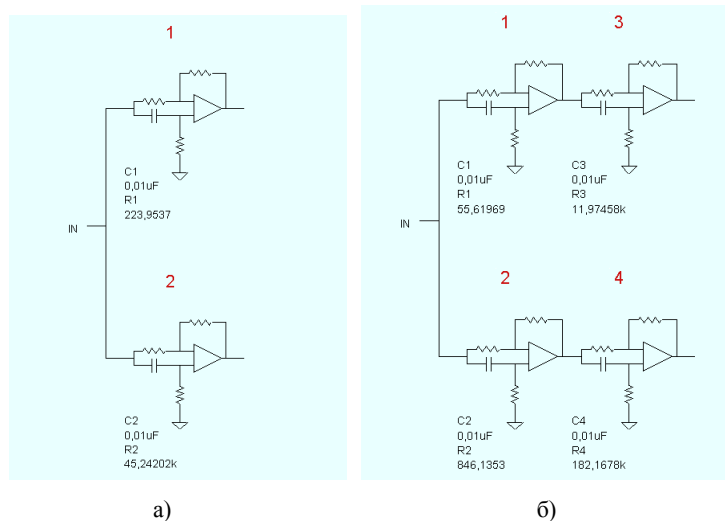


Рис. 1. Схема фільтру квадратурного каналу а) 2-го порядку б) 4-го порядку

Отримані дані досліджень ФЧХ квадратурного каналу для фільтру 2-го порядку, побудованого на активних елементах операційних підсилювачах за схемою наведено на рис.2.

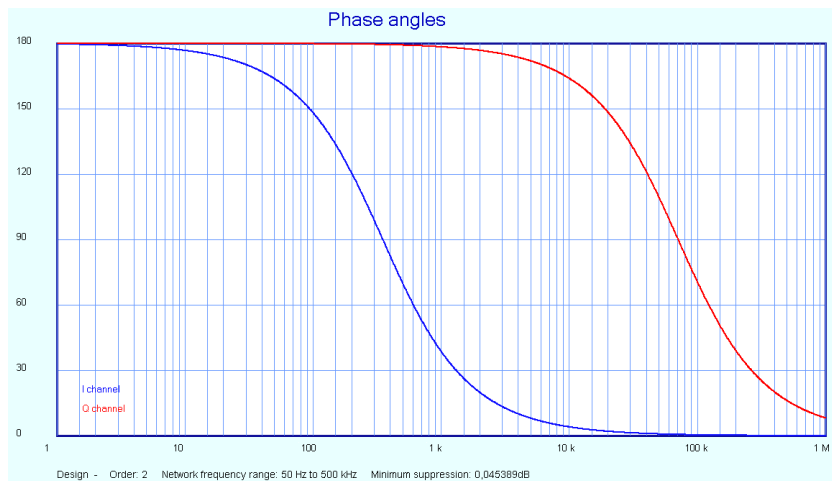


Рис. 2. Форма ФЧХ для I та Q каналів фільтру 2-го порядку

Отримані дані досліджень ФЧХ квадратурного каналу для фільтру 4-го порядку, побудованого на активних елементах операційних підсилювачах за схемою наведено на рис.3.

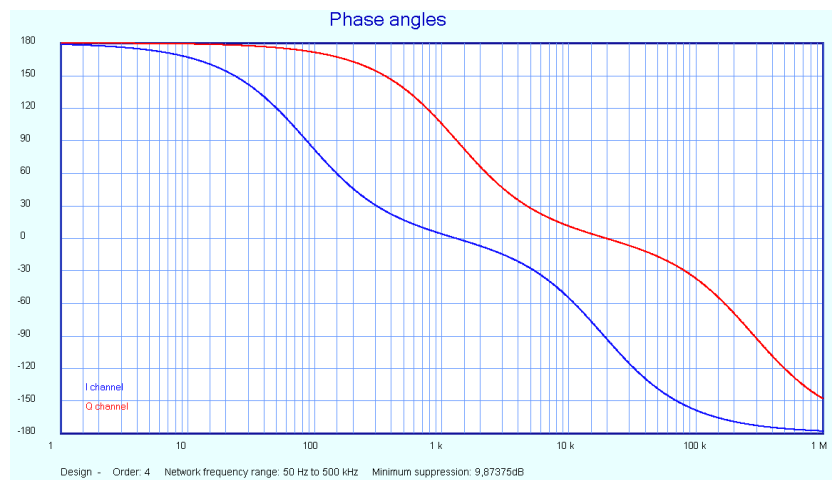


Рис. 3. Форма ФЧХ для I та Q каналів фільтру 4-го порядку

Результуючим значенням відношення кутів фазового нахилу в каналах I та Q буде певний діапазон помилки, нормований по частоті.

Залежність фазової помилки в каналі квадратурного детектора за умови застосування активного фільтру 2-го порядку наведена на рис.4.



Рис. 4. Фазова помилка для активного фільтру 2-го порядку

Залежність фазової помилки в каналі квадратурного детектора за умови застосування активного фільтру 4-го порядку наведена на рис.5.

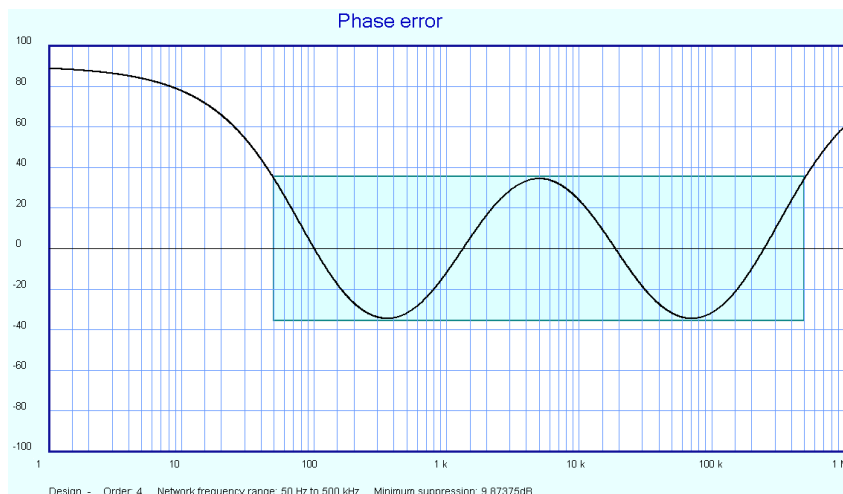


Рис. 5. Фазова помилка для активного фільтру 4-го порядку

Нелінійність фазової помилки для активного фільтру 4-го порядку зростає вдвічі, проте значення придушення самої нерівномірності фази збільшується на два порядки. Також майже вдвічі зменшується інтервал різницевого фазового кута.

Висновки

Таким чином отримані дані фазової помилки для квадратурного детектора нормовані за частотою та значення помилки може бути кореговане. Даний метод може бути застосований із складними модуляціями з фазовою та частотною змінами інформаційного параметру.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Белов В.С. Декодер складових комплексного каналу з ортогональним частотним розділенням несучих / В.С. Белов, А.С. Белов // Східно-європейський журнал передових технологій: фізико-технологічні проблеми радіотехнічних пристроїв, засобів телекомунікацій, нано- і мікроелектроніки – Харків – 2013 – том 6, № 12(66) (2013) – С. 11-14. ISSN: 1729-4061
2. Белов В.С. Аналіз спектру в діапазоні НВЧ на основі квадратурної обробки елементарних складових / В.С. Белов, А.С. Белов // Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах» – Хмельницький – 2014 – №1 – С. 83-87.
3. Бортник Г.Г. Обробка компонент квадратурного сигналу в цифрових модуляціях. / Г.Г. Бортник, В.С. Белов, А.С. Белов // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах : матеріали XII міжнар. наук.-техн. конференції (3 – 8 червня 2013 р., м.Одеса); Одес. нац. акад. зв'язку ім. О.С. Попова. – Одеса-Хмельницький : ХНУ, 2013. – 217 С. (укр., рус., англ.)
4. Кичак В.М. Оцінка впливу кількісних характеристик зміни інформаційного параметру на завадостійкість каналів зв'язку з КАМн / В.М. Кичак, В.С. Белов, А.С. Белов // Науковий журнал «Вісник Хмельницького національного університету». – 2012. - №4.- С. 59-62
5. Белов В.С. Реалізація апаратного декодера мультимплексованих сигналів з ортогональним частотним поділенням / В.С. Белов, А.С. Белов // Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах» – Хмельницький – 2012. - №3.- С. 129-133
6. Белов В.С. Дослідження впливу неоднорідного середовища на спектральну цілісність інформаційного сигналу / В.С. Белов, А.С. Белов // Матеріали IV міжнародної науково-технічної конференції “Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій та приладобудування” СПРТП-2009. Частина 1. – Вінниця. – 2009. – С.34.

Белов Володимир Сергійович — асистент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: belov@vntu.edu.ua

Belov Vladimir S. — Assistant Department of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: belov@vntu.edu.ua

Проектування цифрової мультисервісної мережі

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Побудовано модель цифрової мультисервісної мережі за допомогою програми Cisco Packet Tracer та розглянуті основні складові частини локальної комп'ютерної мережі та принципи її побудови

Summary

The model digital multiservice network using Cisco Packet Tracer and the basic components of LAN and principles of construction

Вступ

Комп'ютерна мережа – це система розподіленої обробки інформації між комп'ютерами за допомогою засобів зв'язку. Комп'ютерна мережа являє собою сукупність територіально рознесених комп'ютерів, здатних обмінюватися між собою повідомленнями через середовище передачі даних. Передача інформації між комп'ютерами відбувається за допомогою електричних сигналів, які бувають цифровими та аналоговими. У комп'ютері використовуються цифрові сигнали у двійковому вигляді, а під час передачі інформації по мережі – аналогові (хвильові). Частота аналогового сигналу – це кількість виникнень хвилі у задану одиницю часу. Аналогові сигнали також використовуються модеми, які двійковий нуль перетворюють у сигнал низької частоти, а одиницю – високої частоти. Комп'ютери підключаються до мережі через вузли комутації. Вузли комутації з'єднуються між собою канали зв'язку. Вузли комутації разом з каналами зв'язку утворюють середовище передачі даних. Комп'ютери, підключені до мережі, у літературі називають вузлами, абонентськими пунктами чи робочими станціями.

Комп'ютери, що виконують функції керування мережею чи надають які-небудь мережеві послуги, називаються серверами. Комп'ютери, що користуються послугами серверів, називаються клієнтами. Кожен комп'ютер, підключений до мережі, має ім'я (адресу). Комп'ютерні мережі можуть обмінюватися між собою інформацією у вигляді повідомлень. Природа цих повідомлень може бути різною (лист, програма, книга і т.д.). У загальному випадку повідомлення по шляху до абонента-одержувача проходить декілька вузлів комутації. Кожний з них, аналізуючи адресу одержувача в повідомленні і володіючи інформацією про конфігурацію мережі, вибирає канал зв'язку для наступного пересилання повідомлення. Таким чином, повідомлення “подорожує” по мережі, поки не досягає абонента-одержувача.

Побудова проекту мережі

Побудуємо модель мережі за допомогою програми Cisco Packet Tracer. Програма містить базу даних з тисячами мережевих пристроїв різних виробників і дозволяє створювати і додавати в базу власні пристрої. Графічний інтерфейс drag-and-drop дозволяє проектувати і планувати мережі. Однією з найбільш цікавих і корисних функцій програми є наочна імітація роботи мережі за допомогою анімації. Після того, як мережа спроектована, можливо поставити в ній види трафіку і перевірити її роботу, використовуючи функцію Packet Tracer AutoSimulation і різні статистичні повідомлення. У випадку невеликих проектів імітація роботи мережі відбувається в режимі реального часу.

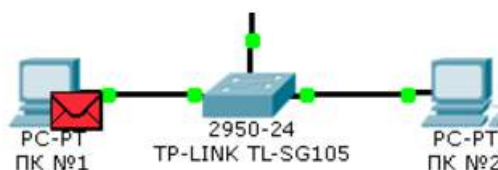


Рис.1. Ілюстрація процесу відправлення повідомлення

У випадку нормальної роботи мережі джерела будуть направляти пакети приймачам без візуальних перекручувань(Рис2). У протилежному випадку проблеми передачі пакетів по мережі будуть відображатися візуально у вигляді червоного листа або повідомлення (Рис 1).

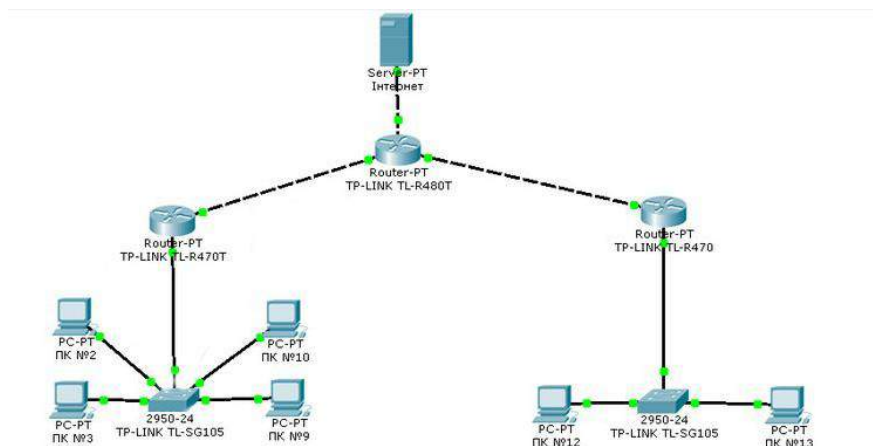


Рис 2. Створена мережа засобами Cisco Packet Tracer

Висновки

Побудовано, за допомогою програми Cisco Packet Tracer модель цифрової мультисервісної мережі та розглянуті складові частини та принципи її побудови. Однією з переваг є те що робота мережі відбувається в режимі реального часу де буде видно вдалося передати повідомлення по мережі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Комп'ютерні мережі: [навчальний посібник] / А. Г. Микитишин, М. М. Митник, П. Д. Стухляк, В. В. Пасічник. — Львів: «Магнолія 2006», 2013ю — 256 с. ISBN 978-617-574-087-3 Буров Є. В.
2. Комп'ютерні мережі: підручник / Євген Вікторович Буров. — Львів: «Магнолія 2006», 2010. — 262 с. ISBN 966-8340-69-8

Антон Валерійович Джига – студент групи ТК-16мі, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця, e-mail: antondzhiga@gmail.com.

Науковий керівник: **Олена Валеріївна Войцеховська** – к.т.н., доцент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vojcehovska.o.v.@vntu.edu.ua.

Anton V. Dzhiga – group TK-16mi, The Faculty of Infocommunications, Radioelectronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: antondzhiga@gmail.com.

Supervisor: **Elena V. Voytsekhovskaya** - Ph.D., assistant professor of telecommunication systems and television department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vojcehovska.o.v.@vntu.edu.ua.

СИСТЕМИ РАДІОЗВ'ЯЗКУ В БЕЗЛІЦЕНЗІЙНИХ ДІЛЯНКАХ ДІАПАЗОНІВ – ПРОБЛЕМИ ТА МОЖЛИВІ ВАРІАНТИ ЗАСТОСУВАННЯ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено огляд фактичного стану без ліцензійних діапазонів на коротких та ультракоротких хвилях..

Ключові слова: діапазон, PMR, SRD, LPD, GMRS.

Abstract

The review of the actual status with no license bands on short and ultrashort waves..

Keywords: band, PMR, SRD, LPD, GMRS.

Вступ

Однією з перших безліцензійних ділянок частот були канали в районі 27 МГц, і такий діапазон мав назву у вигляді англійської аббревіатури СВ (Citizen Band). Призначення такого діапазону в 20 ст. було порівняно із назвою – загальногромадянське застосування. Наприклад, зв'язок на природі, між автомобілями або як альтернатива телефонного зв'язку. У зв'язку з відсутністю у широких мас населення засобів мобільного зв'язку та Інтернет, яких тоді ще не по суті і не було, даний діапазон був затребуваний і популярний. Надалі, з приходом нових технологій з'явилася можливість виробляти мініатюрні радіостанції працюють на більш високих частотах. З'явилися пристрої для роботи в діапазонах 433 МГц, 446 МГц, 868 МГц з новими аббревіатурами і особливостями роботи PMR, SRD, LPD ... але поняття "цивільний діапазон" збереглося [1].

Метою роботи є огляд фактичного стану безліцензійних діапазонів та їх технічних особливостей застосування.

Результати дослідження

Єдиним короткохвильовим так і залишився діапазон СВ. Зі своїми традиціями і особливостями. Зазвичай в даній ділянці використовують 40 каналів з амплітудною (AM) або частотною (FM) модуляцією, в деяких випадках застосовується односмугова модуляція (USB). Дозволена потужність передавача в середньому від 4 до 10 Вт (ERP), а в деяких випадках, згідно чинному законодавству, для радіостанції з потужністю передавача до 10 мВт дозволу не потрібно. Для СВ крім канального позначення частот, застосовується таке поняття як діапазон або на сленгу "банда" (від англ. Band). Кожному діапазону присвоєно позначення у вигляді латинської літери від А до L і кожен діапазон складається з 40 каналів. Крок між каналами становить 10 кГц, однак як виняток в кожному діапазоні міститься п'ять так званих "дірок", тобто крок між каналами 3 і 4, 7 і 8, 11 і 12, 15 і 16, 19 і 20 становить по 20 кГц. Також в межах діапазонів частот використовується поняття "частотна сітка". Всі частоти каналів "європейських сіток" закінчуються на "5", а вітчизняний стандарт традиційно закінчуються на "0" тобто для тих же каналів частоти зміщені вниз на 5 кГц. Наприклад, 19-й канал європейської сітки "С" відповідає частоті 27,185 МГц, а 19-й канал вітчизняної сітки "С" відповідає частоті 27,180 МГц [1, 2].

Діапазон PMR 446 має назву, що є аббревіатурою від англ. : Personal Mobile Radio, діапазон частот в районі 446 МГц. Це група каналів в діапазоні UHF, яку можна вільно використовувати без ліцензії в більшості країн Європейського союзу, в т.ч. і в Україні. Даний діапазон призначений для колективно-

го використання в приватному секторі (наприклад для туристів, на лижних підйомниках, для зв'язку на коротких відстанях замість мобільного телефону або в якості няньки і т.п.).

Діапазон LPD 433 розшифровується як Пристрої малої потужності (від англ. - Low Power Devices) [3, 4]. Стандарт більш ніж тісно межує з радіоаматорським діапазоном, займаючи частину частотного спектра 430 - 440 МГц і в деяких випадках радіостанції LPD 433 є джерелом завад для аматорського радіозв'язку. В даному стандарті передбачено максимум 69 фіксованих частот (каналів) з частотною (FM) модуляцією. Частотна сітка знаходиться в межах 433,075 МГц (1й канал) - 434,775 (69 канал) без переривань з кроком 25 кГц. Максимальна потужність промислових пристроїв повинна бути не більше 10 мВт.

Діапазон DPMR 446 є цифровим продовженням PMR 446. Пристрої працюють в діапазоні частот між 446,1 - 446,2 МГц, розділеному на 16 каналів з кроком 6,25 кГц і потужністю 500 мВт (ERP). Застосовується 4-х рівнева FSK модуляція [5, 7] зі швидкістю передачі мовного потоку 3,6 кбіт/с.

УКХ діапазон FRS (від англ. - Family Radio Service - Сімейна радіозв'язок) діапазон, що складається з 14 симплексних радіоканалів в межах 462,5625- 467,7125 МГц з кроком 25 кГц. Потужність радіостанцій найчастіше - 0,5 Вт. Радіостанції оснащені CTCSS кодом на 38 тонів. Діапазон безліцензійний і призначений для використання на території США і Канади.

Діапазон GMRS розшифровується як General Mobile Radio Service (від англ. – Основна рухомої радіослужби). Даний стандарт включає в себе 16 радіоканалів з кроком 25 кГц з частотною модуляцією (FM). Потужність радіостанцій – до 2 Вт (дозволена потужність на території США). Радіостанції оснащені CTCSS шумоподавлювачем на 38 тонів. Діапазон безліцензійний і призначений для використання на території США і Канади. У цьому діапазоні розрізняють "нижній" GMRS і "верхній" GMRS. Найчастіше в недорогих, що не професійних радіостанціях використовується "нижній" GMRS, для розширення FRS діапазону. GMRS використовує частотний діапазон 462 МГц - (462,5625-462,7250 МГц) [6, 10].

Діапазон SRD (не плутати з SDR) походить від Short Range Device, що перекладається як "Пристрій малого радіусу дії". SRD - це новий європейський безліцензійний діапазон, відкритий з імовірною метою замінити діапазон LPD і підтримати розвиток безліцензійних стандартів аналогічних PMR 446. Застосовувані пристрої так само як і в інших UHF діапазонах є переносними і дуже схожий на аналогічні в LPD і PMR 446. Діапазон частот знаходиться між 868 і 870 МГц. Потужність пристроїв обмежується 25 мВт. Система складається з 126 каналів розділена на п'ять груп (або піддіапазонів).

Висновки

Таким чином, наявні безліцензійні діапазони можливо застосовувати в якості персонального та спеціально зв'язку за умови не створення завад іншим службам радіозв'язку, наприклад радіоаматорській. Особливості їх частотного поділення будуть зумовлювати їх сфери застосування, наприклад, виходячи із розміру антенно-фідерних пристроїв [8] та можливостей проходження крізь атмосферу, наприклад з використанням ШСЗ [9] .

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Белов В.С. Наши соседи по эфиру – гражданский диапазон / В.С. Белов UR5NBC // Ежемесячный научно-популярный журнал «Радиоаматор». – 2014. – №10 (250). – С.43-46
2. Частотные сетки для гражданских радиостанций СИ-БИ (27 МГц) диапазона. [Electronic resource] – Access mode: http://www.yaesu.ru/cb_standard.php (last access: 20.03.17). – Title from the screen.
3. Частоты каналов LPD. Режим доступа [Electronic resource] – Access mode: <http://www.lpdnet.ru/?go=Pages&in=view&id=4> (last access: 20.03.17). – Title from the screen.
4. CEPT/ERC Recommendation 70-03 (07 February 2014) [Electronic resource] – Access mode: <http://www.erotocdb.dk/docs/doc98/official/pdf/rec7003e.pdf> (last access: 20.03.17). – Title from the screen.
5. Белов В.С. Визначення фазових станів у багатопозиційних маніпуляціях з квадратурним представленням інформації / В.С. Белов, А.С. Белов // Міжнародний науково-технічний журнал «Вимірю-

вальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах» – Хмельницький, 2013. – №3 – С. 135-138.

6. Радиосвязь с использованием маломощных безлицензионных радиостанций. [Electronic resource] – Access mode: http://ur4nww.qrz.ru/files/freq/uhf_citizen.htm (last access: 20.03.17). – Title from the screen.

7. Кичак В.М. Оцінка впливу кількісних характеристик зміни інформаційного параметру на завадостійкість каналів зв'язку з КАМн /В.М. Кичак, В.С. Белов, А.С. Белов.//Науковий журнал «Вісник Хмельницького національного університету». – 2012. - №4.- с. 59-62

8. Белов В. Практичне застосування супер- j узгодження в антенно-фідерних пристроях. / В. Белов, О. Ларюшкін, А. Белов // Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій та приладобудування (СПРТП-2011): Матеріали V міжнародної науково-технічної конференції, м.Вінниця, 19 - 21 травня 2011 р. – Вінниця: ВНТУ. – 204 с.

9. Белов В. Методика застосування штучних супутників Землі в радіоаматорських системах зв'язку. / В. Белов, О. Ларюшкін, В. Ярмоленко //Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій та приладобудування (СПРТП-2011): Матеріали V міжнародної науково-технічної конференції, м.Вінниця, 19 - 21 травня 2011 р. – Вінниця: ВНТУ. – 204 с.

10. Белов В.С. Застосування принципів децимації та інтерполяції в цифрових системах зв'язку. / В.С. Белов, А.С. Белов // Сучасні проблеми і досягнення в галузі радіотехніки, телекомунікацій та інформаційних технологій: Тези доповідей VI Міжнародної науково-практичної конференції (19–21 вересня 2012 р., м. Запоріжжя) – Запоріжжя: ЗНТУ, 2012. – С. 92-94.

Белов Володимир Сергійович — асистент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: belov@vntu.edu.ua

Белов Антон Сергійович — радіоаматор, позивний US5NAR, навчально-науковий центр систем радіозв'язку та радіоаматорства ННЦСРР, Вінницький національний технічний університет

Ларюшкін Олександр Віталійович — радіоаматор, позивний US5NDJ, навчально-науковий центр систем радіозв'язку та радіоаматорства ННЦСРР, Вінницький національний технічний університет

Belov Vladimir S. — Assistant Department of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: belov@vntu.edu.ua

Belov Anton S. — Amateur Radio Operator US5NAR, Educational and Scientific Center of Radio Communication and Radioamateurs ESCRCR, Vinnytsia National Technical University

Lariushkin Alexander V. — Amateur Radio Operator US5NDJ, Educational and Scientific Center of Radio Communication and Radioamateurs ESCRCR, Vinnytsia National Technical University

ОБГРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТИПУ СВІП-ГЕНЕРАТОРА В СИСТЕМАХ ЧАСТОТНОГО МОНІТОРИНГУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проведено аналіз найбільш популярних технологій, що використовуються в свіп-генераторах, розглянуто їх переваги та недоліки. Доведено, що при великих відлаштуваннях частоти доцільно використовувати ЗІГ-генератори, а при невеликих відлаштуваннях частоти доцільніше використовувати ГКН.

Ключові слова: свіп-генератор, залізо-ітрій-гранатовий генератор (ЗІГ-генератор), генератор керований напругою (ГКН).

Abstract

The analysis of the most popular technologies used in the sweep-generators, discussed their advantages and disadvantages. Proved that at high detuning frequency appropriate to use YIG-generators, while detuning frequency is small appropriate to use VCO.

Keywords: sweep-generator, Yttrium-Iron-Garnet generator (YIG-generator), Voltage Controlled Oscillator (VCO).

Вступ

Технології бездротової передачі інформації з допомогою радіочастот досить стрімко розвивалися в останні декілька десятиліть, а це, в свою чергу, сприяло розвитку і вдосконаленню систем частотного моніторингу. За цей час утвердилося декілька основних технологій що використовуються у таких системах. Вони є найбільш актуальними на даний час.

В тезах розглянуто найбільш актуальні технології, їх особливості, переваги і недоліки.

Основна частина

Історично в високоякісних панорамних генераторах на основі частотних синтезаторів з колами фазової підстройки частоти (ФАПЧ) використовувались ЗІГ-генератори, в яких поєднуються широка смуга і низький рівень фазових шумів [1]. Крім цього, ЗІГ-генератори мають лінійні перестроювальні характеристики, що спрощує попередню установку частот в багатокільцевих синтезаторах. Завдяки цим унікальним властивостям технічні рішення, засновані на використанні ЗІГ, широко використовуються при розробці генераторів сигналів для вимірювально-випробувальних стендів.

Недоліками таких рішень є високе енергоспоживання, великі габарити і відносно висока ціна. Найбільш серйозним недоліком, що властивий ЗІГ-технології, є низька швидкість відлаштування (порядку мілісекунд), що пояснюється великою індуктивністю електротромагнітної системи, яка забезпечує управління частотою. Хоча багато існуючих систем все ще успішно працюють з такими часом перемикавання. В сучасних системах часи перемикавання вимірюються мікросекундами. При цьому, інші характеристики (рівні фазових шумів, побічні дискретні складові і т.д.) відповідають таким у панорамних генераторах на основі частотних синтезаторів з великими часом перемикавання [2]. Тому проектування такого ЗІГ-генератора і пошук компромісних рішень пов'язані з певними труднощами.

Альтернатива ЗІГ-генераторів – генератори, керовані по частоті напругою (ГКН). На відміну від ЗІГ-генераторів, вони перелаштовуються набагато швидше – можна без труднощів досягти швидкості перемикавання порядку мікросекунд. Габарити, енергоспоживання і вартість ГКН значно менші в порівнянні з ЗІГ-генераторами, проте шумові характеристики у них набагато гірші, що може обмежити використання ГКН в високоякісних синтезаторах. Тому сформулюється загальноприйняте уявлення про те, що на базі ГКН неможливо створити синтезатори, що володіють настільки ж низькими рівнями фазових шумів, як в аналогічних пристроях з ЗІГ-генераторами.

Добитись зменшення рівня шумів у ГКН можна замінивши подільник частоти у зворотній петлі на помножувач частоти у прямому каналі, оскільки саме подільники вносять найбільшу частку шумів у

ГКН. Відштовхуючись від такої схеми і припустивши, що є ідеальна схема ФАПЧ, яка не вносить власних шумів, можна отримати на виході шум опорного генератора, збільшений на $20\log N$ дБн / Гц, де N - коефіцієнт множення ФАПЧ. Таким чином, фазовий шум на виході обмежений тільки шумом використовуваного джерела опорного колювання, внесок якого стає домінуючим. Комерційно доступні сьогодні кварцові генератори з частотою 100 МГц мають рівні фазових шумів від -160 до -180 дБн / Гц при відлаштуванні 10 кГц. Після ідеального множення частоти до вихідної величини 10 ГГц виходять рівні фазових шумів від -120 до -140 дБн / Гц, які близькі або навіть нижчі, ніж у кращих ЗІГ-генераторів при тих же значеннях частот. Проте слід зазначити, що в розглянутому прикладі шумові характеристики ЗІГ-генератора можуть бути кращі при великих відлаштуваннях (від декількох сотень кілогерц до декількох мегагерц)[2].

.....

Висновки

Підсумувавши можна зробити висновок, що використання ЗІГ-генераторів на даний час є найбільш доцільним з огляду на кращі параметри. Проте, при невеликих частотах відлаштування, порядку десятків герц, стає доцільним використання ГКН, оскільки при таких частотах відлаштування удосконалені схеми ГКН володіють кращою швидкістю і є економічно вигіднішими при практично тих же рівнях шумів що і у ЗІГ-генераторів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Hellszajn J. YIG resonators and filters. – New York: Wiley, 1985.
2. Ченакин А. ГУН или ЖИГ? Проблема выбора при проектировании высококачественного синтезатора с ФАПЧ // ЭЛЕКТРОНИКА: Наука, Технология, Бизнес, 2012, № 6.

Андрій Анатолійович Негур – студент групи ТСМ-16мі, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: andrii.nehur@vntu.net;

Науковий керівник: Сергій Павлович Кононов — канд. техн. наук, доцент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет.

Andrii A. Nehur — Department of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : andrii.nehur@vntu.net;

Supervisor: Serhii P. Kononov — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Перспективи впровадження мобільної 5G мережі

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто особливості побудови інфраструктури мереж високошвидкісного обміну даними, стандарту 5G в Україні.

Ключові слова: швидкість передачі даних, трафік, телекомунікаційна мережа інформаційних даних.

Abstract

The features of constructing infrastructure networks, high-speed data exchange standard 5G in Ukraine.

Keywords: data rate, traffic, telecommunications network information data.

Вступ

Технології 5G, аналогічно 4G (LTE) – забезпечує збільшення швидкості передачі даних. Крім того, мережі нового покоління повинні впоратися зі зростаючими навантаженнями на мобільні передачі даних. Базові станції 5G зможуть пропускати значний обсяг трафіку і допоможуть операторам економити частотний спектр.

За прогнозами Ericsson Mobility Report, до 2022 року на планеті буде 29 млрд підключених гаджетів, 18 млрд з яких - це пристрої світу IoT (Internet of Things). Це означає, що на кожного активного споживача припадатиме відразу кілька "розумних" речей (IoT). Для їх ефективної і надійної роботи потрібно буде щось більше, ніж просто високошвидкісна мережа.

Потрібно відмітити, що остаточні специфікації 5G в світі ще не затверджені, але відомо, що швидкість затримки сигналу в 5G-мережах буде зведена до мінімуму. А також, тестова зона під 5G в Україні поки не визначена. Тому дослідження параметрів та умов використання 5G технології є актуальним завданням.

Основна частина

Мобільний оператор lifecell підписав меморандум про співпрацю з китайською Huawei і шведською Ericsson про спільне впровадження п'ятого покоління стільникового зв'язку. Тож тепер Україну можна офіційно вважати "5G-ентузіастом". Актуальність теми, яка полягає в необхідності вказаних досліджень.

На першому етапі необхідно здійснювати пошук правильної моделі розгортання рішень, які базуються на мобільних технологіях п'ятого покоління. За твердженням експертів, головна задача, яка стоїть перед галуззю, – не звільнення частотного ресурсу і побудови інфраструктури високошвидкісного обміну даними як це відбувається вже зараз для 4G, а повноцінна організація нового рівня обробки інформації. Такий підхід включає організацію високопродуктивних віртуальних мереж, які об'єднують тисячі кінцевих пристроїв, що генерують величезні потоки даних. Потрібно відмітити, що сьогодні тільки в США законодавчо виділені робочі для функціонування 5G обладнання.

Очевидно, що тестування 5G – це найпростіший аспект роботи. Набагато більше часу необхідно для приготування бізнес-моделей і розуміння, необхідних сервісів і програм для нашої країни [1].

На наступному етапі необхідно працювати над технічною та програмною частиною реалізації проекту з експериментального запуску 5G.

На сучасному етапі розвитку телекомунікацій, швидкість перестає бути визначальним фактором. Тут на перший план виходять такі характеристики, як надійність мережі, а також швидкість затримки при передачі даних. В першу чергу нова мережа забезпечить одночасне використання різних типів пристроїв - це буде єдина мережа для сотень тисяч різних послуг. Таким чином, 5G внесе

фундаментальні зміни в повсякденне життя суспільства, зробивши можливим масове застосування технологій IoT і концепції M2M (Machine-to-machine) [2].

Розвиток мереж п'ятого покоління забезпечить поліпшення якості життя. Широке поширення телемедицини дозволить віддалено проводити найскладніші хірургічні операції або моніторити здоров'я населення в важкодоступних сільських регіонах, дистанційне керування машинами в небезпечних для людини умовах знизить ризик надзвичайних ситуацій, а масове впровадження технологій "розумних міст" поліпшить якість життя в містах в цілому. І це тільки приклади рішень, над якими працюють зараз. IoT стане джерелом перетворення для всіх галузей промисловості, оскільки концепція інтернету речей розмиває межі між фізичним і цифровим світом.

Очікується, що мережі 5G будуть стандартизовані не раніше 2020 року, але з боку операторів вже є велике бажання запустити мережі п'ятого покоління ще до завершення процесу стандартизації. Згідно з прогнозами, пікові швидкості складатимуть понад 20 Гбіт/с.

Євросоюз очікує, що 5G стане основою для створення цифрової екосистеми і кардинально вплине на ключові галузі економіки. Дослідники ж очікують, що новий стандарт мобільного зв'язку об'єднає фізичний, цифровий і біологічний світи. А перші комерційні запуски заплановані в Південній Кореї і Японії. Південна Корея планує розгорнути мережу 5G до Зимових Олімпійських Ігор 2018 року які будуть проводитись в цій країні. Японія теж планує запустити мережу 5G до Літніх Олімпійських Ігор 2020 року.

Висновки

Але перед тим як говорити про мережах п'ятого покоління, Україні для початку необхідно впровадити LTE (LTE, англ. Long Term Evolution — «довготерміновий розвиток»), який стане фундаментом для побудови мереж 5G. Варто зазначити, що Україна має всі шанси запустити мережі 5G синхронно з рештою світу - звичайно, за умови, що на локальному рівні будуть визначено та розроблено частотний план для 5G, а операторам будуть видані відповідні ліцензії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Фокин В.Г. Ибрагимов Р.З. Оптические системы с терабитными и петабитными скоростями передачи— М. : Федеральное агентство связи, 2016. — 162 с.
2. Бортник Г.Г. Системы передавання в електрозв'язку. Г.Г. Бортник, О.А. Семенюк, О.В. Стальченко – Навчальний посібник – Вінниця : ВНТУ, 2006. – 138 с.

Васильківський Микола Володимирович - канд. техн. наук, доцент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com.

Кирилюк Сергій Олександрович – студент групи ТКТ-16мс, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: kso.1996@mail.ru.

Клімов Олександр Сергійович - студент групи ТКТ-16мс, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: sashava103@gmail.com.

Vasylkivskyi Mikola Volodymyrovych – Ph.D., Senior lecturer of the Chair of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com.

Kyrylyuk Serhii - group TKT-16ms, The Faculty of Infocommunications, Radioelectronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: kso.1996@mail.ru.

Klimov Olexander group TKT-16ms, The Faculty of Infocommunications, Radioelectronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsia, e-mail: sashava103@gmail.com.

ШИРОКОСМУГОВА СИСТЕМА ДОСТУПУ НА ОСНОВІ FTTX-ТЕХНОЛОГІЙ

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

У статті розглядаються питання проектування мереж абонентського доступу на базі технології FTTx. Наводяться інженерні розрахунки основних параметрів оптичного тракту.

Ключові слова: волоконно-оптична система передачі, широкосмуговий доступ.

Abstract

In the article deals with the design of subscriber access networks based on FTTx technology. We give engineering calculations of basic parameters of the optical path.

Keywords: Fiber optic transmission system, broadband.

Вступ

Масовий попит на послуги широкосмугового доступу спричиняє стрімке зростання масштабу FTTx мереж, який все важче забезпечувати, використовуючи лише технологію ADSL. Впровадження нових широкосмугових послуг: портал надання державних послуг, відеоконференц-зв'язок, дистанційне навчання, телемедицина, Інтернет-форуми, розважальні послуги відео за запитом, цифрове мовлення, HDTV, online ігри і т.д. спричиняє швидке зростання вимог до смуги пропускання мереж зв'язку. В даний час збільшується використання систем абонентського доступу з можливістю надання абоненту широкосмугового телекомунікаційного каналу. Отже, використання широкосмугової системи доступу на основі FTTX-технологій є актуальною темою дослідження.

Основна частина

Широкасмуговий абонентський доступ в телекомунікаційних мережах можна здійснити з основними способами: по існуючих кабельних лініях за допомогою XDSL модемів; за допомогою бездротового доступу; із застосуванням ВОСП.

Одним з основних параметрів ВОЛТ є бюджет потужності оптичних сигналів на ділянці оптичного підсилення. За рахунок нього забезпечується передача інформації з необхідною якістю на підсилювальній ділянці оптичного тракту без застосування оптичних підсилювачів з врахуванням втрат і дисперсійних спотворень в оптичному кабелі.

Бюджет оптичної потужності визначається як різниця між енергетичним потенціалом волоконно-оптичної системи передачі і власними витратами оптичної потужності в ОБ, експлуатаційними витратами і втратами від спотворень оптичних імпульсів в лінії зв'язку [1]:

$$A_{\text{сз}} = W - A_{\text{екд}} - \sum a_{\text{д.в.}}, [\text{dB}];$$

де: W – енергетичний потенціал волоконно-оптичної системи передачі;

$A_{\text{екд}}$ – загасання потужності оптичних сигналів на ЕКД спільно зі станційними кабелями (патчкордами);

$\sum \text{д.в.}$ – сумарне значення додаткових втрат в ОБ, dB.

Максимальне значення загасання в ЕКД спільно зі станційними кабелями (патч-кордами) можна визначити наступним чином:

$$A_{\text{eko}} = a_{\text{макс}} * L_{\text{ном}} + N_{\text{нз}} * A_{\text{нзмакс}} + A_{\text{рз}}, [\text{dB}];$$

де: $N_{\text{нз}}$ – кількість нероз'єднаних з'єднань ОБ на ЕКД;

$A_{\text{рз}}$ – загасання в одному роз'ємі з'єднання;

$a_{\text{макс}}$ – нормоване максимальне загасання в ОБ;

$A_{pз}$ —загасання на роз'ємних з'єднаннях в ВОЛТ;

$L_{ном}$ —довжина ВОЛЗ;

$A_{нз.мак}$ —максимальне згасання на зварному з'єднанні ОВ.

Загасання в ОВ необхідно визначати на центральній довжині хвилі оптичного каналу. Для цього, спочатку потрібно визначити спектральний діапазон оптичного тракту, і після цього центральну довжину хвилі. Сумарний коефіцієнт загасання оптичного волокна в dBm / km дорівнює сумі всіх складових втрат та визначається за формулою [1]:

$$\alpha_{\Sigma} = \alpha_{p.p.} + \alpha_{i.ч.} + \alpha_{он}$$

де α_{RR} — складова втрат релєївського розсіювання на робочій довжині хвилі (λ_p);

$\alpha_{i.ч.}$ — втрати на інфрачервоне випромінювання в ОВ;

$\alpha_{он}$ — втрати через гідроксильну групу ОН.

Результат розрахунків максимального і мінімального значення коефіцієнта загасання в ОВ дають можливість прогнозувати середнє значення коефіцієнта загасання ще на етапі проектування, яке враховує всі можливі втрати потужності оптичних сигналів в ВОЛЗ.

Висновки

При проектуванні мереж абонентського доступу на базі FTTx технологій можуть виникати проблеми з практичною реалізацією результатів теоретичних досліджень. В зв'язку з цим, для підвищення якості проектних робіт, при виборі телекомунікаційного обладнання і кабелів, необхідно виконувати інженерні розрахунки основних параметрів ВОЛТ мереж абонентського доступу. Використовуючи розрахункові формули можна підібрати відповідне обладнання і кабелі з заданими технічними параметрами, що підвищить якість проектування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Котиков И. М. Пространство технологий абонентского доступа для оператора связи / И. М. Котиков. — М. : Технологии и средства связи, 2003.
2. Бортник Г.Г. Спектральні моделі фазового дрижання в цифрових системах передачі. Г.Г. Бортник, М.В. Васильківський, М.А. Мельник. - Вісник Хмельницького національного університету, Технічні науки. -2012, № 1. – С. 173-176.
3. Бортник Г.Г. Цифровий метод спектрального оцінювання випадкових сигналів. Г.Г. Бортник, М.В. Васильківський, О.В. Стальченко - Вісник Вінницького політехнічного інституту, 2014, -№ 2, С. 108-114.

Васильківський Микола Володимирович— канд. техн. наук, доцент кафедр телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com

Полуденко Ольга Сергіївна— студент групи РТТ-13б, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: raffaello43@mail.ru

Антонюк Ганна Леонідівна— студент групи РТТ-13б, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: annaantonuik@gmail.com

Vasykivskyi Mikola — Ph.D. Senior lecturer of the Chair of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University. Vinnytsia, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com

Poludenko Olga — group RTT-13b, The Faculty of Infocommunication, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: raffaello43@mail.ru

Antoniuk Anna — group RTT-13b, The Faculty of Infocommunication, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: annaantonuik@gmail.com

Васильківський М. В.¹

Полуденко О. С.¹

Антонюк Г. Л.¹

ВИКОРИСТАННЯ ФТТН-ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ПОБУДОВИ ОМД

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто технології створення пакетної мережі абонентського широкосмугового доступу (ШАД) з використанням технологій Ethernet FTTH, та мережі passive optical network (PON). Обидві архітектури широко використовуються при побудові мереж ШАД. Проведено порівняння технологій, вказані переваги, недоліки та перспективи розвитку.

Ключові слова: ВОСП, Ethernet, FTTH, PON .

Abstract

Considered technology of packet network broadband subscriber (Shad) using technologies Ethernet FTTH, and online passive optical network (PON). Both architectures are widely used in the construction of networks Shad. Comparison technologies mentioned advantages, disadvantages and prospects.

Keywords: VOSP, Ethernet, FTTH, PON.

Вступ

Поширення мультисервісних телекомунікаційних мереж вимагає нових методів будівництва мереж абонентського доступу. Зростання обсягів інформації, в телекомунікаційних мережах потребує використання волоконно-оптичних систем, особливо при розгортанні абонентських мереж доступу з підключенням до ВОЛЗ. Таку аметодику побудови оптичних мереж називають ФТТН. Правильна реалізація даної архітектури мережі полягає в створенні технології за принципом Ethernet to the home (ЕТТН) - Fiber to the building (FTTB) Fiber to the home (FTTH) яка полягає в доведенні оптичного малогабаритного кабелю до будівлі, квартири, офісу абонента. Тому, використання ФТТН-технології для побудови ОМД є досить актуальним.

Основна частина

Практика побудови оптичних мереж базується на класичному підході до проектування мереж доступу, який полягає в застосуванні активного обладнання на ділянці від розподільного вузла до абонентів (підсилювачів, комутаторів і т. д.), причому зі збільшенням кількості активних елементів збільшується собівартість мережі та зменшується її надійність.

При пошкодженні вузла термінації оптичної мережі (ОМТ) може виникнути блокування сектору абонентських ВОЛЗ, що призводить до порушення зв'язку для всіх абонентів пасивної оптичної мережі, причому знайти пошкоджений пристрій дуже складно. Навіть якщо вдасться запобігти такому пошкодженню за допомогою системи захисту, то ця проблема може виникнути внаслідок дій зловмисника, який може перервати роботу всієї системи зв'язку в дереві абонентських ВОЛЗ.

Існує два способи переходу від однієї технології PON до іншої.

1. Повна реконструкція оптичного дерева шляхом заміни всіх кінцевих пристроїв та повернення оновленої структури в експлуатацію. Оскільки вузли термінації оптичної мережі (ONT) в основному розташовані на території абонента то процес перетворення може супроводжуватися організаційними проблемами і бути досить трудомістким.

2. Використання ущільнення з поділом по довжині хвилі, забезпечує реалізацію нової PON технології на основі тих же ВОЛЗ, але на іншій довжині хвилі. Оскільки задіяні приймачі PON не підтримують вибірковість по довжині хвилі, тому перед початком реконструкції необхідно на всіх кінцевих абонентських пристроях встановлювати фільтри по довжині хвилі [1].

У типових конфігураціях Ethernet мереж доступу на основі FTTH технології використовуються прості типи ОВ, на базі технології 100BX або 1000BX з максимальним радіусом дії до 10 км. На довгих ВОЛТ використовують оптичні модулі, які збільшують потужність оптичного сигналу, а також оптоволоконні блоки з оптичними модулями, які підключаються до будь-якого Ethernet-обладнання.

Ethernet мережі на основі FTTH технології передбачають використання простих абонентських мережних пристроїв (customer premise equipment (CPE)), які характеризуються достатньою функціональністю для роботи в мережі доступу і забезпечення широкого спектра послуг кожному абоненту. Ці Ethernet пристрої мають низьку собівартість і зазвичай розміщуються в квартирах або будинках абонентів.

Перспективи розвитку FTTx-ОМД залежать від темпів розвитку інфокомунікаційних мереж за рахунок впровадження нових телекомунікаційних технологій та масштабів їх використання. Ретельно продумані умови використання FTTx технологій і доступність необхідного обладнання обумовлюють побудову телекомунікаційних мереж без значного ризику. Успішна діяльність інтернет-провайдерів є стимулом для динамічного розвитку галузі. Очевидно, що збільшення масштабів мереж широкосмугового доступу буде стимулювати операторів зв'язку інвестувати кошти в волоконно-оптичні мережі доступу.

Висновки

Стрімке зростання масштабів використання широкосмугових мереж зв'язку та підвищення їх надійності створює передумови до розвитку мереж Ethernet FTTH, PON. Незважаючи на не значні недоліки в їх роботі, ці технології становлять великий інтерес для сервіс-провайдерів і мають перспективи розвитку за рахунок забезпечення персоналізованих послуг, і широких можливостей з розширення смуги пропускання та мультисервісного доступу до ресурсів; передачі голосу і трансляції відеоконтенту високої якості, а також організації інтерактивних керованих послуг, які набули значної популярності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гринфилд Д. Оптические сети / Д. Гринфилд. – М. :Диасофт, 2002.
2. Бортник Г.Г. Математична модель джитеру у волоконно-оптичних системах передачі інформації. Г.Г. Бортник, М.В. Васильківський, В.А. Челоян. – Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології, 2009, № 1.-С. 234-238.

Васильківський Микола Володимирович— канд. техн. наук, доцент кафедр телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com

Полуденко Ольга Сергіївна— студент групи РТТ-13б, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: raffaello43@mail.ru

Антонюк Ганна Леонідівна— студент групи РТТ-13б, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: annaantonuik@gmail.com

Vasylkivskyi Mikola — Ph.D. Senior lecturer of the Chair of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University. Vinnytsia, e-mail: mvasylkivskyi@gmail.com

Poludenko Olga — group RTT-13b, The Faculty of Infocommunication, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: raffaello43@mail.ru

Antoniuk Anna — group RTT-13b, The Faculty of Infocommunication, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: annaantonuik@gmail.com

ПРО ВИБІР ФІЛЬТРА ПРИ ЧАСТОТНОМУ СКАНУВАННІ

¹ Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Проведено комп'ютерне моделювання смугового фільтру під впливом сигналу з лінійно-змінною частотою. Проаналізовано вплив на форму обвідної відгуку фільтру швидкості зміни частоти.

Ключові слова: фільтр, лінійно-змінна частота (ЛЗЧ), амплітудно-частотна характеристика (АЧХ).

Abstract

Computer simulation band-pass filter signal under the influence of linear variable frequency. The influence of the shape of the feedback form filter rate of change of frequency.

Keywords: filter, linear variable frequency (LVF), frequency response (FR).

Вступ

В сучасній техніці широко застосовуються випробувальні сигнали з лінійно-змінною частотою (ЛЗЧ). Відповідне обладнання має у своєму складі частотні фільтри, в тому числі вузькосмугові.

Реакція такого фільтру на випробувальний сигнал ЛЗЧ залежить від швидкості зміни частоти. При малих швидкостях перехідні процеси в фільтрі не впливають суттєво на відгук, тому в часі його обвідна співпадає з АЧХ фільтру. При значних швидкостях зміни частоти на форму відгуку значно впливають вільні коливання в фільтрі. В результаті відгук не співпадає з формою АЧХ, зменшується його амплітуда, зсувається в часі максимум відгуку, виникають паразитні осциляції.

В [1] наведена формула порогового значення смуги пропускання фільтру для заданої швидкості зміни частоти.

$$F_{\text{пор}} = \sqrt{\frac{V}{A}} [\Gamma_{\text{ц}}],$$

де $F_{\text{пор}}$ – смуга пропускання фільтру, V – швидкість зміни частоти [Гц/с], $A = 0,3$.

Задачею дослідження є комп'ютерне моделювання фільтру під впливом ЛЗЧ з метою підтвердження правильності формули.

Основний результат

Аналіз перехідної характеристики проведемо у програмному пакеті Micro-Cap 9.0. В системі схемотехнічного моделювання Micro-Cap 9.0 є велика база бібліотек і вибір елементів схеми не викликає проблем. До того ж кожному елементу зручно створювати і змінювати модель, його параметри і характеристики. Також комфортним своєю багатозадачністю є саме моделювання.

Відомий вузол для дослідження [1] є коливальний контур другого порядку, що містить паралельно з'єднані конденсатор, резистор та котушку індуктивності.

З метою аналізу смугового фільтру пропонується схема електрична принципова, зображена на рис.1.

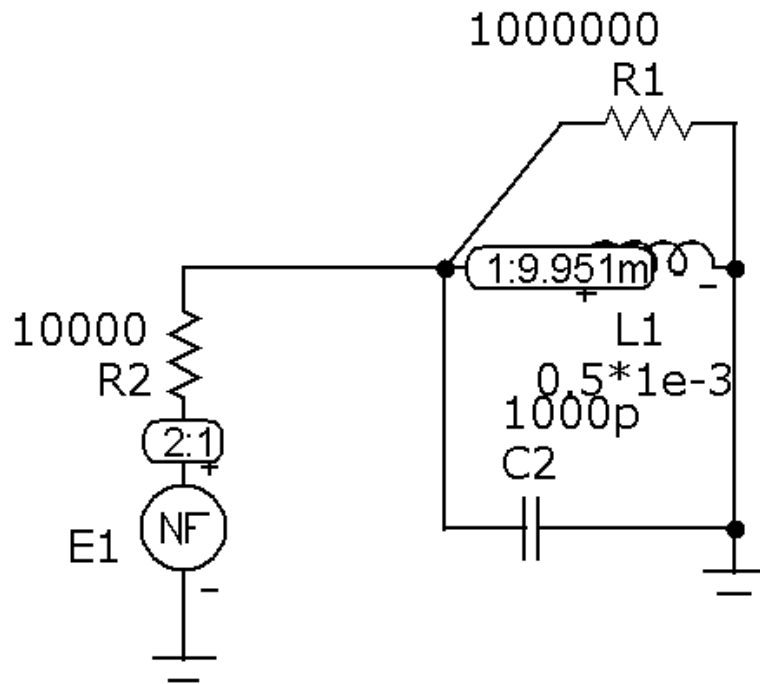


Рис. 1. Схема електрична принципова смугового фільтру

Схема аналізу складається із програмованого джерела напруги, паралельного коливального контуру другого порядку і резистора зв'язку.

Відгук для швидкості зміни частоти $V_{\text{пор}}=8\text{e}6$ Гц/с форма відгуку зображена на рис. 2, (а), а для швидкості зміни частоти $V=8\text{e}7$ Гц/с, $V>V_{\text{пор}}$ – на рис. 2, б. В першому випадку форма обвідної відгуку співпала з формою АЧХ, в другому випадку – не співпала.

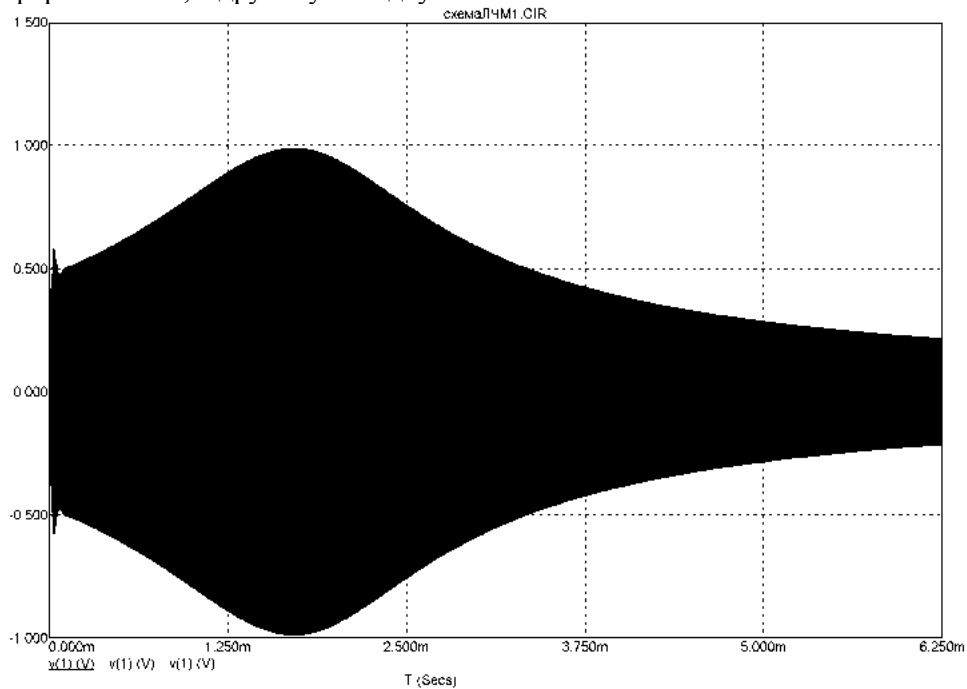


Рис. 2,а – Відгук для швидкості $V_{\text{пор}}$

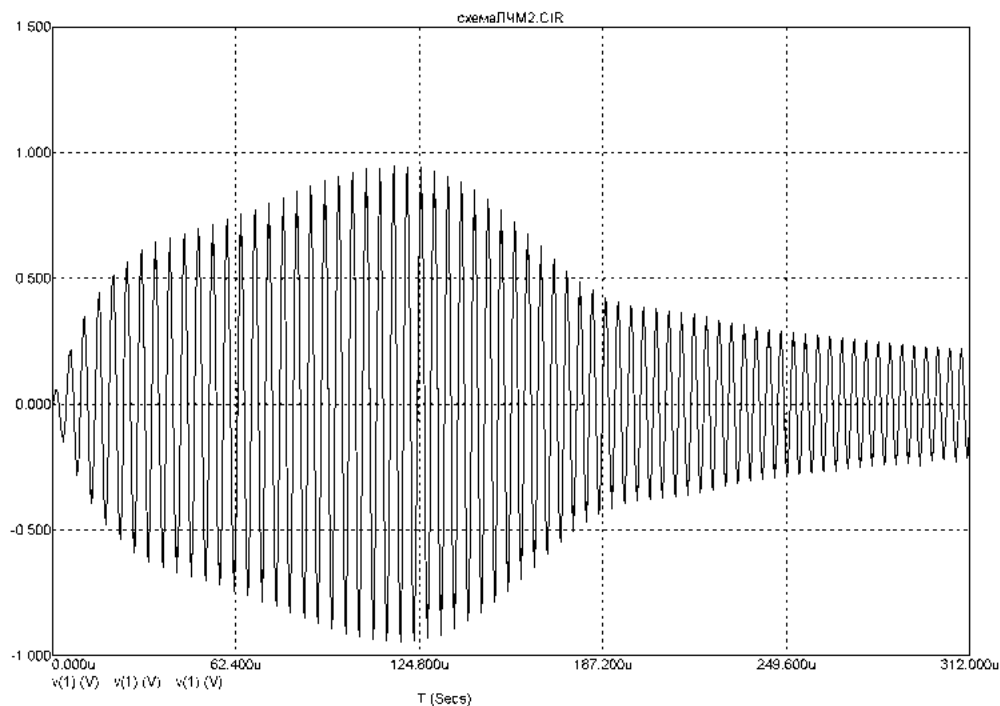


Рис. 2,6 – Відгук для швидкості V

Висновки

В результаті проведенного комп'ютерного моделювання доведено, що правильність формули визначення смуги пропускання фільтра [1] підтверджена. Коефіцієнт A можна брати більшим за 0,3. Подальші дослідження сформулюють уточнений критерій вибору параметру A.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Харкевич А.А. Спектры и анализ / Харкевич А.А. — [5-е изд.]. — М. : Либроком, 2009. — 240 с. : Библиогр.: с. 235—236. — ISBN 978-5-397-00256-1

Максим Федорович Ступін — студент групи РЗ-15мі, факультет радіотехніки, зв'язку та приладобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: masik1850@mail.ru;

Сергій Павлович Кононов — канд. техн. наук, доцент кафедри телекомунікаційних систем і телебачення, Вінницький національний технічний університет

Maksim F. Stupin — Department of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : masik1850@mail.ru;

Serhii P. Kononov — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Telecommunication Systems and Television, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

ОПТИМІЗАЦІЯ РОЗМІРІВ ТА ПОЛОЖЕННЯ ЩІЛИНИ ШИРОКОСМУГОВОГО ХВИЛЕВІДНО-ЩІЛИННОГО ОПРОМІНЮВАЧА АНТЕНИ ЗА КРИТЕРІЄМ МІНІМУМА КОЕФІЦІЄНТА ВІДБИТТЯ

Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова

Анотація

Запропоновано методику оптимізації розмірів та положення щілини широкосмугового хвилевідно-щілинного опромінювача антени. Обґрунтовано введення та аналітичний опис інтегрального коефіцієнта відбиття в заданому діапазоні частот. Результати дослідження доцільно використовувати при синтезі (проектуванні) широкосмугових хвилевідно-щілинних опромінювачів зі зменшеними втратами потужності сигналу.

Ключові слова: прямокутний хвилевід, хвилевідно-щілинний опромінювач, хвилевідно-щілинна антена (ХЩА), коефіцієнт відбиття.

Abstract

The method of slot size and position optimization of wideband slotted waveguide antenna exciter is proposed. Introduction and the analytical description of integral reflection coefficient from waveguide slot in specified frequency range are justified. Researching results are reasonable to be used in synthesis (designing) of broadband slotted waveguide antenna exciters with reduced losses of signal power.

Keywords: rectangular waveguide, slot, slotted waveguide exciter, slotted waveguide antenna, reflection coefficient.

Дзеркальні антени широко застосовуються в різних радіоелектронних засобах, як одні із кращих типів високоспрямованих антен. Важливим елементом дзеркальної антени є опромінювач, який в значній мірі визначає її параметри та характеристики [1]. Серед інших, в якості опромінювачів однодзеркальних антен доцільно застосовувати хвилевідно-щілинні антени, які мінімізують тінювий ефект. Проте є проблема у втраті потужності сигналу в опромінювачі через неузгодження вхідного опору щілини та хвильового опору хвилеводу. Ступінь розузгодження щілини з хвилеводом можна охарактеризувати коефіцієнтом відбиття від щілини. Мінімізувати коефіцієнт відбиття від щілини можна шляхом зміни її геометричних розмірів і положення, що є функціями частоти (довжини хвилі) [1]. Тому для широкосмугового хвилевідно-щілинного опромінювача цей підхід має труднощі [2].

Для оптимізації геометричних розмірів та параметрів антен застосовуються різні методи, в тому числі генетичні алгоритми, алгоритми оптимізації, що використовують метод Тегучі та його модифікації, метод “Роя пчел” [3] та ін. Проте, питання оптимізації розмірів та положення щілини широкосмугового хвилевідно-щілинного опромінювача антени за критерієм мінімуму коефіцієнта відбиття залишаються недослідженими.

Отже, невирішеною частиною загальної проблеми синтезу хвилевідно-щілинних опромінювачів є удосконалення методики оптимізації розмірів та положення щілини широкосмугового опромінювача для зменшення коефіцієнта відбиття.

Метою є удосконалення методики оптимізації розмірів і положення щілини широкосмугового хвилевідно-щілинного опромінювача, а також аналіз отриманих результатів.

Для забезпечення мінімізації втрат потужності сигналу в заданому діапазоні частот $[f_{\min}, f_{\max}]$ вводиться інтегральний коефіцієнт відбиття в цьому діапазоні $\overline{\Gamma_{\text{ex}}}$ [2]. Задача оптимізації розмірів та положення щілини широкосмугового хвилевідно-щілинного опромінювача антени за критерієм мінімуму коефіцієнта відбиття описується наступним чином:

$$\overline{\Gamma_{\text{ex}}}(\ell, \Delta, z_1, x_1, \theta) \rightarrow \min. \quad (1)$$

де ℓ – довжина щілини; Δ – ширина щілини; z_1, x_1 – координати положення центру щілини; θ – кут нахилу щілини. Овальною вимогою до методу знаходження екстремума (1) є гарантованість рішення задачі, при цьому обчислювальні (часові) затрати не принципові. Тому задача оптимізації (1) з урахуванням системи обмежень може бути вирішена методом повного перебору [4, 5] (із обраним кроком) значень параметрів $\ell, \Delta, z_1, x_1, \theta$ з визначенням їх оптимальних значень $\hat{\ell}, \hat{\Delta}, \hat{z}_1, \hat{x}_1, \hat{\theta}$ за мінімумом $\overline{\Gamma_{\text{ex}}}$, тобто:

$$(\hat{\ell}, \hat{\Delta}, \hat{z}_1, \hat{x}_1, \hat{\theta}) = \arg \min_{\substack{\ell \in (0; a] \\ \Delta \in (0; a/2] \\ z_1 \in [0; 2a] \\ x_1 \in [0; a/2] \\ \theta \in [0; \pi/2]}} \left[\frac{1}{f_{\max} - f_{\min}} \int_{f_{\min}}^{f_{\max}} \Gamma_{\text{ex}}(f, \ell, \Delta, z_1, x_1, \theta) df \right]. \quad (2)$$

де a – розмір широкої стінки прямокутного хвильоводу.

Відповідно, методика оптимізації розмірів та положення щілини широкосмугового хвильовідно-щілинного опромінювача включає:

1. Перебір (з визначенням кроком) значень параметрів, які оптимізуються ($\ell, \Delta, x_1, z_1, \theta$), з урахуванням системи обмежень, що вказана у формулі (2).

2. Розрахунок інтегрального коефіцієнта відбиття $\overline{\Gamma_{\text{ex}}}$ в заданому діапазоні частот для кожного набору значень $\ell, \Delta, x_1, z_1, \theta$.

3. Визначення оптимальних розмірів та положення щілини широкосмугового хвильовідно-щілинного опромінювача (оптимальних значень параметрів $\hat{\ell}, \hat{\Delta}, \hat{z}_1, \hat{x}_1, \hat{\theta}$) як таких, за яких досягається мінімальне значення $\overline{\Gamma_{\text{ex}}}$.

Практичним значенням результатів дослідження є можливість синтезу (проектування) широкосмугових хвильовідно-щілинних опромінювачів зі зменшеними втратами потужності сигналу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Фельд Я. Н. Основы теории антенн / Я. Н. Фельд, Л. С. Бененсон. – М. : Дрофа, 2007. – 491 с.
2. Карашук Н. М. Методика розрахунку електродинамічних характеристик щілини довільних розмірів та положення, прорізаної в стінках прямокутного хвильоводу / Н. М. Карашук // Проблеми створення, випробування та застосування складних інформаційних систем: зб. наук. праць. – Житомир: ЖВІ, 2016. – Вип. 13. – С. 73–84.
3. Charbonneau P. Genetic Algorithms PIKAIA [Електронний ресурс] // P. Charbonneau Département de Physique Université de Montréal. – Режим доступу: www.hao.ucar.edu/public/research/si/pikaia/pikaia.html. – Дата доступу: 14.12.2016.
4. Ковтуненко А. П. Основы анализа сложных технических систем. Теория и приложения: Монография / А. П. Ковтуненко, В. В. Зубарев. – К. : НАУ, 2009. – 483 с.
5. Sierra-Castaner M. Double-Beam Parallel-Plate Slot Antenna / M. Sierra-Castaner, M. Vera-Isassa, M. Sierra-Perez, J. L. Fernandez-Jambrina // IEEE Trans. Antennas Propag. – 2005. – Vol. 53, N.3. – P. 977 – 984.

Карашук Наталія Миколаївна — науковий співробітник наукового центру, Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова, Житомир, e-mail: knm7@ukr.net.

Черкес Олена Петрівна – молодший науковий співробітник наукового центру, Житомирський військовий інститут імені С. П. Корольова, Житомир.

Науковий керівник: **Манойлов В'ячеслав Пилипович** — д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри радіотехніки та телекомунікацій, Житомирський державний технологічний університет, м. Житомир.

Karashchuk Nataliia Mykolaivna – research worker of scientific center, Zhytomyr military institute named after S. P. Korolyov, Zhytomyr, e-mail: knm7@ukr.net.

Cherkes Olena Petrivna – junior research worker of scientific center, Zhytomyr military institute named after S. P. Korolyov, Zhytomyr.

Scientific adviser: **Manoilov V'iacheslav Pylypovych** - D.E., professor, chief of radio engineering and telecommunication department, Zhytomyr State technological university, Zhytomyr.

НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ МЕТОДІВ СИНТЕЗУ ФУНКЦІОНАЛЬНО СТІЙКИХ РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Вінницький національний технічний університет.

Анотація

З урахуванням існуючої теоретичної бази, запропоновано можливий напрямок розвитку методів синтезу функціонально стійких радіотехнічних систем, який дозволяє забезпечити виконання основних важливих функцій, коли порушення працездатності вже відбулися.

Ключові слова: функціональні системи, оптимальна оцінка, оптимальний детермінований регулятор

Abstract

On the basis of the existing theoretical base, the possible development direction of synthesis methods of functionally resistant radio engineering systems which allows to provide execution of complex radio engineering system basic functions when working capacity violation already took place.

Keywords: functional resistant systems, optimum assessment, the optimum determined regulator.

На рубежі 70-80 рр. минулого століття індустриальні держави при реалізації великомасштабних технічних проєктів зіштовхнулися із проблемою забезпечення необхідного рівня надійності й гарантування безпеки. Насамперед це стосувалося таких пріоритетних областей промисловості як авіакосмічна, оборонна, ядерно-енергетична, нафтогазова переробна, металургійна, хіміко-технологічна, транспортні перевезення й ін. Характерною рисою автономних технічних засобів і систем, зазначеної групи, є їхня висока вартість, наявність екстремальних умов експлуатації й потенційна небезпека застосування.

Суть проблеми полягала в тому, що традиційні методи забезпечення надійності, засновані на багаторазовому апаратному резервуванні, введенні систем вбудованого контролю, використанні резервних елементів приводили до погіршення техніко-економічних показників проєктованих пристроїв і систем не давали очікуваного ефекту по тій простій причині, що за певних умов самі ставали джерелами потоків несправностей і відмов. Таким чином, концепція введення додаткової надмірності на фізичному рівні, за певних умов, ставала стримуючим фактором на шляху побудови високонадійних технічних засобів, і в деякому змісті навіть тупиковою.

У той же час увага багатьох дослідників було звернено на той факт, що еволюція в живій природі при відносно невисокому рівні фізичного резервування (як правило не більше двох) зуміла створити за рахунок комплексування інформаційної й функціональної надмірності при відповідній організації, вражаючи життєстійкі форми живих організмів. Згодом було запропоновано розглядати позаштатні стани технічних систем, викликані різними дестабілізуючими факторами, у тому числі несправностями, збоями або відмовами, припустимими і в цих умовах формувати адекватний керуючий вплив спрямований на подолання наслідків від несправностей з метою підтримки виконуваних функціонування для виконання головного завдання технічної системи, обумовленої її призначенням. Такий вид керування стали називати функціонально стійким. Воно повинне було здійснюватися за рахунок перерозподілу внутрішніх ресурсів системи для досягнення головної мети, навіть в умовах можливих несправностей і відмов [1].

Однак, можливість перерозподілу внутрішніх ресурсів припускає трохи відмінну від традиційної організаційну структуру системи. У традиційних автоматичних системах ресурси (інформаційні, енергетичні, обчислювальні) як правило тверде закріплені за окремими вузлами, каналами, підсистемами, що виключає їхній перерозподіл і обмежує можливості формування функціонально стійкого керування. Технологічною основою забезпечення функціональної стійкості на основі комплексування всіх каналів, вузлів і підсистем могло б стати створення єдиного інформаційно-обчислювального комплексу, здатного аналізувати стани окремих підсистем в умовах можливих несправностей, збоїв, відмов і ін. дестабілізуючих факторів, а також перерозподіляти наявні ресурси. При цьому слід ура-

ховувати обмеження умовами, що накладаються, стійкістю системи по Ляпунову, її керованістю й спостережуваністю по Калману.

Відповідно до теореми поділу [2], математично строго доведеної лише для лінійних систем, оптимальне функціонально стійке керування синтезується у два етапи:

- на першому етапі формується оптимальна оцінка стану динамічної системи з урахуванням можливих несправностей, збурювань, помилок моделювання й вимірювальних шумів за допомогою спеціальних пристроїв, так званих діагностичних спостерігачів;

- на другому етапі на основі отриманих оцінок стану системи синтезується оптимальний детермінований регулятор, який формує спеціальний керуючий вплив, що компенсує вплив виниклих несправностей.

Дотримуючись принципу роздільності, обидва етапи можна виконувати незалежно один від одного, причому для кожного з етапів існує відповідна теоретична база.

Для нелінійних систем застосування зазначеної теореми дає тільки субоптимальні розв'язки, і не зважаючи на це, вона широко застосовується на практиці.

Принциповою відмінністю методів синтезу функціонально стійких керувань є те, що вони спрямовані не на зменшення кількості несправностей і відмов в окремих підсистемах контрольованого об'єкта як традиційні методи забезпечення надійності, живучості, відмовостійкості й т.п., а на забезпечення виконання життєво важливих функцій, коли порушення працездатності вже відбулися. Для формування функціонально стійкого керування важливий сам факт порушення працездатності якийсь із підсистем контрольованого об'єкта.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Janos J. Gertler. Fault detection and diagnostic in engineering systems / Janos J. Gertler. — George Mason University Fairfax, Virginia : 1998. — 479 с.
2. Dan Simon. Optimal State Estimation / Dan Simon — John Wiley & Sons: 2006. — 552 с.

Воловик Андрій Юрійович — канд. техн. наук, доцент кафедри радіотехніки, Вінницький національний технічний університет

Volovyk Andrii U. — Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of Radio engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

ПРИСТРІЙ ВИМІРЮВАННЯ ПРОСТОРОВОГО ПОСТІЙНОГО МАГНІТНОГО ПОЛЯ.

Вінницький національний технічний університет

Анотація. Запропонована схема пристрою вимірювання просторового постійного магнітного поля, в якому за рахунок введення нових елементів і зв'язків досягається можливість перетворення сигналу інформативної амплітуди в інформативну частоту, що приводить до підвищення чутливості та точності вимірювання магнітної поля.

Ключові слова: вимірювання, постійне магнітне поле.

Abstract. The scheme of the space unit measuring constant magnetic field, which by introducing new elements and connections achieved the possibility of converting the signal amplitude informative frequency, resulting in increased sensitivity and accuracy of measurement of the magnetic field.

Keywords: measurement, constant magnetic field.

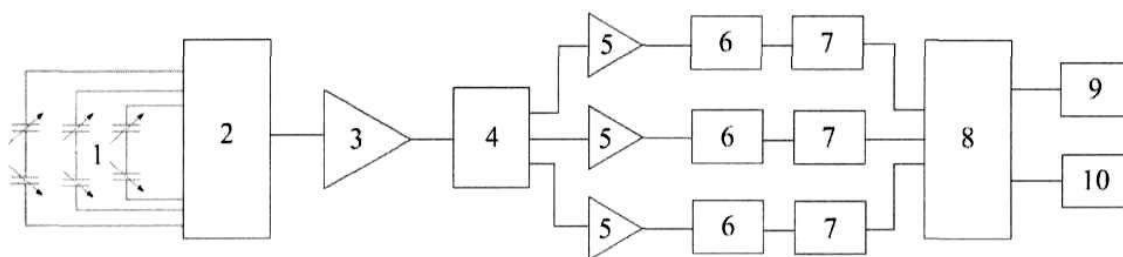
Вступ

Пристрій вимірювання просторового постійного магнітного поля належить до області контрольно-вимірювальної техніки на основі напівпровідникової електроніки і призначений для вимірювання постійного просторового магнітного поля у пристроях і системах автоматичного контролю та управління. Відомо багато пристроїв для вимірювання постійного магнітного поля. Але всі ці пристрої мають спільні недоліки, а саме недостатню чутливість і точність вимірювання.

Метою роботи є створення пристрою вимірювання просторового постійного магнітного поля, в якому за рахунок введення нових елементів і зв'язків між ними досягається можливість перетворення сигналу інформативної амплітуди в інформативну частоту, що приводить до підвищення чутливості та точності вимірювання магнітної поля.

Результати дослідження

Розроблено пристрій вимірювання просторового постійного магнітного поля містить тривимірний чутливий елемент, з'єднаний з мультиплексором та три каналні підсилювачі. У пристрій додатково введено підсилювач з малим коефіцієнтом шуму, який з'єднаний з демультимплексором та мультиплексором, три частотних перетворювачі, мікроконтролер. Тривимірний чутливий елемент виконаний у вигляді трьох магніточутливих конденсаторів, кожен з каналних підсилювачів з'єднаний з відповідними частотним перетворювачем та формувачем імпульсів, які з'єднані з мікроконтролером, що підключений до LCD-екрана та встановлений з можливістю сполучення з персональним комп'ютером.



Висновки

Розроблений пристрій дозволяє підвищити чутливість та точність вимірювання постійного магнітного поля за рахунок перетворення сигналу інформативної амплітуди в інформативну частоту.

Список використаної літератури

1. Пристрій виміру просторового неоднорідного постійного або мінливого у часі магнітного поля [Патент РФ № 2548931, м.кл. G01R 33/00, опубл. 20.04.2015] .
2. Пристрій для вимірювання напруженості магнітного поля [А. св. СРСР № 530290, кл. G01R 33/06, опубл. 30.09.1976, бюл. № 36].
3. Пристрій для вимірювання магнітної індукції на основі біполярного магніточутливого транзистора [Викулин И.М., Стафеев В.И. Физика полупроводниковых приборов. - М.: 5 Советское радио, 1980. - С. 265-266, рис. 7.17].
4. Цифровий ферозондовий магнітометр [Патент РФ № 2503025, м.кл. G01R 33/02, опубл. 27.12.2013].

Костянтин Олегович Коваль - канд. техн. наук, Вінницький національний технічний університет.

Максим Олександрович Притула – аспірант заочної форми кафедри радіотехніки.

Олександра Ігорівна Альтман – студент групи. РТр-13б, факультет радіотехніки, зв'язку та приладобудування, Вінницький національний технічний університет.

Науковий керівник : Олександр Володимирович Осадчук - д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри радіотехніки, Вінницький національний технічний університет.

Konstantin O. Koval - candidate. Sc. Science , Vinnytsia National Technical University.

Maksym A. Prytula - graduate student correspondence department of radio engineering.

Alexandra I. Altman - student Department of Radio Engineering, Communications and Instrumentation , Vinnytsia National Technical University.

Supervisor: Alexander V. Osadchyk - Dr. Sc. , Professor, Head of the Department of Radio Engineering, Vinnytsia National Technical University.

МОДЕЛЮВАННЯ BIOMEMS СТРУКТУРИ САПР COMSOL

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто проектування і моделювання мікроелектромеханічних систем (BioMEMS) на прикладі електрокінетичного дозатора зразків, який використовується для вприскування точних обсягів зразків кислот і солей.

Ключові слова: BioMEMS, мікроелектромеханічні системи, COMSOL, електрокінетичний клапан.

Abstract

Considered design and modeling microelectromechanical systems (BioMEMS) the example feeder electrokinetic sample injection is used for accurate sample volumes acids and salts.

Keywords: BioMEMS, microelectromechanical systems, COMSOL, electrokinetic valve.

Вступ

Проектування і моделювання мікроелектромеханічних систем (MEMS) актуально в наш час. При конструюванні резонаторів, гіроскопів, акселерометрів і приводів з малими лінійними розмірами необхідно враховувати вплив декількох фізичних явищ на їх роботу. Тому середовище COMSOL Multiphysics ідеально підходить для моделювання мікроелектромеханічних систем.

Основна частина

При моделюванні пристроїв MEMS насамперед в програмному забезпеченні задають геометрію пристрою за допомогою вбудованих засобів моделювання COMSOL або шляхом імпорту моделі САПР. Після завдання геометричної моделі необхідно вибрати відповідні матеріали і додати відповідний інтерфейс для моделювання фізики процесів. В інтерфейсі слід задати електричну напругу і граничні умови. Потім потрібно поставити сітку на 3D модель[1]. На рисунку 1 показано 3D моделювання електрокінетичного клапану зразків при режимі роботи А та Б.

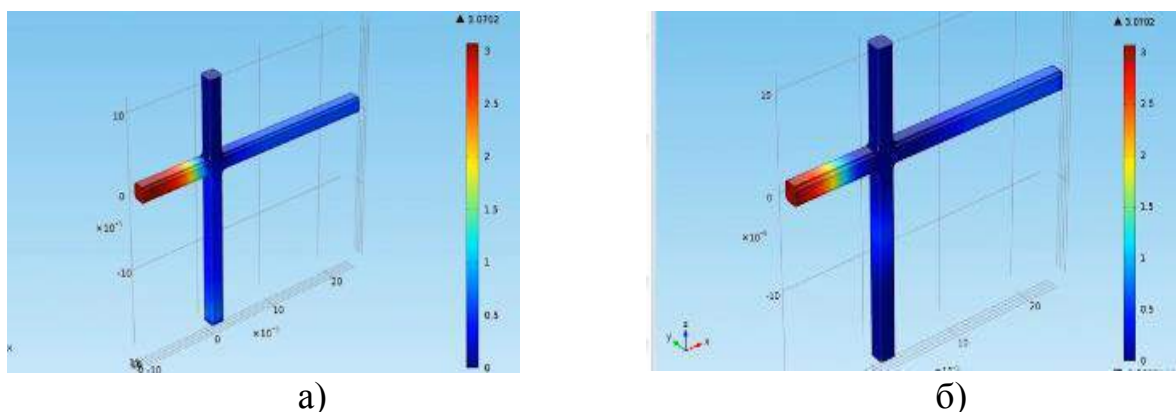


Рисунок 1 – 3D моделювання електрокінетичного клапану зразків при режимі роботи А (рис. а) та Б (рис. б)

Імплантовані BioMEMS призначені для стеження за параметрами внутрішнього середовища організму за допомогою біосенсорів і можуть дозовано вивільняти лікарські речовини або гормони, наприклад, інсулін при підвищенні вмісту глюкози в крові. [2]

У цьому проєкті проаналізовано електрокінетичний дозатор зразків, який використовується для вприскування точних обсягів зразків кислот і солей. Іонізовані частинки речовини з високим

ступенем дисоціації. Модель складається з 2-х каналів: горизонтального каналу для фокусування і вертикального для вприскування. Дві стадії цієї моделі: фокусування і вприскування. На стадії фокусування потоки під тиском фокусують потік поточного середовища на точки розгалуженого горизонтального і вертикального каналів. По верхньому і нижньому вертикальним каналам в горизонтальний канал також вприскується буферний розчин під тиском. Коли система досягає стаціонарного стану пристрій переходить в стадію вприскування, яка тут розглядається. На цій стадії тиск відключається, а прикладене електричне поле витісняє іонізовані частинки речовини із зони фокусування в вертикальний канал уприскування. Демонструється 2 режими роботи, режим А і Б, які відрізняються тільки граничними умовами для електричного поля. Ми порівняли обидва режими та профілі концентрації, які виникають при їх різних граничних умовах. Функція відстані уздовж каналу уприскування і часу в режимі А та Б (рисунок 2). Зразок поділяється не ідеально, залишаючи нерівномірний профіль з плином часу.

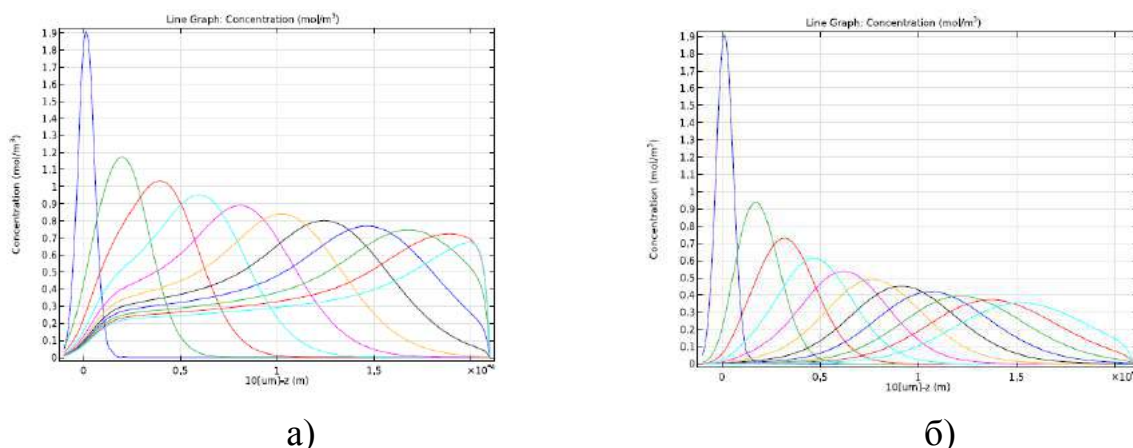


Рисунок 2 – Функція відстані уздовж каналу уприскування і часу в режимі А (рис. а) та Б (рис. б)

При режимі Б змінюємо умови границь моделювання, так ми задаємо напругу на каналі уприскування і на фокусуємому каналі.

Висновки

Ми можемо зробити висновок, що в режимі Б електрокінетичний дозатор зразків речовини працює краще. Як видно на графіку крива для режиму Б більше нагадує форму дзвону, що вказує на рівномірний розподіл речовини в дозаторі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Бутарев І. Ю. Comsol multiphysics: Моделювання електромеханічних пристроїв / І.Ю. Бутарев//Електронний ресурс. – 2011. – С. 6-100
2. Лобур, М.В. Методи і засоби проектування мікропотоків MEMS / Лобур М.В., Матвійків О.М., Дмитришин Б.Б., Файтас О.І. // Львівська політехніка. – 2010. – С. 109-114.

Науковий керівник: Нікольський Олександр Іванович — канд., техн. наук, доцент кафедри інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: fortuna888@i.ua

Антонюк Ганна Леонідівна — студент групи РТТ-136, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: annaantonuik@gmail.com

Полуденко Ольга Сергіївна — студент групи РТТ-136, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: raffaello43@mail.ru

Antoniuk Anna L. — Department of Infocommunication, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: annaantonuik@gmail.com

Poludenko Olga S. — Department of Infocommunication, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: raffaello43@mail.ru

КЕРУВАННЯ ДИНАМІКОЮ ХАОТИЧНИХ КОЛИВАНЬ У ГЕНЕРАТОРІ ЗА СХЕМОЮ КОЛПИТЦЯ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто генератор детермінованого хаосу за схемою Колпитця із симетричним живленням. Як параметр керування динамікою хаотичних коливань використано еквівалентну індуктивність коливального кола. Розглянуто електричну схему та математичну модель генератора.

Ключові слова: детермінований хаос, генератор Колпитця, електрична схема, математична модель.

Abstract

We consider deterministic chaos oscillator base on a Colpitts circuits' with symmetrical power. As parameter control dynamics of chaotic oscillations applied equivalent inductance of the oscillating circuit. Considered of are electrical circuit and mathematical model generator.

Keywords: deterministic chaos, Colpitts oscillator, electric circuit, mathematical model.

Вступ

На сьогоднішній день хаотичний генератор Колпитця є класичним генератором детермінованого хаосу та однією з основних динамічних систем [1]. Розрізняють дві базові схеми генератору Колпитця – із симетричним і несиметричним живленням [1]. Керування хаотичною динамікою у таких генераторах детермінованого хаосу здійснюється шляхом зміни режиму біполярного транзистору по постійному струму [2].

Метою роботи є дослідження керування динамікою хаотичних коливань у транзисторному генераторі за схемою Колпитця за допомогою зміни реактивного елементу коливального контуру.

Результати дослідження

Інший шлях керування хаотичним режимом коливань – це зміна величини індуктивності котушки в колекторному колі. У схемі генератора на рис. 1 зміна величини опору R_L викликає зміну струму в котушці зв'язку L_C , що приводить до зміни взаємної індуктивності трансформатора [3]. У схемі використані такі радіокомпоненти: п-р-п транзистор VT1 типу 2N2222, резистори $R_L = 35$ Ом, $R_E = 500$ Ом, потенціометр R на 1 кОм, конденсатори $C1 = 54$ нФ, $C2 = 54$ нФ, індуктивності котушок трансформатора $L = 98,5$ мГн, $L_C = 23,5$ мГн, напруга джерел живлення $V_{CC} = 5$ В, $V_{EE} = 0,5$ В [3].

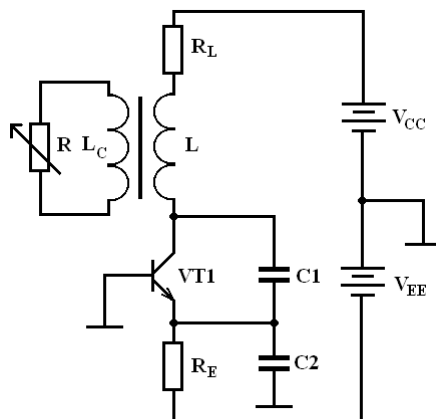


Рис. 1. Електрична схема хаотичного генератора Колпитця із трансформаторним зв'язком з керуючим елементом

Основна частота генерованого сигналу визначається параметрами реактивних елементів схеми генератора Колпитця [4]

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L \frac{C_1 C}{C_1 + C}}} \quad (1)$$

Динаміка генератору детермінованого хаосу Колпитця із симетричним живленням описується системою звичайних диференціальних рівнянь [4]

$$\begin{cases} C_1 \frac{dV_{CE}}{dt} = I - I_C, \\ C_2 \frac{dV_{BE}}{dt} = - \left(\frac{V_E + V_{BE}}{R_E} + I_L + I_B \right), \\ L \frac{dI_L}{dt} = V_C - V_{CE} + V_{BE} - I_L R_L, \end{cases} \quad (2)$$

де V_{CE} , V_{BE} - напруги колектор-емітер і база-емітер; I_L , I_C , I_B - струми індуктивності, колектора і бази. На низьких частотах дослідження біполярного транзистора проводять за допомогою його сімейства вольт-амперних характеристик. У режимі великого сигналу модель біполярного транзистора зводять до вигляду двосегментного кусково-лінійного резистора, який керується напругою, і лінійного джерела струму, який керується струмом, вигляду [4]

$$I_B = \begin{cases} 0, & \text{if } V_{BE} \leq V_0, \\ (V_{BE} - V_0)/R_1, & \text{if } V_{BE} > V_0, \end{cases} \quad (3)$$

де V_0 - порогова напруга емітерного р-п переходу; R_1 - опір емітерного р-п переходу в режимі малого сигналу; β - коефіцієнт підсилення біполярного транзистора по струму.

Висновки

У роботі розглянуто генератор детермінованого хаосу за схемою Колпитця із симетричним живленням. Показана можливість керування динамікою хаотичних коливань за допомогою зміни еквівалентної індуктивності коливального контуру генератора.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Andriy Semenov. Reviewing the Mathematical Models and Electrical Circuits of Deterministic Chaos Transistor Oscillators / Andriy Semenov // 2016 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON). Proceedings. – Moscow: National Research University "Higher School of Economics". Russia, Moscow, May 12–14, 2016.
2. O. Tsakiridis. Chaotic Operation of a Colpitts Oscillator in the Presence of Parasitic Capacitances / O. Tsakiridis, D. Syvridis, E. Zervas, J. Stonham // WSEAS Trans. on Electronics, vol. 1, Apr. 2004. – pp. 416-421.
3. Arturo Buscarino. Chaos Control in Inductor-Based Chaotic Oscillators / Arturo Buscarino, Luigi Fortuna, Mattia Frasca, Gregorio Sciuto // Proceedings of the 19th International Symposium on Mathematical Theory of Networks and Systems – MTNS 2010, 5–9 July 2010, Budapest, Hungary. – pp. 2207-2210.
4. Шахтарин Б.И. Генераторы хаотических колебаний : учебн. пособие / [Б.И. Шахтарин, П.И. Кобылкина, Ю.А. Сидоркина, А.В. Кондратьев, С.В. Митин]. – М.: Гелиос АРВ, 2014. – 248 с.

Сидоренко Вадим Віталійович — студент групи РТр-136, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Семенов Андрій Олександрович — канд. техн. наук, доцент, професор кафедри радіотехніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: semenov.a.o@vntu.edu.ua

Sidorenko Vadym V. — student of the Department of Radio Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Semenov Andriy A. — Cand. Sc. (Eng), Professor of the Department of Radio Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: semenov.a.o@vntu.edu.ua

ГЕНЕРАТОР ДЕТЕРМІНОВАНОГО ХАОСУ ЗА СХЕМОЮ КОЛПИТЦЯ КЕРОВАНИЙ НАПРУГОЮ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто схемотехнічний варіант транзисторного генератору хаосу за схемою Колпитця, керованого напругою. Як елемент змінної ємності використано варикап для керування динамікою хаотичних коливань. Наведена математична модель генератора.

Ключові слова: детермінований хаос, генератор Колпитця, електрична схема, математична модель.

Abstract

Considered electrical diagram of a voltage controlled option chaos of a transistor oscillator dased on a Colpitts circuit. As an element of variable capacitance varicap used to control the dynamics of chaotic oscillations. The mathematical model oscillator was obtained.

Keywords: deterministic chaos, Colpitts oscillator, electric circuit, mathematical model.

Вступ

Сучасним напрямком в теорії автоматичного керування і теорії зв'язку є практичне застосування генераторів хаотичних коливань та хаотичних сигналів. Застосування хаотичних сигналів значно підвищує завадостійкість і конфіденційності передачі інформації [1].

Метою роботи є дослідження схемотехнічного варіанту електрично керованого транзисторного генератору хаосу за схемою Колпитця.

Результати дослідження

Електричне керування нелінійною динамікою хаотичних коливань у генераторі Колпитця значно розширює його функціональні можливості. Це забезпечує здатність генерувати два і більше хаотичних сигналів у широкому робочому режимі активного елементу [2]. Електрична схема такого хаотичного генератору наведена на рис. 1. У схемі на рис. 1 використано такі радіоелементи: п-р-п біполярний транзистор типу 2N2222, VD1 – варикап типу BA102, VD2 – стабілітрон, резистори R1=36 Ом, R3=220 кОм, R4=1 кОм, R5=1 кОм, конденсатори C1=C2=2 нФ, C3=10 мкФ, C4=1 нФ, C5=100 пФ, C6=470 нФ, котушки індуктивності L1=48 мГн [2].

Електрично керований генератор за схемою Колпитця працює таким чином. Робоча точка напруги і струму зміщення біполярного транзистору VT1 встановлюються номіналами джерела напруги V1, резистору R1 та джерела струму I1. Коло додатного зворотного зв'язку генератора утворене елементами L1, C1, C2. Паралельно конденсатору C2 через розділовий конденсатор C4 підключений варикап VD1. У схемі варикап у зворотному включенні та живиться від джерела напруги V2 крізь подільник напруги R3R4. Для стабілізації напруги зміщення варикапа у схемі застосований стабілітрон VD2 із паралельно підключеним конденсатором C3, який шунтує стабілітрон по змінному струму. Керування динамікою хаотичних коливань здійснюється напругою Uкер крізь розділовий конденсатор C6 і фільтр ВЧ R5C5.

Основна частота електрично керованого хаотичного генератору Колпитця [2]

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_1 \frac{C_1 C_2 // D_1}{C_1 + C_2 // D_1}}} \quad (1)$$

де D_1 – ємність варикапу VD1.

Динаміка коливань в схемі електрично керованого хаотичного генератору Колпิตця описується системою диференціальних рівнянь [2]

$$\begin{cases} C_3 \frac{dV_{CE}}{dt} = I_{L1} - I_{C1}, \\ L_1 \frac{dI_{L1}}{dt} = V_3 - R_1 I_{L1} - V_{CE} - V_{BE} - V_{Q_{don}}, \\ C_1 / 2 \frac{dV_{BE}}{dt} = I_{L1} - I_{C1} + I_{E1}(V_{CE}, Q_1) - I_1. \end{cases} \quad (2)$$

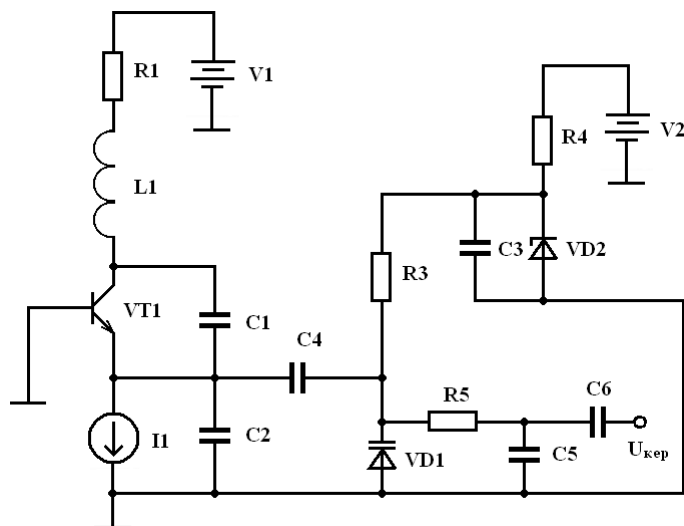


Рис. 1. Схема електрично керованого хаотичного генератору Колпิตця

Висновки

У роботі розглянуто простий за схемним рішенням генератор детермінованого хаосу з електричним керуванням хаотичної носійної, який здатний генерувати декілька хаотичних сигналів. За отриманими результатами видно, що зміна ємності варикапу у 10 разів (від 100 пФ до 10 пФ) мало змінює динаміку хаотичних коливань. Здатність пропонуваного генератору працювати на частотах до 8 ГГц підтверджує можливість його застосування в телекомунікаційних системах.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. M. P. Kennedy. Chaos in the Colpitts Oscillator / M. P. Kennedy // IEEE Transactions on Circuits and Systems – I: Fundamental theory and applications. – 1994. – Vol. 11. – pp. 771-774.
2. O. Tsakiridis. Design of a voltage control chaotic Colpitts oscillator / O. Tsakiridis, E. Zervas, E. Lytra, J. Stonham // Proceedings of the 4th WSEAS International Conference on Electronics, Hardware, Wireless and Optical Communications. Article No. 14. World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS) Stevens Point, Wisconsin, USA, 2005.

Лещук Алла Ігорівна — студентка групи РТр-136, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vntu06131027@gmail.com

Семенов Андрій Олександрович — канд. техн. наук, доцент, професор кафедри радіотехніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: semenov.a.o@vntu.edu.ua

Leshchuk Alla I. — student of the Department of Radio Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vntu06131027@gmail.com

Semenov Andriy A. — Cand. Sc. (Eng), Professor of Department of Radio Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: semenov.a.o@vntu.edu.ua

ГЕНЕРАТОР ДЕТЕРМІНОВАНОГО ХАОСУ ЗА СХЕМОЮ КОЛПИТЦЯ ЗІ СТРУМОВИМ ДЗЕРКАЛОМ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто схемотехнічний варіант транзисторного генератора хаосу за схемою Колпитця зі струмовим дзеркалом. Здійснено керування динамікою хаотичних коливань. Отримана математична модель генератора.

Ключові слова: детермінований хаос, генератор Колпитця, електрична схема, математична модель.

Abstract

Considered of an option electrical diagram of a transistor chaos oscillator based on a Colpitts circuit with current mirror. Is carried out control of a dynamic of chaotic fluctuations. The mathematical model oscillator was obtained.

Keywords: deterministic chaos, Colpitts oscillator, electric circuit, mathematical model.

Вступ

Відкриття М.П. Кеннеді в 1994 році явища детермінованого хаосу в генераторі Колпитця [1] стало поштовхом ретельного дослідження динамічних властивостей транзисторних електричних схем і пристроїв. Актуальними науково-технічними задачами є синхронізація та підвищення стійкості генераторів детермінованого хаосу. Для розв'язку цих задач потрібно знати схемотехнічні особливості та математичні моделі генераторів детермінованого хаосу, а також часові та частотні характеристики генерованих хаотичних коливань.

Метою роботи є дослідження схемотехнічного варіанту транзисторного генератора хаосу за схемою Колпитця із струмовим дзеркалом.

Результати дослідження

Хаотичні генератори Колпитця із несиметричним живленням отримали практичне застосування в засобах зв'язку. З метою керуванням струмом параметрами хаотичного генератора Колпитця у роботі [2] запропонована схема на рис. 1. Керування хаотичною динамікою у такому генераторі здійснюється шляхом зміни режиму транзистора VT1 по постійному струму.

Основна частота генерованого сигналу визначається параметрами реактивних елементів схеми генератора Колпитця [2,3]

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}}}. \quad (1)$$

Математична модель генератора Колпитця із несиметричним живленням у безрозмірних змінних має вигляд [3]

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = x_2 - a \cdot F(x_3), \\ \frac{dx_2}{dt} = c - x_1 - bx_2 - x_3, \\ \frac{dx_3}{dt} = x_2 - dx_3, \end{cases} \quad (2)$$

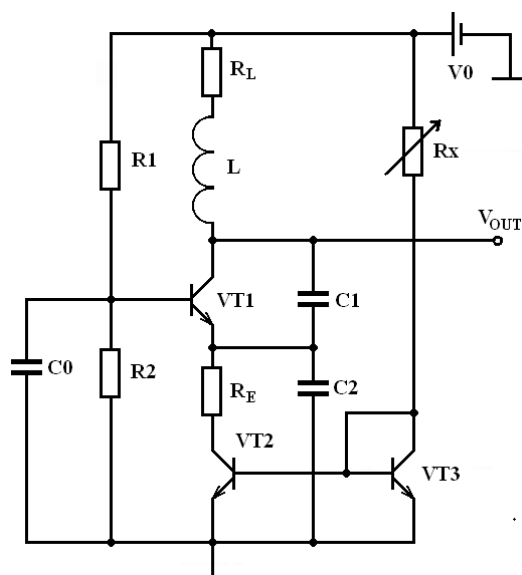


Рис. 1. Електрична схема керованого генератору Колпітця із несиметричним живленням і струмовим дзеркалом

У роботі [3] наведено результати моделювання генератору Колпітця із несиметричним живленням на біполярному транзисторі 2N3904 із такими параметрами пасивних елементів: $L = 850$ мкГн, $C_1 = C_2 = 470$ нФ, $C_0 = 47$ мкФ, $R = 36$ Ом, $R_e = 510$ Ом, $R_1 = R_2 = 3$ кОм, $V_0 = 15$ В. У такому разі значення нормованих змінних системи диференціальних рівнянь (2) за умови (7): $\varepsilon = 1$, $a = 30$, $b = 0.8$, $c = 20$, $d = 0.08$, $e = 10$.

Висновки

У роботі розглянуто простий за схемним рішенням генератор детермінованого хаосу з електричним керуванням хаотичної носійної, який здатний генерувати хаотичні сигнали. Для підвищення стійкості генерованих хаотичних коливань у схемі генератора застосоване струмове дзеркало на біполярному транзисторі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. M. P. Kennedy. Chaos in the Colpitts Oscillator / M. P. Kennedy // IEEE Transactions on Circuits and Systems – I: Fundamental theory and applications. – 1994. – Vol. 11. – pp. 771-774.
2. Suvra Sarkar. Dynamics of Driven Colpitts Oscillator in Presence of Co-channel Tone Interference: An Experimental Study / Suvra Sarkar, Sandeepa Sarkar, B. C. Sarkar // International Journal of Electronics and Applied Research (IJEAR). – 2014. – No. 1. – Published Online June 2014. – pp. 1-14.
3. Antanas Cenys. Hyperchaos in coupled Colpitts oscillators / Antanas Cenys, Arunas Tamasevicius, Antanas Baziliauskas, Romanas Krivickas, and Erik Lindberg // J. Chaos, Solitons and Fractals. – 2003. – Vol. 17. – pp. 349-353.

Сауленко Денис Володимирович — студент групи РТр-136, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Семенов Андрій Олександрович — канд. техн. наук, доцент, професор кафедри радіотехніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: semenov.a.o@vntu.edu.ua

Saulenko Denys V. — student of the Department of Radio Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Semenov Andriy A. — Cand. Sc. (Eng), Professor of Department of Radio Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: semenov.a.o@vntu.edu.ua

БАЛАНСНИЙ ГЕНЕРАТОР ДЕТЕРМІНОВАНОГО
ХАОСУ ЗА СХЕМОЮ КОЛПИТЦЯ¹ Вінницький національний технічний університет**Анотація**

Розглянуто схемотехнічний варіант балансного генератора детермінованого хаосу за схемою Колпитця. Наведено електричну схему та математичну модель генератора.

Ключові слова: детермінований хаос, генератор Колпитця, електрична схема, математична модель.

Abstract

Consider the option of balance circuit deterministic chaos oscillator based on a Colpitts scheme. An electric circuit and mathematical model of oscillator is a presented.

Keywords: deterministic chaos, Colpitts oscillator, electric circuit, mathematical model.

Вступ

Транзисторний хаотичний генератор Колпитця отримав широке практичне застосування [1]. Покращення параметрів і характеристик хаотичного генератора Колпитця та розширення його функціональних можливостей є актуальною науково-технічною задачею.

Метою роботи є дослідження схемотехнічного варіанту балансного генератора детермінованого хаосу за схемою Колпитця.

Результати дослідження

Основним недоліком схеми хаотичного генератора Колпитця з несиметричним живленням є суттєвий вплив паразитної ємності на параметри генерованих коливань [2]. Зменшити вплив паразитних ємностей колекторного та емітерного переходів біполярного транзистору, а також вплив паразитних ємностей компонентів схеми можна використавши диференціальний каскад як активний елемент генератору за схемою Колпитця. Схема такого хаотичного автогенератора, запропонованого в роботі [3], представлена на рис. 1. Диференціальний каскад активного елементу значно розширює його функціональні можливості – отримання прямого та інверсного хаотичного сигналів. Іншою суттєвою перевагою є підвищення стабільності генерованого сигналу за рахунок компенсації відхилень параметрів елементів схеми [3].

Основна частота генерованого сигналу визначається параметрами реактивних елементів схеми балансного генератора Колпитця [3]

$$f = \frac{1}{2\pi \sqrt{L_1 \frac{C_3 2C_1}{C_3 + 2C_1}}}. \quad (1)$$

Математична модель балансного генератора Колпитця має вигляд [3]

$$\begin{cases} C_3 \frac{dV_{CE}}{dt} = I_{L1} - I_{C1}, \\ L_1 \frac{dI_{L1}}{dt} = V_3 - R_1 I_{L1} - V_{CE} - V_{BE} - V_{Q_{don}}, \\ C_1 / 2 \frac{dV_{BE}}{dt} = I_{L1} - I_{C1} + I_{E1}(V_{CE}, Q_1) - I_1. \end{cases} \quad (2)$$

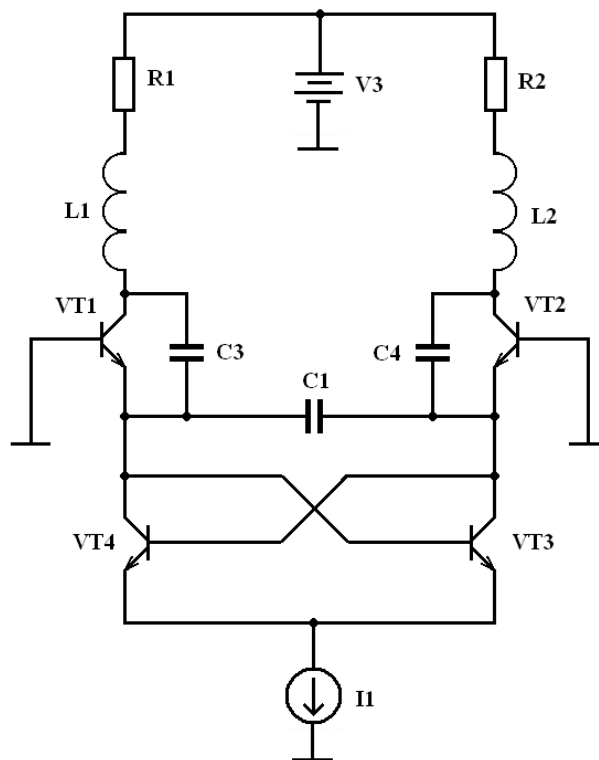


Рис. 1. Електрична схема балансного хаотичного генератору Колпитця

У схемі балансного генератора хаосу використано такі радіоелементи: джерело постійної напруги 12 В; джерело постійного струму номіналом 25 мА; НВЧ п-р-п біполярні транзистори VT1 і VT2 типу BFR 96 із граничною частотою 5 ГГц, резистори R1 і R2 опором 22 Ом; котушки індуктивності L1 і L2 10 нГн; конденсатори C3 і C4 ємністю 4,7 пФ; розділовий конденсатор C1 ємністю 2,2 пФ [3].

Висновки

У роботі розглянуто балансний генератор детермінованого хаосу за схемою Колпитця. Для підвищення стійкості генерованих хаотичних коливань у схемі генератора застосоване диференціальний каскад активного елементу. Розглянуто електричну схему та математичну модель такого генератору.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Cherif Aissi. A Review of Chaotic circuits, Simulation and Implementation / Cherif Aissi, Demetrios Kazakos // Proceedings of the 10th WSEAS International Conference on CIRCUITS, Vouliagmeni, Athens, Greece, July 10-12, 2006. – pp. 125-131.
2. O. Tsakiridis. Design of a voltage control chaotic Colpitts oscillator / O. Tsakiridis, E. Zervas, E. Lytra, J. Stonham // Proceedings of the 4th WSEAS International Conference on Electronics, Hardware, Wireless and Optical Communications. Article No. 14. World Scientific and Engineering Academy and Society (WSEAS) Stevens Point, Wisconsin, USA, 2005.
3. O. Tsakiridis. Design of a Chaotic Balanced Colpitts Oscillator / O. Tsakiridis, E. Zervas, M. Koutsoumpos, J. Stonham // WSEAS Trans. on Circuits and Systems. June 2004. – Vol. 3. – pp. 839-841.

Німчук Володимир Валерійович — студент групи РТр-136, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця

Семенов Андрій Олександрович — канд. техн. наук, доцент, професор кафедри радіотехніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: semenov.a.o@vntu.edu.ua

Nimchuk Volodymyr V. — student of the Department of Radio Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Semenov Andriy A. — Cand. Sc. (Eng), Professor of the Department of Radio Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: semenov.a.o@vntu.edu.ua

МОДЕЛЮВАННЯ RF-MEMS СТРУКТУРИ САПР COMSOL

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто проектування і моделювання РЧ МЕМС-перемикача . Промодельоване в САПР COMSOL

Ключові слова: РЧ, МЕМС, COMSOL.

Abstract

Considered design and simulation of RF MEMS switch. Modeled in CAD software

Keywords: Radiofrequency, MEMC, COMSOL.

Вступ

Мікроелектромеханічні системи (МЕМС) в даний час широко використовуються в радіочастотних (РЧ) комунікаційних системах, наприклад в фазованих антенних решітках, фазообертачі, перемикаються налаштовують елементах і т. д. РЧ МЕМС-перемикачі, є мініатюрними пристроями із застосуванням механічного переміщення, викликаного електричним впливом, з метою замикання або розмикання ланцюга в РЧ лінії передачі.

Основна частина

COMSOL Multiphysics - заснована на передових чисельних методах, універсальна програмна платформа для моделювання фізичних задач. Використання пакета COMSOL Multiphysics дозволяє враховувати чи пов'язані мультифізичні явища. Модуль MEMS ПО COMSOL Multiphysics дозволяє моделювати РЧ пристрої. Використання COMSOL і модуля розширення MEMS може спростити багато аспектів розробки різних готових продуктів. Оптимізувати різні рішення (досягнути максимальної продуктивності) [1].

Мікроелектромеханічні пристрої порівняно новий клас високотехнологічних пристроїв з розмірами активної зони 10-1 мкм. Раніше, найчастіше такі вузли знаходили застосування в мікрофонах, датчиках прискоренні і переміщенні, пристроях цифрової пам'яті і друку. У мобільних технологіях активно застосовуються BAW- і FBAR-резонатори, все більшого поширення набувають мікроелектромеханічні перемикачі [2].

Радіочастотні МЕМС ключі можуть бути двох типів: контактні(використовують для перемикавання сигналу в діапазоні від постійного струму до 60 ГГц) і ємнісні(використовують в основному для перемикавання РЧ сигналу в діапазоні 6 ГГц-120 ГГц.). Мембрана ємнісного ключа в розімкнутому стані утримується пружними силами над сигнальною лінією. При подачі керуючої напруги на центральний електрод, мембрана за рахунок електростатичної сили притягує діелектричний шар нанесений на поверхню центрального електрода.

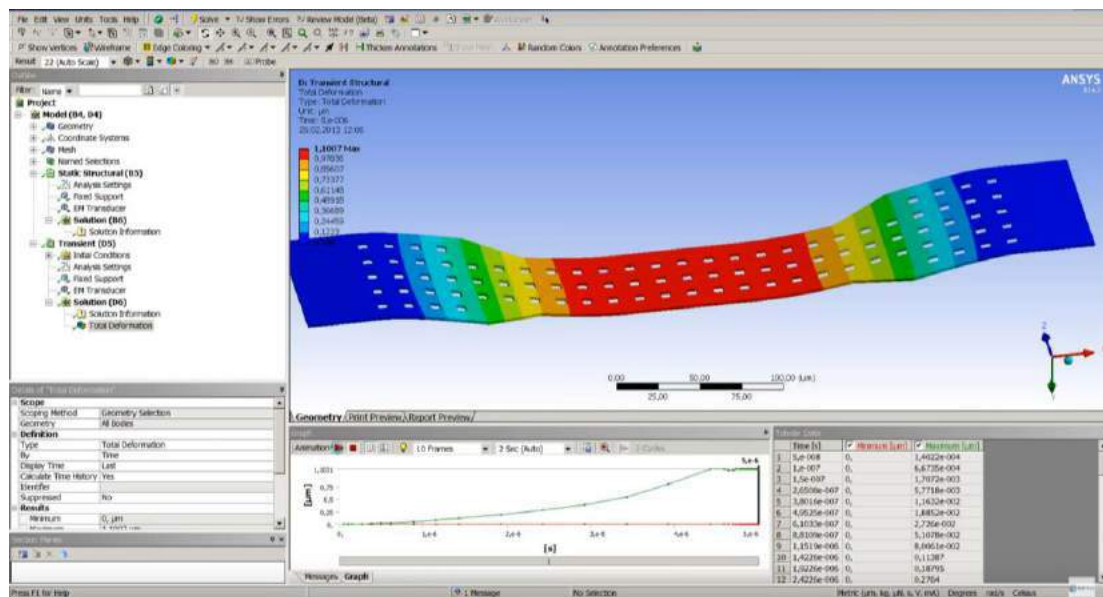


Рис 1. 3D моделювання

Висновки

На графіку можемо оцінити, в який момент часу мембрана лягла на діелектрик. Також можливо відстежити прикладений напрузі і оцінити переміщення. Використання COMSOL і модуля розширення MEMS може спростити багато аспектів розробки різних готових продуктів. Оптимізувати різні рішення (досягнення максимальної продуктивності).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Анкудинов В. Е. Компьютерное моделирование процессов переноса и деформаций в сплошных средах / В.Е. Анкудинов//Ижевск – 2014. – С. 103
2. Трусов П.В. Введение в математическое моделирование: Учебное пособие / П.В. Трусов // М.: Университетская книга, Логос – 2007. – С. 440.

Антонюк Ганна Леонідівна — студент групи РТТ-136, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: annaantonuik@gmail.com

Полуденко Ольга Сергіївна — студент групи РТТ-136, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: raffaello43@mail.ru

Науковий керівник: **Нікольський Олександр Іванович** — канд., техн. наук, доцент кафедри радіотехніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: fortuna888@i.ua

Antoniuk Anna L. — Department of Infocommunication, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia,, e-mail: annaantonuik@gmail.com

Poludenko Olga S. — Department of Infocommunication, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: raffaello43@mail.ru

Supervisor: **Oleksandr I. Nikolsky** — Ph.D. Senior lecturer of the Chair of Radio Engineering. Vinnytsia National Technical University. Vinnytsia, e-mail: fortuna888@i.ua

АВТОМАТ УПРАВЛІННЯ ВУЛИЧНИМ ОСВІТЛЕННЯМ З АСТРОНОМІЧНИМ ТАЙМЕОМ.

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Запропоновано пристрій, який автоматично управляє освітленням за допомогою астрономічного таймера. Завдання роботи полягає в представленні якісно нових принципів реалізації автоматів управління вуличним освітленням, що відрізняються малим споживанням енергії, точністю, надійністю, відносно малим об'ємом елементів.[1]

Ключові слова: фотореле, астрономічний таймер

Abstract

A device that automatically controls the lighting via astronomic timer. Objectives of the presentation is to qualitatively new principles implementation of automatic control street lighting, different low power consumption, accuracy, reliability, relatively small volume elements

Keywords: dusk, astronomical timer.

Вступ

Все більше і більше набирають популярності пристрої автоматичного освітлення. Широкому поширенню даних пристроїв послужили їх надійність, відмінні експлуатаційні характеристики. Порівняно низька вартість [2]. Метою роботи є розроблення приладу, який буде максимально ефективно управляти вуличним освітленням і потребує мінімум втручання людини.

Результати дослідження

Була досліджена і проаналізована структура і функціональність автоматів управління вуличним освітленням на основі автомата з астрономічним таймером на мікросхемі ATmega168PA-PU. Схема електрична принципова цього бортового реєстратора зображений на рис.1

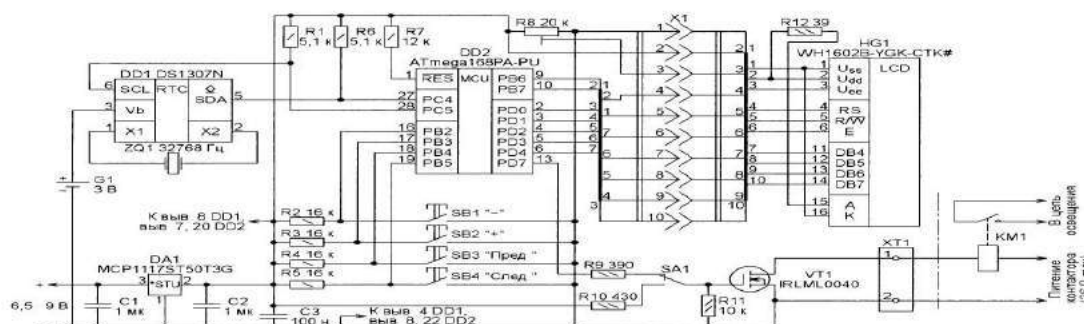


Рис.1 – Схема електрична принципова бортового реєстратора на мікроконтролері ATmega168PA-PU

Управління вуличним освітленням здійснюється через простий мікроконтролер ATmega168PA-PU [1] .

Висновки

Встановлено, що запропонований прилад є найбільш оптимальним для управління вуличним освітленням, через його простоту у використанні, та мінімальній кількості налаштувань. Під час запуску приладу, задаються параметри, за допомогою яких найбільш точно відбувається ввімкнення і вимкнення світла при настанні темрями і під час світанку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Пімачова К. В. Системи автоматизованого управління зовнішнім освітленням / К. В. Пімачова, С. А. Приведенний, В. Ф. Рой.
2. Таймеры астрономические : [Електронний ресурс]. – Режим доступу : URL : http://www.poligon.info/catalog/index.php?SECTION_ID=5418. - Назва з екрана.

Рудик Сергій Олексійович – студент групи РАп – 12б, факультет радіотехніки зв'язку та приладобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: sergiy.rudykk@gmail.com;

Науковий керівник: **Мотигін Володимир В'ячеславович** – к.т.н., доц., Вінницький національний технічний університет, м.Вінниця.

Rudyk Serhiy O. - student of rap - 12b, Faculty of Radio Communications and Instrumentation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: sergiy.rudykk@gmail.com;

Supervisor: Motygin Volodymyr V. – k.t.s., Assoc., Vinnitsa National Technical University, Vinnitsa.____

Integrated SAW Broadband Antenna for WLAN/ WIMAX

Vinnytsia National Technical University

Анотація

В даній статті описуються інтегровані широкопasmові SAW антени для WLAN/WIMAX. SAW пристрої зіграли важливу роль в системах бездротового зв'язку, так як SAW пристрої мали перевагу низької вартості, маленькі розміри, простоту реалізації та високу пропускну здатність.

Ключові слова: бездротовий зв'язок, WIMAX, інтегрований широкопasmовий зв'язок, антена.

Abstract

This article describes the integrated SAW broadband antenna for WLAN / WIMAX. SAW devices have played an important role in a wireless communication system, as SAW devices have the advantage of low cost, small size, ease of implementation and high bandwidth.

Keywords: wireless LAN, WIMAX, integrated broadband, antenna.

A miniaturized, integrated broadband surface acoustic wave (SAW) antenna with a size of 8.4 x 6.8 mm is designed on a 0.5 mm thick, 128°-rotated Y-cut lithium niobate (LiNbO₃) piezoelectric substrate. The antenna is constructed, using four cross-coupled half-wavelength square open-loop strips and two 16 μm width interdigital transducers (IDT) of 42 pairs. Photolithography and evaporation techniques are used to realize the designed pattern. The proposed antenna has a -10 dB bandwidth of 2.2 GHz (4.8 to 7 GHz) for WLAN/WiMAX bands applications. The gain and far-field radiation patterns of the proposed antenna are also developed in this study.

Broadband antennas have aroused high interest in recent years for application to multimode wireless communication systems. Because of low cost and process simplicity, printed monopole antennas are very popular candidates for these applications. One of the major challenges is the design of terminal antennas that are compact in size but have a wide impedance matched band. Many kinds of broadband antennas have been studied. Most printed circuit boards (PCB), made of FR-4 which has a relative permittivity of approximately 4.4, could not be used to fabricate antennas with smaller sizes, and they could be difficult to integrate in radio frequency/ microwave circuitry. SAW devices have been widely fabricated and played an important role in wireless communication systems, because the SAW devices had the advantages of low manufacturing cost, miniaturization, light weight, easy realization, easy integration and better isolation between the radiating element and feeding network. The proposed broadband SAW antenna can be easily integrated with other circuit components to form a complete system. Details of the antenna design and performances are presented.

This antenna is fabricated on a 128°-rotated Y-cut lithium niobate (LiNbO₃) piezoelectric substrate, with a thickness of 6.5 mm. A 50 Ω SMA connector was welded as the input. As shown, this antenna is composed of two parts, which are four cross-coupled half-wavelength square open-loop strips and two 16 μm width interdigital transducers (IDT) of 42 pairs. The IDTs consist of interleaved metal electrodes, which are used to launch and receive the waves, so that an electrical signal is converted to an acoustic wave and then back to an electrical signal. The IDTs not only are the lumped capacitors, but play the role of transducers. The half wavelength square open-loop strip determines the resonant frequencies.

When the LiNbO₃ piezoelectric substrate is used to fabricate the microwave devices, Aluminum (Al) can be used to print the needed patterns of designed electrodes. The printed method did not need to use a FeCl₃ solution to etch the Cu plate from the surfaces of PCBs. Another important reason for us to use the photolithographic technology was that it was easy for mass production and integration. As the parameters

showed, the designed antennas had a small size of 8.4 X 6.8 mm, which was much smaller than the monopole antennas fabricated on an FR4 substrate. Finally, the characteristics of fabricated antennas were measured using a vector network analyzer and a far-field measurement system.

RESULTS AND DISCUSSIONS

The measurement of return losses is carried out with an HP8720C network analyzer. The -10 dB bandwidth for the measured return losses reaches 2.2 GHz (4.8 to 7 GHz), and can cover the 5.15 to 5.35 GHz and 5.725 to 5.825 GHz WLAN bands, as well as the 5.25 to 5.85 GHz WiMAX bands. The antenna gain varies from approximately -11 to -7 dBi for frequencies over the entire band.

CONCLUSION

A compact integrated SAW antenna with broadband performance is designed and fabricated on 128°-rotated y cut LiNbO₃ piezoelectric substrate, using photolithography and evaporation techniques. This antenna is composed of four cross-coupled half-wave-length square open-loop strips and two 16 Width IDTs of 42 pairs. The proposed broadband SAW antenna can be designed to have a bandwidth of 2.2GHz (4.8 to 7 GHz), good radiation performance and antenna gain varying from approximately -11 to -7 dBi for frequencies over the operating band, but is only 8.4 X 6.8 mm in size. This antenna is especially suited for WLAN/ WiMAX applications in small-size signal receptions and handheld mobile devices. The proposed antenna is easy to fabricate and integrated with radio frequency/microwave circuitry for low manufacturing cost.

References

1. I F. Chen and C.M. Peng, "Printed Broadband Monopole Antenna for WLAN/ WiMAX Applications," IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, Vol. 8> 2009, pp. 472-474.
2. Z.A. Zheng and Q.X. Chu, "CPW-fed Ultra-wideband Antenna with Compact Size," Electronics Letters, Vol. 45, No. 12. June 2009, pp. 593-594.
3. R.W. Carson J.S. Hyok and E. Yasan "A Wideband Stick-on Connector for CPW- fed On-glass Antennas," IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, 2010- Vol. 9, pp. 171- 174.
4. C.K. Campbell, Surface Acoustic Wave Devices for Mobile and Wireless Communication Academic Press Inc., 1998.
5. D. Supriyo, Surface Acoustic Wave Devices Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1986;.
6. S. Masaaki, "Small or Low Profile Antennas and RadioCommunication Systems" IEICE Transactions on Communications, 1988, Vol. J71-B, No. 11. Pp. 1198-1205.

Шаргало Ілля Васильович – студент групи МЕ-15б, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: i_vasilev@ukr.net

Лаврик Андрій Володимирович – студент групи МЕ-15б, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: lavrik127@ukr.net

Науковий керівник: **Мартинюк Володимир Валерійович** – Кандидат наук, доцент кафедри Електроніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Shargalo Ilya – student of group me-15B, the faculty of Infocommunications, electronics and nano-systems, Vinnytsia national technical University, Vinnytsia, e-mail: i_vasilev@ukr.net

LavrikAndriy – student of group me-15B, the faculty of Infocommunications, electronics and nano-systems, Vinnytsia national technical University, Vinnytsia, e-mail: lavrik127@ukr.net

Scientific Director: **Martynyuk Vladimir V.** – Ph.D., assistant professor of Electronics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

ПРИСТРІЙ СИНТЕЗУ ПЕРІОДИЧНИХ СИГНАЛІВ ДОВІЛЬНОЇ ФОРМИ В БАЗИСІ ФУНКЦІЙ ЛАГЕРРА

Вінницький національний технічний університет.

Анотація

Розроблено віртуальний пристрій, що дозволяє синтезувати періодичний сигнал довільної форми в базисі ортонормованих функцій Лагерра.

Ключові слова: поліноми Лагерра, синтез періодичних сигналів, ортонормований базис.

Abstract

The virtual device allows to synthesize an any form periodic signal in basis of Laguerre's orthonormalized functions is developed.

Keywords: Laguerre's polynoms, synthesis of periodic signals, orthonormalized basis..

Однією з форм математичного опису різноманітних радіотехнічних кіл, пристроїв та систем є спектральна. У її основі лежить представлення сигналів сукупністю коефіцієнтів розкладення їх у ряди по повній ортонормованій системі функцій (базисній системі). За умови невід'ємності координатної системи може бути використана система функцій, яка визначається на основі поліномів Лагерра – система узагальнених функцій Лагерра. Вони задані таким чином, що є інтегрованими на безлічі й ортогональними з ваговою функцією, аналогічній за структурою ваговій функції поліномів Лагерра [1].

Помітне місце, що займає система функцій Лагерра серед усього різноманіття ортогональних функцій, пояснюється тим, що функції Лагерра мають ряд переваг: по-перше це простота їх генерування (функція Лагерра за формою збігається з імпульсною характеристикою системи, що складається з послідовно з'єднаних простих електричних ланцюгів), по-друге простотою реалізації стійкого і ефективного алгоритму обчислення функцій Лагерра високого порядку який не містить проблем втрати ортогональності при чисельній реалізації ортогональних багаточленів безперервного аргументу. Актуальність використання функцій Лагерра підтверджена в роботах, присвячених розв'язку диференціальних рівнянь [2], дослідженню випадкових процесів [3].

Функції Лагерра отримують за допомогою ортогональних поліномів за формулою Родрига яка має вигляд

$$L_n(\tau) = \frac{e^\tau d^n}{n! d\tau^n} (\tau^n e^{-\tau}), \tau \geq 0. \quad 1.$$

Оскільки поліноми Лагерра утворюють систему розбіжних функцій при $\tau \rightarrow \infty$, то для розкладання сигналів використовують функції Лагерра

$$l_n(\tau) = \sqrt{p(\tau)} L_n(\tau) = e^{-\tau/2} L_n(\tau), \quad n = 0, 1, 2, \dots \quad 2.$$

В загальному виді функцію описують формулою

$$l_n(\tau) = \sqrt{2\alpha} \cdot e^{-\alpha\tau} \sum_{j=0}^n (-1)^j \frac{C_n^j}{j!} (2\alpha\tau)^j. \quad 3.$$

Де, α - масштабний коефіцієнт; C_n^j - число поєднань з n по j .

Функції Лагерра утворюють повну й ортогональну систему на одnobічному інтервалі, тобто вони задовольняють співвідношенню $[0; \infty]$

$$\int_0^\infty l_n(\tau) l_m(\tau) d\tau = \begin{cases} 1, & n = m \\ 0, & n \neq m \end{cases}. \quad 4.$$

Важливим пунктом спектрального аналізу з використанням функцій Лагерра є вибір значення масштабного коефіцієнта α . Його початкове значення рекомендується вибирати так, щоб тривалості досліджуваного сигналу і функції Лагерра з номером $i \approx N/2$ були приблизно рівні [4]. В подальшому значення коефіцієнта α уточнюється.

Сигнал $x(t)$, визначений на інтервалі $(0, \infty)$, можна представити у вигляді розкладання по системі функцій Лагерра

$$x(t) = \sum_{i=0}^n \lambda_i \cdot l_i(t). \quad 5.$$

Значення коефіцієнтів λ_i , $i = 0, 1, \dots$ визначається за формулою

$$\lambda_i = \int_0^{\infty} x(t) l_i(t) dt. \quad 6.$$

За визначеним алгоритмом в програмному середовищі LabVIEW компанії National Instruments відтворено віртуальний пристрій синтезу періодичних сигналів довільної форми в базисі функцій Лагерра. Зовнішній вигляд пристрою з синтезованою, для прикладу, функцією Хевісайда зображено на рис. 1.

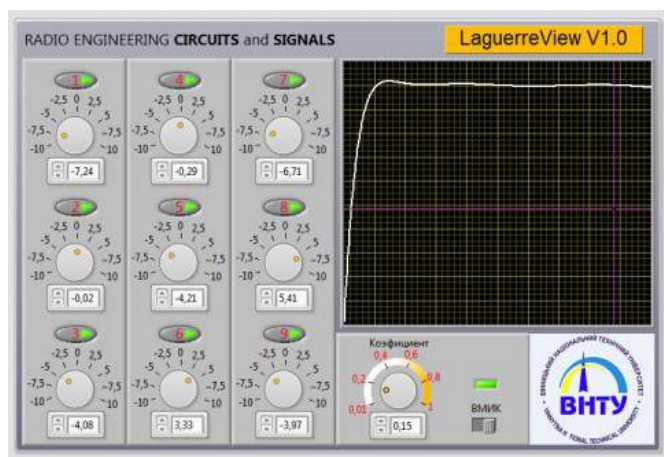


Рис. 1. Пристрій синтезу періодичних сигналів довільної форми в базисі функцій Лагерра.

Створення даного пристрою робить наочною можливість апроксимації сигналу багаточленом Фур'є по ортогональній системі функцій Лагерра, а також можливість синтезу сигналів довільної форми з дослідженням впливу числа ортогональних складових на помилку апроксимації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Колмогоров А.Н., Фомин С.В. Элементы теории функций и функционального анализа. – М.: Наука, 1976. – 544 с.
2. Shen J. Stable and Efficient Spectral Methods in Unbounded Domains Using Laguerre Functions // SIAM Journal on Numerical Analysis. 2000. Vol. 38. № 4. P. 1113–1133.1.
3. Grafov B.P., Grafova I.B. Theory of the wavelet analysis for electrochemical noise by use of Laguerre functions // Electrochemistry communications. 2 (2000). P. 386–389.
4. Кашеев Б.Л. Лабораторный практикум по курсу «Радиотехнические цепи и сигналы». – М.: Высшая школа, 1976. – 175 с.

Воловик Андрій Юрійович — канд. техн. наук, доцент кафедри радіотехніки, Вінницький національний технічний університет

Мозговий Володимир Сергійович — студент групи РТР-146 факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Volovyk Andrii U. — Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of Radio engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Mozgovoy Volodimir S. — Department of Radio engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

ДВОКАСКАДНИЙ ГЕНЕРАТОР ДЕТЕРМІНОВАНОГО ХАОСУ ЗА СХЕМОЮ КОЛПИТЦЯ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто схемотехнічний варіант двокаскадного генератора детермінованого хаосу за схемою Колпитця. Наведено електричну схему та математичну модель генератора.

Ключові слова: детермінований хаос, генератор Колпитця, електрична схема, математична модель.

Abstract

Consider the option of two-stage circuit deterministic chaos oscillator based on a Colpitts scheme. An electric circuit and mathematical model of oscillator is a presented.

Keywords: deterministic chaos, Colpitts oscillator, electric circuit, mathematical model.

Вступ

Застосування хаотичного генератору Колпитця в діапазоні високих частот накладає обмеження на динаміку коливаль. Перші дослідження хаотичного режиму генератору Колпитця проведено для діапазону НЧ – десятки кілогерць. Пізніше дослідження динамічних процесів у генераторі Колпитця були проведені в діапазоні частот ВЧ – від 3 до 30 МГц. Хаотичні коливання виникали з основною частотою $f = 23$ МГц для випадку біполярного транзистору 2N2222A [1] та з основною частотою $f = 26$ МГц для випадку біполярного транзистору 2N3904 [2]. Гранична частота обох цих транзисторів 300 МГц. При заміні на НВЧ біполярні транзистори спостерігались хаотичні коливання з основною частотою $f = 500$ МГц для АТ41486 із граничною частотою 3 ГГц [2], та з основною частотою $f = 1,0$ ГГц для BFG520 із граничною частотою 9 ГГц [3].

Метою роботи є дослідження схемотехнічного варіанту двокаскадного генератору детермінованого хаосу за схемою Колпитця.

Результати дослідження

Таким чином, експериментально підтверджено, що основна частота генерованих хаотичних коливань класичного генератору Колпитця становить $f = 0,1 \cdot f_T$. Зменшення впливу параметрів схеми генератору та навантаження на динаміку НВЧ хаотичних коливань забезпечується застосуванням каскаду підсилення по схемі спільний емітер [4]. Підвищення частоти хаотичних коливань до рівня $f = 0,3 \cdot f_T$ забезпечується застосуванням двокаскадного активного елементу [5].

Основна частота генерації двокаскадного генератору Колпитця на рис. 1 може бути визначена як [5]

$$F = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{C_1 C_2 + C_1 C_3 + C_2 C_3}{L C_1 C_2 C_3}} \frac{R^2}{L^2}. \quad (1)$$

Динаміка двокаскадного генератору детермінованого хаосу Колпитця описується системою таких звичайних диференціальних рівнянь [5]

$$\begin{cases} C_1 \frac{dV_{C1}}{dt} = I_L - I_{EVT1}(r, V_{C2}, V_{C3}), \\ L \frac{dI_L}{dt} = V_0 - V_{C1} - V_{C2} - V_{C3} - RI_L, \\ C_3 \frac{dV_{C3}}{dt} = I_L - I_{EVT2}(r, V_{C2}), \\ C_2 \frac{dV_{C2}}{dt} = I_L - I \end{cases} \quad (2)$$

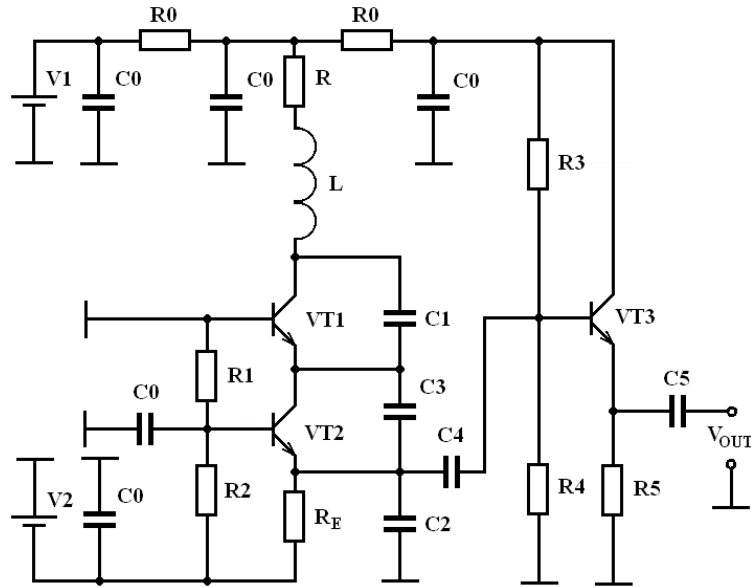


Рис. 1. Електрична схема двокаскадного хаотичного генератору Колпіття

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Wegener C. RF Chaotic Colpitts Oscillator / Wegener C. and Kennedy M.P. // Proc. the 3rd Int. Workshop on Nonlinear Dynamics of Electronic Systems, NDES'95. - Dublin, Ireland, 1995. - P. 255-258.
2. Mykolaitis G. HF and VHF chaos oscillators / Mykolaitis G., Tamaševičius A., Bumelienė S., Lasienė G., Čenys A., Lindberg E. // Electronics and Electrical Engineering. – 2001. – No. 3 (32). – P. 12-17.
3. Tamaševičius A. Two-stage chaotic Colpitts oscillator / Tamaševičius A., Mykolaitis G., Bumelienė S., Čenys A., Anagnostopoulos A.N., Lindberg E. // Electron. Lett. – 2001. – V.37. – No. 9. – P. 549-551.
4. Z. G. Shi. Microwave chaotic Colpitts oscillator: design, implementation and applications / Z. G. Shi // Journal of Electromagn. Waves and Appl. – 2006. – Vol. 20, No. 10. – pp. 1335–1349.
5. G. Mykolaitis. Two-stage chaotic Colpitts oscillator for the UHF range / G. Mykolaitis, A. Tamaševičius, S. Bumelienė, A. Baziliauskas, E. Lindberg // Elektronika Ir Elektrotechnika. – 2004. – Nr. 4(53). – pp. 13-15.

Семенов Андрій Олександрович — канд. техн. наук, доцент, професор кафедри радіотехніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: semenov.a.o@vntu.edu.ua

Куляс Роман Олексійович — студент групи РТр-16сп, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та на-носистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: romakulyas94@gmail.com

Хоменко Євгеній Олегович — студент групи РТр-16сп, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та на-носистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: zh325194@mail.ru

Semenov Andriy O. — Cand. Sc. (Eng), Professor of the Department of Radio Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: semenov.a.o@vntu.edu.ua

Kulyas Roman O. — student of the Department of Radio Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: romakulyas94@gmail.com

Khomenko Evgeniy O. — student of the Department of Radio Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: zh325194@mail.ru

**РОЗПОДІЛЬНИК ІМПУЛЬСІВ І РІВНІВ НА ПРОГРАМОВАНИХ КОРИСТУВАЧЕМ
ВЕНТИЛЬНИХ МАТРИЦЯХ**¹ Вінницький національний технічний університет**Анотація**

В роботі реалізовано розподільники імпульсів і рівнів (PIR), які за видом сигналів поділяють на розподільники рівнів (PP), в яких активна величина потенціалу (логічна 1 або 0) діє протягом такту синхроімпульсів, та розподільники імпульсів (PI), в яких активний сигнал триває протягом синхроімпульсу.

Ключові слова: ПЛІС, FPGA, ПКВМ, розподільники.

Abstract

This paper presents an realisation of distributors of impulses and levels, it divided into distributor of levels, where is active value potential (logic 1 or 0) is continues for cycle clock and distributors impulses, where the active signal continues for a clock.

Keywords: CPLD, FPGA, distributors of impulses and levels.

Вступ

Регістри зсуву застосовуються в цифрових системах радіотехніки та зв'язку, обчислювальної техніки, автоматики тощо для діагностування і корекції похибок цифрових пристроїв, у колах їх керування і синхронізації, мікропрограмного керування вузлами шляхом розподілу перемикальних сигналів у певну кількість каналів і т. ін.

Для розв'язання подібних задач використовуються генератори кодової послідовності (ГКП) та розподільники імпульсів і рівнів (PIR). Серед різного типу ГКП здобули поширення генератори псевдовипадкових чисел і генератори зі сталими кодами, в яких сполучення нулів та одиниць у розрядах регістра залишається незмінним. Проте з точки зору схемотехніки розподільники є комбіновані, бо PI утворюють з PP.

Основна частина

Генератори кодової послідовності, в яких період послідовності символів містить лише одну одиницю, і є найпростішим типом розподільників рівнів. Записана до одного розряду одиниця циркулюватиме в кільцевому регістрі, утворюючи в кожному такті активний рівень по черзі в каналах розподільника. Тому й методика проектування розподільника рівнів аналогічна методиці проектування генератора кодової послідовності.

Задана кількість каналів PP n визначає і кількість розрядів регістра n та період послідовності з n символів, серед яких є одна одиниця, а решта нулі. Наприклад, для триканального PP період становитиме (001). Якщо в каналах є паузи між тактами або, навпаки, активний рівень є в кількох тактах поспіль, період визначаємо за потрібними часовими діаграмами так само, як і в ГКП. Відтак будуємо робочий цикл перемикального графу за виразом (1) або безпосередньо з послідовності символів (рисунк 1,а).

Користуючись цим графом, будуємо діаграму термів (рисунк 1,б) і мінімізуємо функцію збудження для входу послідовного введення $SER = Q_2$

З метою перевірки на самовідновність будуємо повний перемикальний граф (рисунк 1,в), який у прикладі крім робочого містить три хибні цикли: один за модулем 3, але з неправильним розподілом імпульсів, та два стани (0 і 7), з яких розподільник не зможе вийти самостійно у випадку потрапляння до них. Отже, пристрій є несамовідновний.

Коригуємо функцію збудження (рисунк 1,г) з метою надати властивість самовідновлення пристрою (1).

$$SER = \overline{Q_0} \overline{Q_1} = \overline{Q_0 + Q_1}. \quad (1)$$

Будуємо скоригований повний перемикальний граф (рисунок 1,д), переконуємось, що при новій функції збудження пристрій є самовідновний та згідно з (1) складаємо схему РР (на рисунок 1,е частина без урахування виходів y_i).

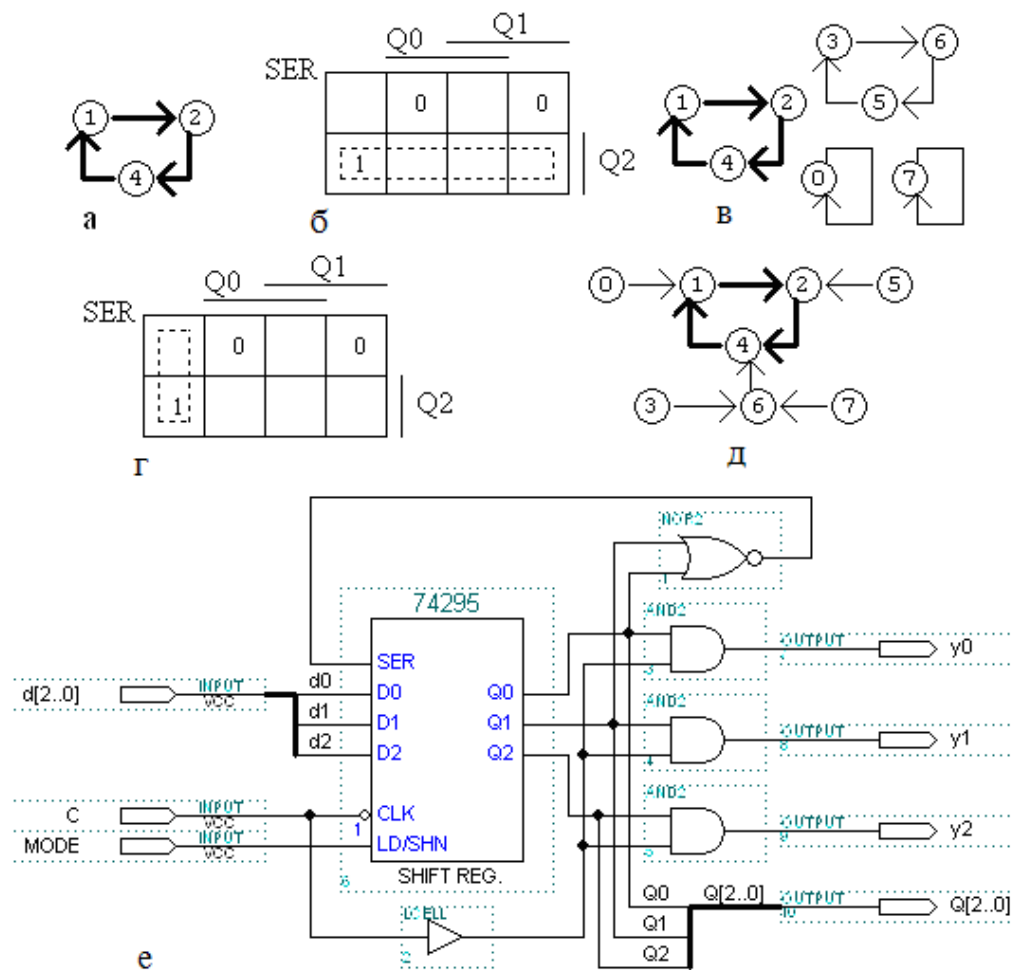
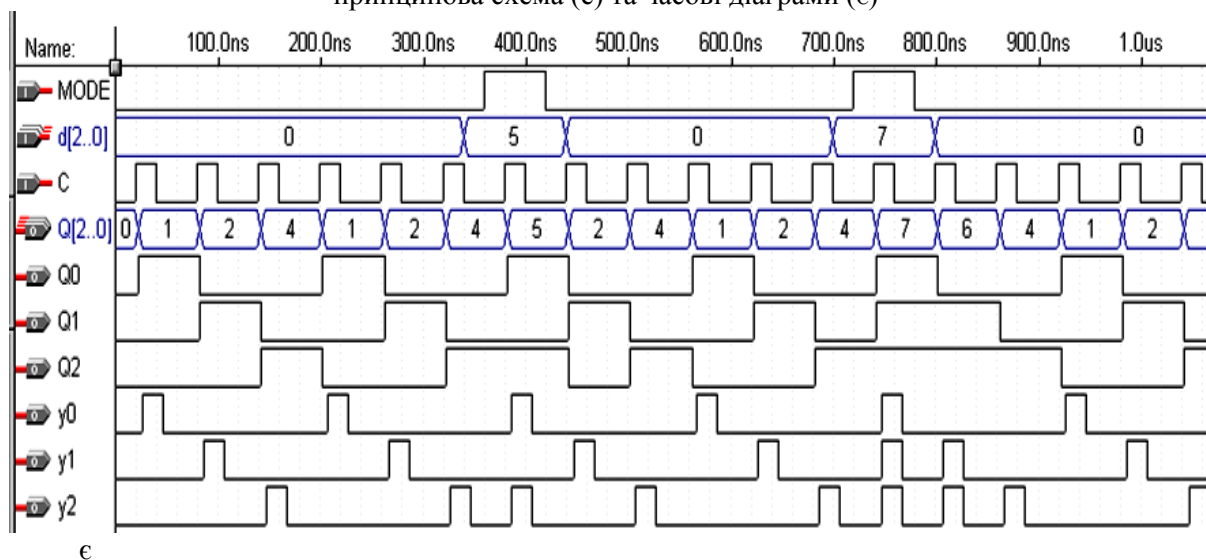


Рисунок 1 – Основний та повний перемикальний граф (а,в,д), діаграми термів (б,г), принципова схема (е) та часові діаграми (е)



е

Рисунок 1 – Продовження

У кожному такті активний рівень логічної 1 (у випадку інверсних сигналів – логічного 0) діє тільки на одному з виходів Q_i (на рисунок 1, є інтервал до появи сигналу $MODE = 1$), тому пропусканням синхроімпульсів через елементи збігу І легко утворити розподільник імпульсів (на рисунок 1, є частина по виходах y_i). Аби синхроімпульси не потрапляли на краї сигналів Q_i , їх можна затримати за допомогою додаткових логічних елементів (у прикладі – буфер LCELL).

Штучним переведенням розподільника до хибного стану сигналом $MODE$ (див. рисунок 1, є) шляхом паралельного завантаження регістра переконуємось, що за один або два такти після збою пристрій автоматично повертається до робочого циклу – так само, як на повному перемикальному графі.

Перетворення ГКП у розподільники

Перевагою розглянутого типу розподільників є простота і висока швидкодія, а недоліком – велика розрядність регістра і, крім того, для розподільників імпульсів ще велика потрібна кількість двовходових елементів І, що може виявитися неприйнятним для побудови багатоканальних РІ та РР. Послабити цей недолік можна шляхом перетворення у розподільники ГКП з модулем, удвічі більшим за розрядність регістра. З огляду на те, що всі вихідні коди ГКП є різні, шляхом їх дешифрування дістанемо кількість каналів розподільника, яка дорівнює модулю ГКП. Розглянемо порядок зазначеного перетворення.

Вибираємо модуль М ГКП, що відповідає потрібній кількості каналів розподільника, отже, і кількості символів у періоді їх послідовності та за розглянутою раніше методикою проектуємо ГКП. Наприклад, для шестиканального РР задаємося періодом (000111) і одержуємо ГКП як у п. 1.2 (відповідає схемі і часовим діаграмам відносно виходів Q_i на рисунок 2, а, б).

На виходах ГКП утворюється двійковий код $Q[2..0]$, а РР має забезпечити рівень логічної 1 протягом такту тільки в одному каналі, що відповідає унітарному кодові на його виходах. Отже, завдання полягає в перетворенні двійкового коду в унітарний. Таку операцію, як відомо, здійснює дешифратор. Відповідно до розрядності вихідного коду ГКП $n = 3$ вибираємо двійковий дешифратор 3 : 8 (див. рисунок 2, а без урахування стробового входу $G1$).

Визначаємо канали РР згідно з черговістю з'явлення в них активного рівня. Повний дешифратор 3 : 8 має вісім виходів, кожний з яких активізується відповідно до вхідного адресного коду, відображеного робочим циклом перемикального графу (див. рисунок 2, а). Тому два виходи з номерами хибних станів (2 і 5) не використовуються, а інші шість каналів $y_1... y_6$ нумеруємо в порядку активізації їх у часі згідно з переходами графу. У підсумку отримуємо РР (схема на рисунок 2, а по виходах $y_1... y_6$), який функціонує за часовими діаграмами на інтервалі $R/IN = 1$ на рисунку 2, б: на виходах $y_1... y_6$ по черзі протягом такту діє рівень логічної 1.

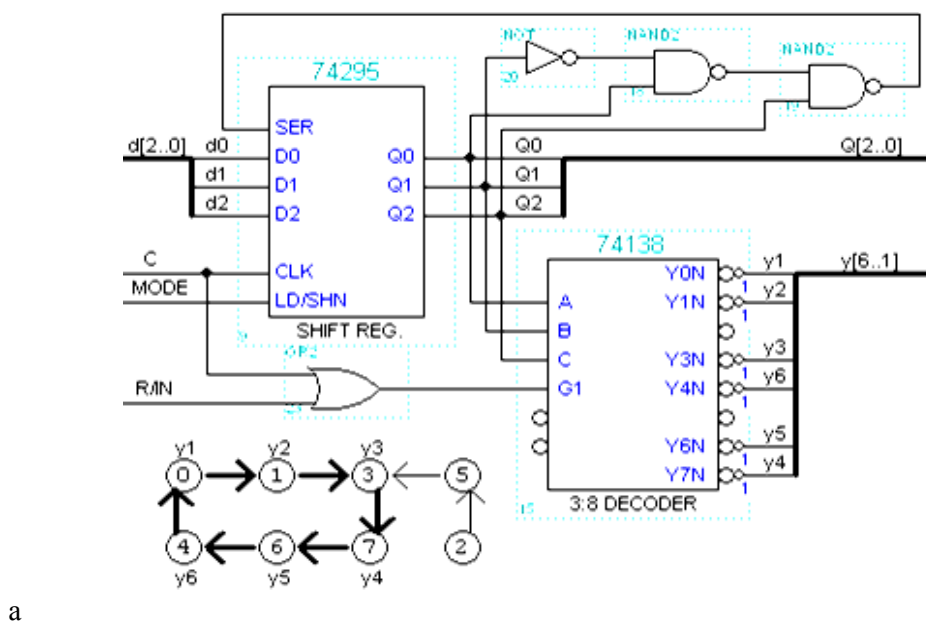


Рисунок 2 – Повний перемикальний граф та принципова схема (а), часові діграми (б)

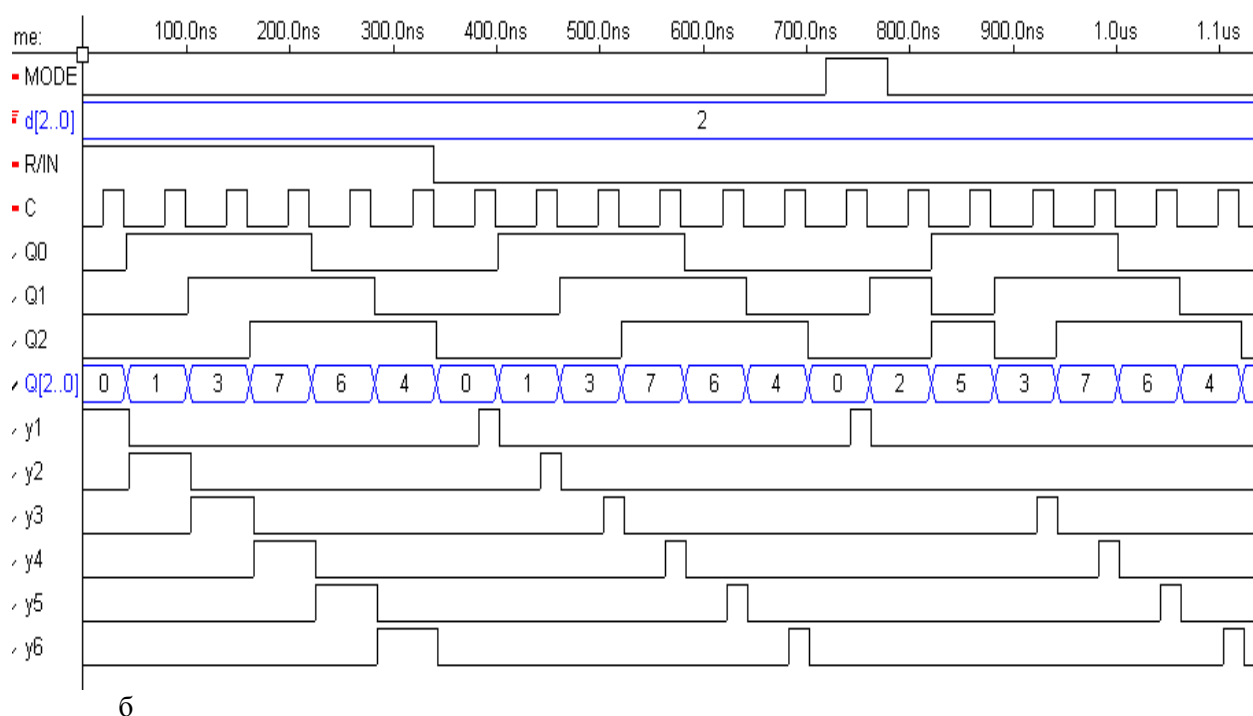


Рисунок 2 - Продовження

З'єднанням каналів РР $y_1 \dots y_6$ з елементами І та пропусканням через них синхроімпулсів можна отримати РІ так само, як на рисунку 1.3,е. Проте доцільно скористатися стробованим дешифратором, який виконує функцію демультимплексора, якщо на стробовий вхід (G1 на рисунку 2,а) подати синхроімпулси. Комбінований розподільник утворюється з додатковим елементом АБО: керувальним сигналом $G_1 = R/IN = 1$ дешифратор стає перетворювачем до унітарного коду і пристрій функціонує як РР, а за рівня $R/IN = 0$ елемент АБО пропускає синхроімпулси на вхід G_1 і демультимплексор комутує їх до каналів $y_1 \dots y_6$, тому пристрій функціонує як РІ (див. рисунок 2,б). Випробування сигналом MODE свідчить про самовідновність розподільника, як і ГКП.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

1. Кофанов В. Л., Осадчук О.В., Гаврілов Д.В. Проектування цифрових пристроїв на основі САПР Quartus II: Практикум. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2009. – 164 с.
2. Кофанов В. Л., Осадчук О.В., Гаврілов Д.В. Лабораторний практикум з дослідження цифрових пристроїв на основі САПР Max+PLUS II: Лабораторний практикум. – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. – 200 с.

Щепанівський Віталій Юрійович – студент групи РТт-14б, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: wizard_sch_@mail.ru.

Науковий керівник: **Гаврілов Дмитро Володимирович** — канд. техн. наук, доцент кафедри радіотехніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Vitaliy Shchepanivskyi – group RTt-14b, The Faculty of Infocommunications, Radioelectronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: wizard_sch_@mail.ru

Supervisor: **Dmytro Havrilov** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Department of Radio Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Експериментальні дослідження ультразвукового методу вимірювання густини нафтопродуктів

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано ультразвуковий метод вимірювання густини нафтопродуктів, розроблено його математичну модель, наведено результати розрахунків максимальної частоти ультразвукових хвиль у ближній зоні та результати експериментальних досліджень для різних видів нафтопродуктів.

Ключові слова: ближня зона, ультразвуковий вимірювач густини.

Abstract

Offered an ultrasonic method of measuring the density of petroleum products, developed its mathematical model, presented the results of calculations of the maximum frequency ultrasonic waves in the near field and experimental results for different types of petroleum products.

Keywords: near zone, ultrasonic meter of density.

За різними оцінками від 30 до 70 % паливно-мастильних матеріалів на ринку продажу України є неякісними, в результаті використання яких передчасно виходять з ладу вузли тертя, двигуни та агрегати, що, в свою чергу, призводить до значних ремонтних та експлуатаційних витрат. Дану проблему можна вирішити на основі створення нових методів і приладів для визначення якості нафтопродуктів. Нафтопродукти — продукти, одержані внаслідок переробки нафти на нафтопереробних заводах, одним із основних показників яких є густина. За густиною можна судити про вид та склад нафтопродуктів. Правильне визначення їх густини дає можливість обліку загальної і погодинної витрати, а також можливість вірного налагоджування паливної апаратури [1].

Існує велика кількість різних методів та засобів визначення густини нафтопродуктів. В нафтохімічній галузі для товарного обліку при транспортуванні і зберіганні нафти і нафтопродуктів отримали широке застосування ультразвукові методи вимірювання густини [2]. Але більшість з них мають певні недоліки, основними з яких є низька точність за рахунок неоднорідності об'єкту контролю та неточності у реєстрації положення початку імпульсного сигналу, залежність чутливості від розмірів об'єкту тощо.

Тому, є актуальним питання вдосконалення ультразвукового методу вимірювання густини нафтопродуктів та розробки засобу на його основі.

Ультразвуковий (акустичний) метод визначення густини нафтопродуктів базується на тому, що звукові коливання високої частоти (20 кГц і вище), які створюються електроакустичним перетворювачем (випромінювачем), проходять через середовище й реєструються приймачем, який розташований від випромінювача на певній відстані [2].

Границя між ближньою і дальньою зонами визначається [1, 2]:

$$N = \frac{S}{(\pi/2) \cdot \lambda} = \frac{2a^2}{\lambda}, \quad (1)$$

де N — відстань уздовж осі x (збігається з акустичною віссю перетворювача), S — площа п'єзоелемента; a — радіус п'єзоелемента; λ — довжина ультразвукової хвилі.

Швидкість потоку імпульсів визначається за відомою формулою [3]:

$$v = \lambda f = \frac{Z}{\rho}, \quad (2)$$

де f — частота ультразвукової хвилі, Z — акустичний опір середовища, ρ — густина середовища.

Визначивши з формули (1) вираз для знаходження довжини хвилі і підставивши у формулу (2), отримано наступне співвідношення для розрахунку густини (при температурі 20 °C) [3]:

$$\lambda = \frac{2a^2}{N}, \frac{2a^2}{N} \cdot f = \frac{Z}{\rho} \Rightarrow \rho_{20} = \frac{Z \cdot N}{2a^2 \cdot f}. \quad (3)$$

Густина нафтопродуктів ρ_t залежить від температури t :

$$\rho_t = \rho_{20} - \Delta t \cdot (t - 20) = \frac{Z \cdot N}{2a^2 \cdot f} - \Delta t \cdot (t - 20), \quad (4)$$

де Δt — температурна поправка до густини на 1 °С.

Співвідношення (3) та (4) є математичною моделлю ультразвукового методу вимірювання густини нафтопродуктів. Знаючи акустичний опір середовища та розміри ультразвукових перетворювачів, можна вимірюючи частоту, яка відповідає останньому максимуму ближньої зони, розрахувати густину об'єкту контролю.

Для реалізації ультразвукового методу створено експериментальну установку [3]. Ультразвукові коливання створюються випромінювачем і приймаються приймачем, що розташовані з можливістю контактувати із досліджуваним середовищем (нафтопродуктом). За допомогою генератора змінної частоти забезпечується частота збудження випромінювача. Отримані коливання аналізуються за амплітудою частотоміром й реєструються максимальні значення амплітуди за допомогою вольтметра.

Використовуючи експериментальну установку [3], отримано амплітудно-частотні характеристики пари п'єзоперетворювачів при наявності між ними нафтопродуктів (рис. 1).

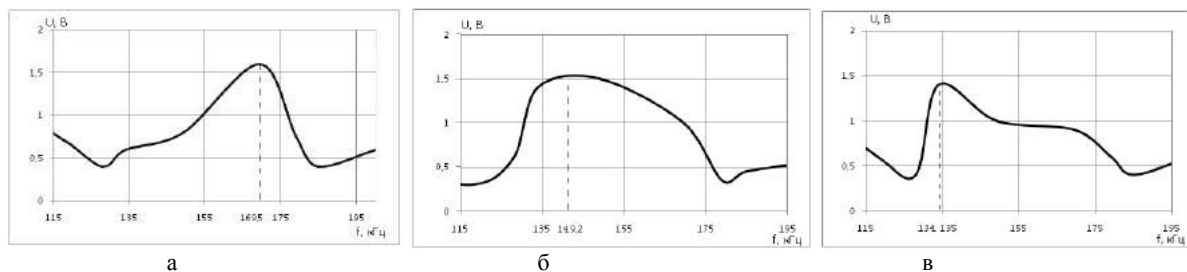


Рис. 1. Амплітудно-частотні характеристики пари п'єзоперетворювачів при наявності між ними нафтопродукту:
а) моторне масло; б) дизельне паливо; в) бензин

Їх аналіз дозволяє стверджувати, що при зміні густини об'єкту контролю, спостерігається чітка зміна виміряної резонансної частоти. З рис. 1 помітно, що максимальне значення вихідної напруги для моторного масла досягається при частоті 169,5 кГц (аналітично отримане значення становить 168 кГц), для дизельного палива – 149,2 кГц (аналітично отримане – 149 кГц) та для бензину – 134 кГц (аналітично отримане – 133 кГц). Такі дані свідчать про збіжність теоретичних розрахунків та експериментально отриманих даних. Експериментальні значення цієї частоти занесено до табл. 1. З іншого боку, проведено аналітичні розрахунки резонансної частоти для кожного з досліджуваних нафтопродуктів. Для розрахунків використано формулу (3), оскільки експерименти проводились при сталій температурі, та визначено значення частот ультразвукових хвиль, на яких спостерігається максимум амплітуди хвилі:

$$\rho = \frac{Z \cdot N}{2a^2 \cdot f} \Rightarrow f = \frac{Z \cdot N}{2a^2 \cdot \rho}.$$

Таблиця 1 – Результати експериментальних досліджень з розрахованими похибками

Досліджуване середовище	Макс-на частота, кГц		Відносна похибка, %	
	виміряна	розрахована	частоти	густини
Бензин	134	133	0,746	0,533
Дизельне паливо	149,2	149	0,134	0,118
Моторне масло	169,5	168	0,885	1,1

Отже, збіжність теоретичних розрахунків та результатів експериментальних досліджень підтверджують адекватність розробленого методу вимірювання густини нафтопродуктів. Похибка вимірювання не перевищує 1,1 %.

Висновки

Запропоновано ультразвуковий метод вимірювання густини нафтопродуктів, розроблено його математичну модель, наведено результати розрахунків максимальної частоти ультразвукових хвиль у ближній зоні та результати експериментальних досліджень для різних видів нафтопродуктів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Білинський Й. Й. Аналіз методів і засобів вимірювання густини нафтопродуктів / Й. Й. Білинський, К. В. Огородник, Н. А. Яремішена. — Вінниця, Наукові праці ВНТУ, 2016. — 13 с.
2. Крюков И. О размере ближней зоны плоских ультразвуковых преобразователей, находящихся на одной оси //И.И. Крюков / Акустический журнал. — М.: 1995. — Т.41. — №1. — С. 101-105.
3. Пат. 107963 Україна, МПК G01F 1/66. Пристрій вимірювання густини нафтопродуктів / Й. Й. Білинський, К. В. Огородник, Н. А. Яремішена. — №U 2016 00012; Заявл. 04.01.2016; Опубл. 24.06.2016, Бюл. №12, 2016 р.

Стоян Наталія Андріївна - аспірантка, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, nyaremishena@mail.ru.

Огородник Костянтин Володимирович – к. т. н., доцент кафедри електроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Науковий керівник: **Огородник Костянтин Володимирович** – к. т. н., доцент кафедри електроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Natalya Stoyan - graduate student, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, nyaremishena@mail.ru.

Konstantin Ogorodnyk - Ph.D., associate professor of electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa.

Supervisor: **Konstantin Ogorodnyk** - Ph.D., associate professor of electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa.

МІКРОЕЛЕКТРОННИЙ СЕНСОР ВОЛОГОСТІ З ЄМНІСНИМ ЧУТЛИВИМ ЕЛЕМЕНТОМ

Вінницький національний технічний університет;
кафедра електроніки та наносистем

Анотація

Розроблено мікроелектронний сенсор вологості з ємнісним вологочутливим елементом, який реалізує принцип перетворення «вологість-частота». Встановлено, що використання реактивних властивостей напівпровідникових структур з від'ємним опором забезпечить тривалу стабільність, високу надійність та чутливість до вимірювального параметру.

Ключові слова: сенсор вологості, ємнісний вологочутливий елемент, від'ємний опір.

Abstract

Developed microelectronic sensor with capacitive humidity moisture element which implements the principle of transformation "moisture-frequency". It is established that the use of reactive properties of semiconductor structures with negative resistance provide long-term stability, high reliability and sensitivity to the measured parameter..

Keywords: humidity sensor, capacitive moisture sensor, negative resistance.

Вступ

Випереджений розвиток контрольно-вимірювальних систем, основою яких є сенсори, насамперед обумовлений швидким розвитком науково-технічного прогресу, а також удосконаленням технологій мікроелектроніки.

Необхідність вимірювання рівня відносної вологості при виконанні різноманітних фізико-технологічних, біологічних та хімічних процесів пред'являють підвищені вимоги до характеристик перетворювачів вологості, а саме: економічність, надійність, точність та чутливість до вимірювального параметру, малі габаритні розміри, масу та енергоспоживання, інформативну, конструктивну і технологічну сумісність з мікроелектронними засобами обробки інформації та можливість виготовлення за стандартною груповою інтегральною технологією.

Результати дослідження

Розроблено мікроелектронний сенсор вологості з ємнісним вологочутливим елементом (рис.1), в якому вологочутливий шар виготовлений на основі комплексних сполук.

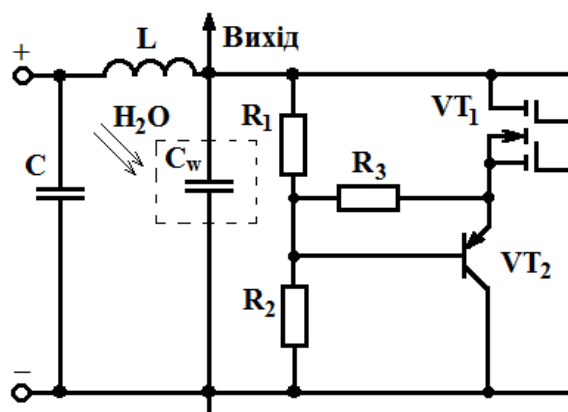


Рис. 1. Сенсор вологості

Принцип роботи мікроелектронного сенсора полягає в тому, що в початковий момент часу волога не діє на вологочутливий конденсатор C_w . Підвищенням напруги джерела постійної напруги до величини, коли на електродах стік польового транзистора VT_1 та колектор біполярного транзистора VT_2 виникає від'ємний опір, який приводить до виникнення електричних коливань в контурі, який утворений паралельним включенням повного опору з ємнісною складовою на електродах стік польового транзистора VT_1 і колектор біполярного транзистора VT_2 та індуктивності L . Резистори R_1 , R_2 та R_3 утворюють ділянки напруги, які здійснюють електричне живлення польового транзистора VT_1 та біполярного транзистора VT_2 , а обмежувальний конденсатор C запобігає проходженню змінного струму через джерело постійної напруги. При наступній дії вологи на вологочутливий конденсатор C_w змінюється ємнісна складова повного опору на електродах стік польового транзистора VT_1 та колектор біполярного транзистора VT_2 , що викликає ефективну зміну частоти коливального контуру.

Висновки

Розроблено мікроелектронний сенсор вологості з ємнісним вологочутливим елементом, який реалізує принцип перетворення «вологість-частота».

Експериментально доведено, що природа гетерометалевої комплексної сполуки суттєво впливає на чутливість ємнісного вологочутливого елемента та частотного перетворювача в цілому.

Встановлено, що використання реактивних властивостей напівпровідникових структур з від'ємним опором забезпечить тривалу стабільність, високу надійність та чутливість до вимірювального параметру.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Реактивні властивості транзисторів і транзисторних схем : монографія [Текст] / [В. С. Осадчук, О. В. Осадчук]. – Вінниця : «УНІВЕРСУМ – Вінниця», 1999. – 275 с.
2. Мікроелектронні частотні перетворювачі на основі транзисторних структур з від'ємним опором: монографія [Текст] / [О. В. Осадчук]. – Вінниця : «УНІВЕРСУМ – Вінниця», 2000. – 303 с.
3. Сенсори вологості : монографія [Текст] / [В. С. Осадчук, О. В. Осадчук, Л. В. Крилик]. – Вінниця : «УНІВЕРСУМ – Вінниця», 2003. – 208 с.
4. Осадчук В. С. Дослідження ємнісних вологочутливих елементів / В. С. Осадчук, О. В. Осадчук, Л. В. Крилик, М. В. Євсєєва // Вісник ВПІ. – 2002. – №5. – С.65 – 71.
5. Осадчук В. С. Ємнісний сенсор вологості гребінцевої структури на основі полімерних матеріалів / В. С. Осадчук, О. В. Осадчук, Л. В. Крилик, М. В. Євсєєва // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології. – 2006. – № 2(12). – С. 222–227.
6. Осадчук О. В. Ємнісні сенсори вологості на основі стибій або бісмутвмісних діоксидів ніколу (II) / О. В. Осадчук, Л. В. Крилик, М. В. Євсєєва // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2015. – № 1(221). – С. 131 – 135.

Ігор Андрійович Бойко — студент групи МЕ-13б, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: mr.boy4ik@gmail.com;

Науковий керівник: **Людмила Вікторівна Крилик** — канд. техн. наук, доцент кафедри електроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Ihor Boiko — student of ME-13b, Department of infocommunications, electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: mr.boy4ik@gmail.com;

Supervisor: Lyudmila V. Krylik — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa.

ФІЛЬТР ВИСОКИХ ЧАСТОТ НА L – НЕГАТРОНІ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розроблено фільтр високих частот на L – негатроні, в якому за рахунок введення нових елементів та зв'язків досягається відсутність фазових спотворень сигналу в смузі пропускання, що розширює сферу застосування цього пристрою.

Ключові слова: фільтр високих частот, L – негатрон, схема, опір, індуктивність, амплітуда, фаза.

Abstract

Designed a high pass filter on L – negatron, which is due to the introduction of new elements and relationships is achieved in the absence of phase distortion in the passband, which extends the scope of application of this device.

Keywords: a high pass filter, L – negatron, diagram, resistance, inductance, amplitude, phase.

Найпростіший фільтр високих частот, що складається з RC-ланки вносить фазові спотворення та на частоті зрізу зсув фази становить 45° [1], що є недоліком даного фільтра.

Згідно із [2] схема фільтра високих частот, що має дві RC-ланки краще відсікає сигнал частоти зрізу в смузі запирання, але збільшується фазовий зсув сигналу в 2 рази. Завдяки введенню в дану схему L-негатрона, що має від'ємну індуктивність, можна досягнути вирішення вищенаведених недоліків [3]. Схема фільтра високих частот 2-го порядку на L-негатроні зображена на рисунку 1.

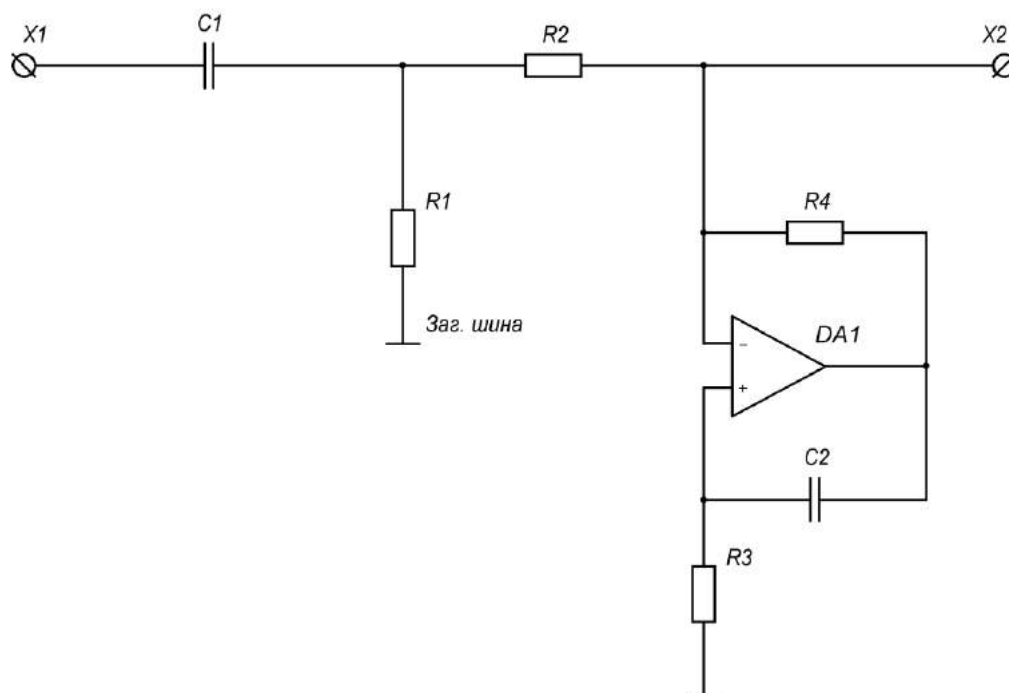


Рисунок 1 – Фільтр високих частот на L-негатроні

Пристрій працює наступним чином. Сигнал підводиться до вхідної клеми X1, після чого RC-ланка фільтра, що складається з ємності C1 та резистора R1, який з'єднаний із загальною шиною, подавляє усі частоти вхідного сигналу нижче частоти зрізу, не пропускаючи їх на вхід RL-ланки фільтра, тобто на перший вивід резистора R2, і незмінно пропускає інші. Частота зрізу RC-фільтра визначається за формулою:

$$f_{zr RC.} = \frac{1}{2\pi R_1 C_1} . \quad (1)$$

Для збільшення фільтруючої дії сигнал потрапляє на RL-ланку фільтра, в якій містяться резистор R2 та L-негатрон на узагальненому перетворювачі імітансу (УПІ), що в свою чергу складається з операційного підсилювача (ОП) DA1, резисторів R3 та R4, які задають коефіцієнт підсилення ОП, ємності C2, який підключається до другого виводу резистора R2. Операційний підсилювач перетворює значення ємності C2 у від'ємну індуктивність на вході DA1. Остаточно відфільтрований сигнал знімається з вихідної клеми X2. Частота зрізу RL-фільтра визначається за формулою:

$$f_{zr RL.} = \frac{R_2}{2\pi L} , \quad (2)$$

де L – еквівалентна індуктивність L-негатрона, яка в свою чергу визначається за формулою:

$$L = -R_4 \cdot R_3 \cdot C_2 . \quad (3)$$

Як видно з наведеної на рисунку 2 АЧХ фільтра, після введення L-негатрона крутизна зрізу фільтра високих частот зросла, це означає, що було досягнуто кращого затухання сигналу, що знаходиться нижче частоти зрізу. Як видно з наведеної на рисунку 3 ФЧХ, основною перевагою цього пристрою є дуже малі фазові спотворення, на відміну від схеми прототипу, а це означає, що фаза сигналу буде лишатися максимально наближеною до фази вхідного сигналу.

Як бачимо, застосування у схемі L-негатрона призвело до покращення її амплітудно-частотних та фазо-частотних характеристик, що розширює сферу застосування такого фільтра.

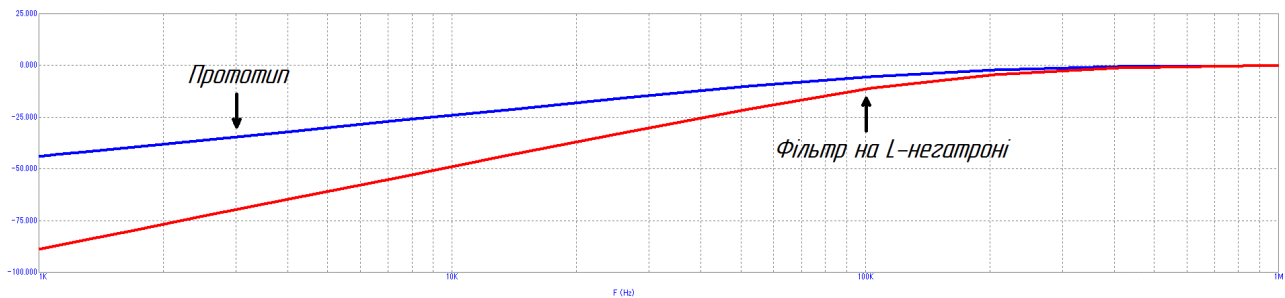


Рисунок 2 – Амплітудно-частотна характеристика

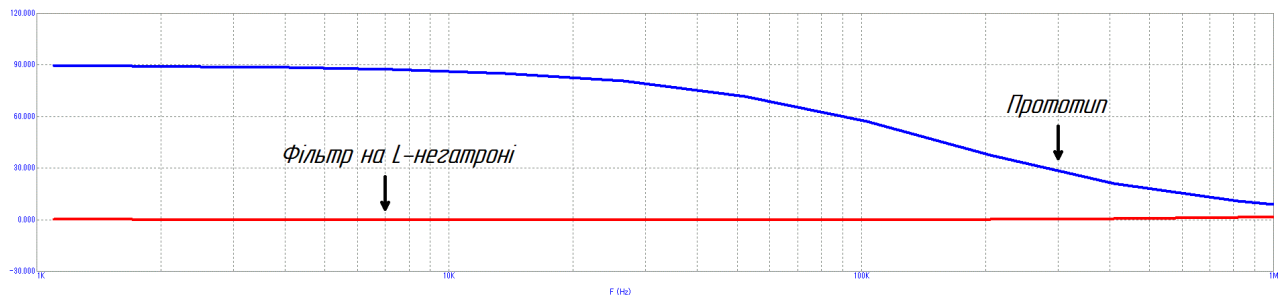


Рисунок 3 – Фазо-частотна характеристика

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Гоноровский И. С. Радиотехнические цепи и сигналы: Учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. / И. С. Гоноровский. – М.: Радио и связь, 1986. – 181 с.
2. Терещук Р. М. Справочник радиолюбителя: в двух частях. Изд. 6-е. Ч.1 / Р. М. Терещук, Р. М. Домбругов, Н. Д. Босый, С. И. Ногин, В. П. Боровский, А. Б. Чаплинский. – Киев: «Техніка», 1970 – 696 с.
3. Філінюк М. А. LC-негатрони та їх застосування: монографія / М. А. Філінюк, О. О. Лазарев, О. В. Войцеховська. – Вінниця: ВНТУ, 2012 – 308 с.

Лазарєв Олександр Олександрович – кандидат технічних наук, доцент кафедри електроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Крекотень Євген Геннадійович – студент групи РАМ–14б, Факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: ra14b.krekoten@gmail.com.

Lazarev Alexander A. – candidate of technical Sciences, Assistant Professor of a chair of electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Krekoten Evgeniy G. – Faculty of Infocommunications, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

МІКРОЕЛЕКТРОННИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ ПОТУЖНОСТІ ОПТИЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Вінницький національний технічний університет;
кафедра електроніки та наносистем

Анотація

В роботі розглянуто мікроелектронний перетворювач потужності оптичного випромінювання. В основу роботи пристрою закладено підвищення чутливості і точності вимірювання інформативного параметру за рахунок перетворення електричного сигналу в частотний з використанням реактивних властивостей транзисторних структур з від'ємним опором.

Ключові слова: мікроелектронний перетворювач, оптичне випромінювання, чутливість, фотодіод, функція перетворення, частотний вихідний сигнал.

Abstract

We consider microelectronic optical power converter. The basis of the device laid improve the sensitivity and accuracy of measurement information parameter by converting an electric signal into frequency using reactive properties of transistor structures with negative resistance.

Keywords: microelectronic converter, optical radiation, sensitivity, photodiode, conversion function, frequency output.

Вступ

На даний час виникла проблема перетворення сонячної енергії в енергію електричного поля, яку потрібно передавати на відстань. Важливим питанням є сприймання, обробка, зберігання і передача вимірних даних в інформаційні центри, які можуть бути віддаленими (іноді на великі відстані) від об'єкту вимірювання. Зокрема, це стосується метеорологічних вимірювань (сонячна радіація, інтенсивність УФ променів). Ефективно вирішити таку задачу можна за допомогою приладів для вимірювання оптичної потужності з використанням частотних перетворювачів.

Мета роботи: підвищення чутливості і точності вимірювання інформативного параметру.

Результати дослідження

До існуючих вимірювачів оптичної потужності пред'являються жорсткі вимоги: вони повинні бути економічними, забезпечувати низьке енергоспоживання, мати мінімальні габарити і вагу, бути сумісними з сучасними ЕОМ, забезпечувати високу точність та чутливість вимірювання. Існуючі сенсори оптичної потужності не відповідають цим вимогам в повному обсязі, а саме, є низькочутливими. Так, чутливість подібних приладів варіює від $2 \cdot 10^{-7}$ В/мкВт/см² (Climartronics Co., USA) до $1,67 \cdot 10^{-5}$ В/мкВт/см² (Davis Instruments, USA), що недостатньо при подальшій обробці інформаційного сигналу. Тому виникає задача підвищення чутливості вимірювання оптичної потужності. Значного підвищення чутливості можна досягнути шляхом перетворення інформативного сигналу в частотний.

Одним із перспективних наукових напрямів в розробці приладів на основі оптичних перетворювачів є використання залежності реактивних властивостей транзисторних структур з від'ємним опором від дії оптичного випромінювання і створення на цій основі частотних перетворювачів оптичного випромінювання, що дозволяє значно підвищити чутливість запропонованих приладів. З другого боку, це дає можливість виготовляти фоточутливі перетворювачі у відповідності з мікроелектронною технологією, для підвищення їх точності, надійності і швидкодії.

Крім того, об'єднання на одному кристалі вимірювального перетворювача сумісно з схемами обробки інформації дозволить створити “інтелектуальний” сенсор. Використання частоти, як інформативного параметра, характеризується підвищеною завадостійкістю передачі інформації, простотою і значною точністю перетворення в цифровий код, можливістю бездротової передачі на відстань, зручністю при комутації в багатоканальних інформаційно-вимірювальних системах

На рисунку 1 подано схему мікроелектронного частотного перетворювача потужності оптичного випромінювання.

Пристрій містить перше джерело постійної напруги 1, перший двозатворний МДН-транзистор 2, пасивну індуктивність 3, друге джерело постійної напруги 4, перший конденсатор 5, другий двозатворний МДН-транзистор 6, третій двозатворний МДН-транзистор 7, фотодіод 8, другий конденсатор 9, причому перший полюс першого джерела постійної напруги 1 з'єднаний з першим затвором другого двозатворного МДН-транзистора 6 і з першим виводом першого конденсатора 5, а витік другого двозатворного МДН-транзистора 6 з'єднаний з другим затвором і стоком першого двозатворного МДН-транзистора 2, другий затвор другого двозатворного МДН-транзистора 6 з'єднаний із стоком другого двозатворного МДН-транзистора 6, із стоком і другим затвором третього двозатворного МДН-транзистора 7, перший затвор третього двозатворного МДН-транзистора 7 з'єднаний із катодом фотодіода 8, а витік першого двозатворного МДН-транзистора 2 підключений до аноду фотодіода 8 і до першого виводу пасивної індуктивності 3, який утворює першу вихідну клему, при цьому другий вивід пасивної індуктивності 3 підключений до першого виводу другого конденсатора 9 і до першого полюса другого джерела постійної напруги 4, при цьому другий полюс другого джерела постійної напруги 4 підключений до другого виводу першого 5 і другого конденсаторів 9, до витіку третього МДН-транзистора 7, до першого затвору першого МДН-транзистора 2 і другого полюсу першого джерела постійної напруги 1, які утворюють загальну шину, до якої підключена друга вихідна клемма.

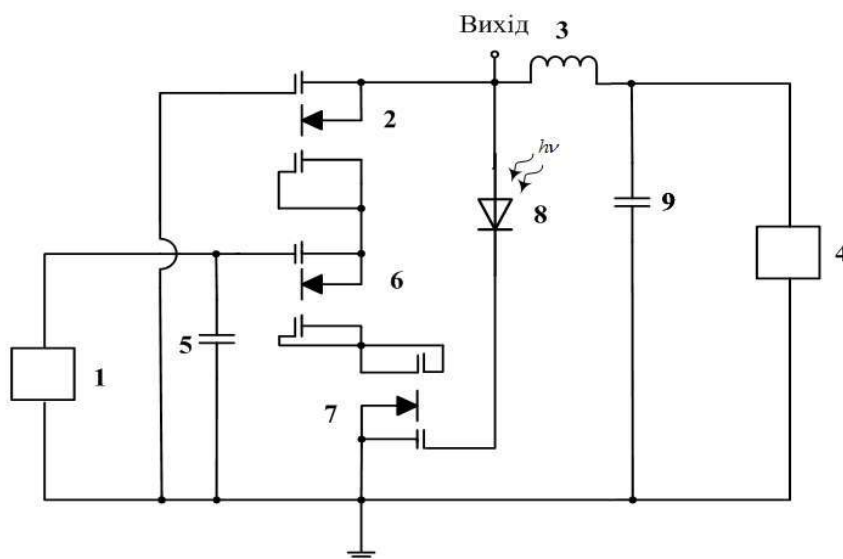


Рисунок 1 – Схема мікроелектронного перетворювача потужності оптичного випромінювання

Висновок

Використання запропонованого пристрою для виміру оптичної потужності суттєво підвищує точність виміру інформативного параметру за рахунок виконання ємнісного елемента коливального контуру на основі першого, другого і третього двозатворного МДН-транзисторів. При дії оптичного випромінювання фотодіод змінюється ємність коливального контуру, що викликає зміну резонансної частоти.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Осадчук В. С. Транзистори. Навчальний посібник / В. С. Осадчук, О. В. Осадчук – Вінниця: ВДТУ, 2003. – 206 с.

2. Крутякова М. Г. Полупроводниковые приборы и основы их проектирования / М. Г. Крутякова, В. М. Чариков, К. С. Юдин – М. : Радио и связь, 1983. – 352с.

3. Васильева Л. Д. Напівпровідникові прилади / Л. Д. Васильева, Б. І. Медведенко, Ю. І. Якименко – К. : ІВЦ Видавництво Політехніка, 2003. –388с

Іван Романчук Олександрович — студент групи МЕ-13б, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Олена Миколаївна Жагловська — канд.техн. наук, ст. викладач кафедри електроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Romanchuk Ivan O. — student group ME-13b, Department of Infocommunications, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia,

Elena Zhaglovska — **PhD**, art. lecturer in electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa.

Електронний аналізатор вологості повітря при високих температурах

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано пристрій аналізатора вологості повітря при високих температурах, що може бути використаний для вимірювання значення відносної вологості в системах контролю сушильних камерах із робочими температурами вище 70 °С.

Ключові слова: радіовимірювання, відносна вологість повітря, висока температура, сушильні камери.

Abstract

A device for determining humidity, with high temperatures, which can be used to measure relative humidity values in the control systems of drying kilns operating temperatures above 70 °C.

Keywords: radio measurements, humidity, high temperature drying chamber.

Вступ

Сьогодні для процесу контролю параметрів сушіння об'єктів харчової та промислової продукції використовують сенсори вологості різних конструкцій та принципів роботи. Підвищення значення вологості повітря більше певного значення при певній температурі, здійснює негативний вплив на об'єкт, що піддається висушуванню. Також за зміною значення вологості повітря протягом визначеного періоду часу визначається етап процесу сушіння.

Відповідно до температурних параметрів процесу сушіння є необхідність визначення відносної вологості повітря в середині сушильної камери, де висока температура здійснює негативний вплив на вимірювану величину вологості повітря [1]. Сучасні вимірювальні прилади вологості повітря, що мають високу точність при високих температурах містять в собі потужні сенсори, що в свою чергу збільшують їх розміри, споживання напруг та вартість [2].

Метою роботи є зменшення масогабаритних показників та напруги живлення аналізатора вологи при високих температурах за рахунок використання ємнісного сенсора вологи та електричної схеми керування із температурним контролем вимірюваного значення вологості повітря.

Результат розробки

Вимірювання вологості в середині сушильної камери передбачає дію на сенсор вологості високої температури. Аналізатори вологості повітря, що найбільш розповсюджені для вимірювання вологості повітря при високих температурах є досить громісткими та потребують потужних джерел живлення. Для побудови аналізатора вологості повітря, що задовільняє масогабаритні показники та здатен працювати при високих температурах, використовується поєднання ємнісного сенсора вологи на основі гігроскопічного полімера та схеми керування.

Розроблений аналізатор вологості повітря при високих температурах працює таким чином. В результаті поглинання молекул води з навколишнього середовища шаром гігроскопічного полімера товщиною декілька мікрон, в результаті чого встановлюється рівновага з повітрям. Це призводить до зміни діелектричної постійної шару і, відповідно, зміни ємності конденсатора, в якому використовується цей діелектрик. Для підвищення точності вимірювання ємнісного сенсора 1, використовують додаткове вимірювання температури за допомогою температурного датчика 2. Через залежність ємності від частоти, тому для підвищення стабільності роботи сенсора використовують сигнал із частотою порядку 100 Гц для низьких значень вологості, а для більш високих температур та вологості – порядку 1 кГц. Дане регулювання здійснюють за допомогою частотного перетворювача 4. Отриманий сигнал вимірюють за допомогою мікроконтролера 5. Через можливий вплив на параметр ємнісного датчика високої температури, паралельно до вимірювання вологи здійснюють вимірювання температури навколишнього середовища, сигнал від якого перетворюється та вимірюється в диференційному перетворювачу 3. Виміряні значення через шину

даних 6 передаються до мікропроцесора 7, який корегує сигнал вологості повітря відносно впливу температури та передає значення відносної вологості повітря на LCD – пристрій відображення графічної інформації 8, та додатково здійснює запис показників вологості до внутрішньої пам'яті 9. Безперерйне живлення елементів аналізатора здійснюється блоком живлення 10.

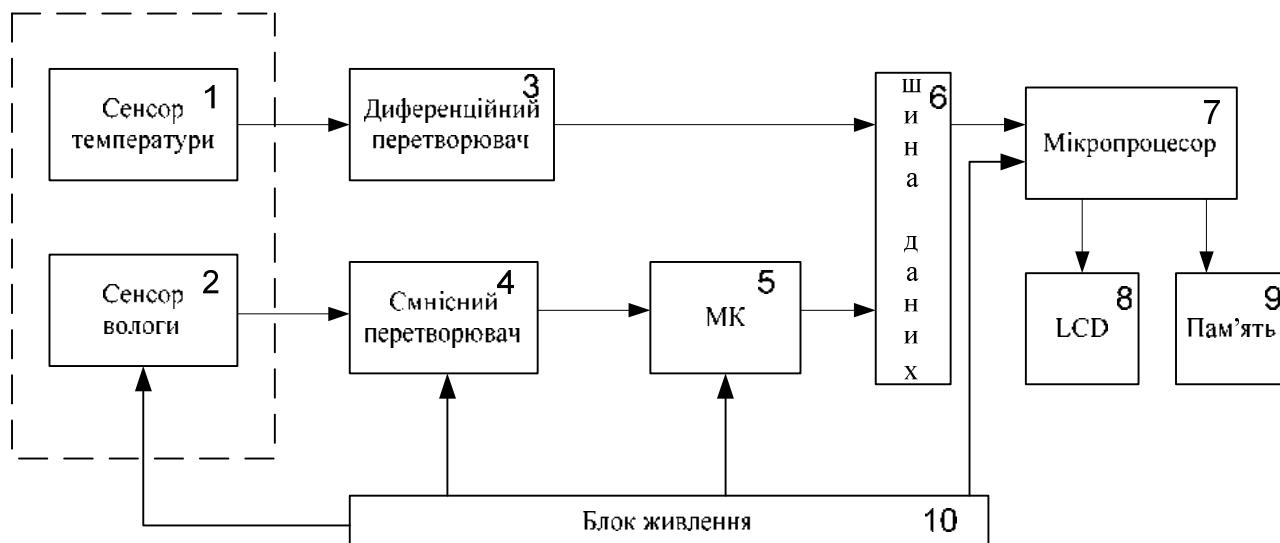


Рис. 1. Аанізатор вологості повітря при високих температурах

Використання смнісного датчика забезпечує достатньо високу надійність та точність вимірювання вологості повітря при температурах вище 70 °С, а використання частотного корегування та компенсація температурного впливу забезпечує необхідну роботу в зазначених умовах із ібереженням малих габаритів та малого споживання енергії. Це дозволяє виконати фого компактним для забезпечення зміни розміщення датчика.

Висновки

Розроблений пристрій забезпечує визначення занчення відносної вологості повітря при високих температурах, що забезпечує його використання в сушильних камерах із температурами до 120 °С. Точність та стабільність роботи аналізатора забезпечується використанням стійкого до впливів навколишнього середовища, що не підлягають вимірюванню, та використання температурного корегування вимірюного сигналу.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Берлинер М. А. Измерения влажности / Берлинер М. А. – М.: Энергия. - 1973.
2. Маргелов А. Датчики влажности компании Honeywell / Маргелов А. // Chip news. – 2005 – № 9 – С. 40-42.

Ігор Іванович Мацюра – студент групи МП-16мі, факультету інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: Matsyuiigor@gmail.com;

Науковий керівник: **Константин Володимирович Огородник** – канд. техн. наук, доцент кафедри електроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Igor I. Matsyura - Department of infocommunications, electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : Matsyuiigor@gmail.com;

Supervisor: **Constantin V. Ogorodnyk** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Electronics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

ПРИСТРІЙ КЕРУВАННЯ ОБ'ЄКТАМИ ВОДНОГО ТРАНСПОРТУ

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі досліджено існуючі пристрої радіокерування та представлена розробка схеми радіокерування. Яка дозволяє полегшити роботу з програмуванням мікроконтролера та здешевити і полегшити виробництво пристроїв радіокерування.

Ключові слова: мікроконтролер, радіокерування, водний транспорт.

Abstract

In this work the existing radio devices and radio presented development schemes. Which facilitates the work of programming microcontrollers and reduce the cost and facilitate the production of radio control devices.

Keywords: microcontroller, radio, water transport.

Вступ

В даний час системи радіокерування стали невід'ємною частиною сучасного високотехнологічного виробництва. Радіокерування – це розділ радіоелектроніки, який вивчає методи керування об'єктами або процесами за допомогою радіо засобів. Керуванням називають дії, направлені на зміну стану об'єкту, яким керують. Його ціллю є той результат, якого потрібно досягнути у процесі керування, а системою керування – засоби, призначені для його здійснення. Часто буває, що різні елементи системи керування знаходяться на великій відстані один від одного та передача сигналів керування здійснюється за допомогою радіохвиль. Радіозасоби у таких випадках створюють радіосистеми, які передають та обробляють різну інформацію. У таких випадках, коли радіозасоби беруть участь у виконанні головних функцій керування, керуючі системи називають системами радіокерування [1].

Об'єкти керування в таких системах призначені для вирішення самих різних задач. В залежності від них та від виду об'єкта, яким керують, обирається принцип дії та технічні характеристики системи радіокерування. Суттєво розрізняються також й умови роботи цих радіосистем. При використанні радіо засобів у системах керування виникає проблема радіоперешкод та їх можливого впливу на процес. Отже, однією з основних задач при розробці систем радіо керування є забезпечення захищеності від радіоперешкод.

Однією з основних задач радіокерування є керування рухом різних об'єктів. Наприклад, керування рухом водного транспорту розділяється на керування переміщенням центра мас об'єкту та керування поворотом апарату відносно центру мас об'єкту. Інші задачі містяться у керування об'єктами. Системи, призначені для цієї цілі мають ряд специфічних особливостей та носять назву радіоелектронних систем [2-3].

Результати дослідження

В роботі проаналізовано різні схемотехнічні рішення щодо побудови пристрою радіокерування, наведені їхні недоліки та запропоновано оптимальну схему реалізації пристрою радіокерування, яка дозволяє здійснювати керування кораблем в двох площинах з функцією збільшення/зменшення швидкості та кута повороту (Рис. 1). Для мікроконтролерів написані прошивки в середовищі Arduino Uno на мові C [4].

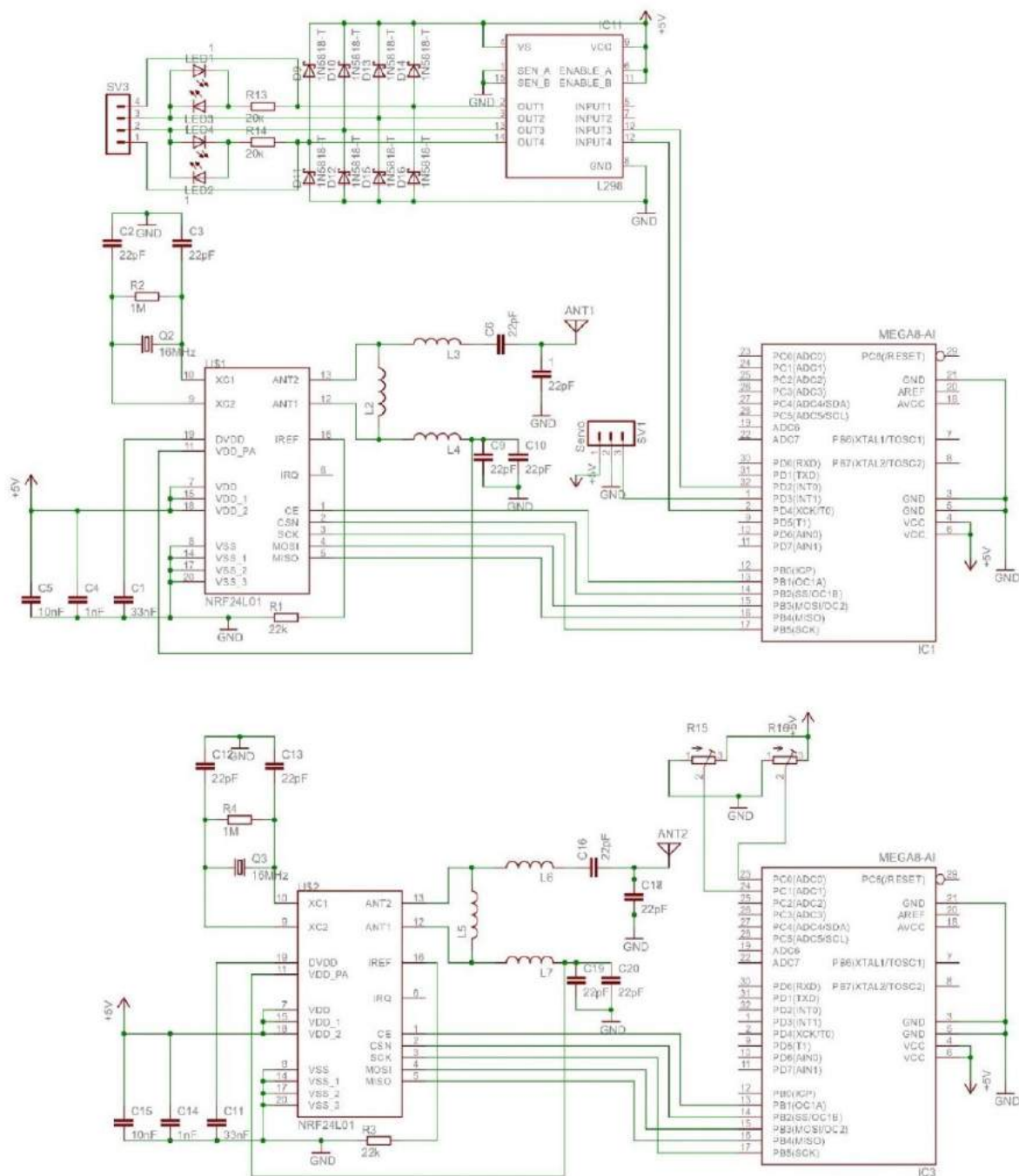


Рисунок 1 – Схема електрична-принципова пристрою радіокерування

Висновки

Здійснено огляд схем існуючих аналогів схем радіокерування. Пристрої дозволяють передавати між передавачем та приймачем радіосигнал. Але значним недоліком розглянутих пристроїв є досить вузький діапазон виконуваних операцій та досить низькі функціональні можливості, оскільки команди, які виконуються, реалізуються тільки на зчитуванні на входах процесорів логічного нуля чи логічної одиниці та не дають змогу перетворювати аналоговий сигнал в цифровий. Наприклад, відхилення керма контрольного апарату на певний кут, збільшення чи

зменшення швидкості обертання двигунів тощо. За рахунок цього зменшується діапазон використання даних приладів. Розроблено структурну та електричну схеми пристрою радіокерування на мікроконтролері Atmega328P, розглянуто та описано принцип її роботи.

Розроблено структурну та електричну-принципову схеми пристрою радіокерування, наведено принцип його роботи. Розроблено блок-схему алгоритму роботи програм та написано програми для мікроконтролера ATmega328P.

Проведено моделювання розробленої схеми пристрою радіокерування, в якому було наведено рисунки та часові діаграми, які дозволяють побачити зміни, які відбуваються на приймачі, а саме на двигунах та сервоприводі в залежності від положення керуючих мініпуляторів. З осцилограм видно, що мотарами можна керувати лійнійно, тобто можна змінювати швидкість та кут повороту, якщо це потрібно. Це все свідчить про правильність написання керуючих програм мікроконтролерів та роботу схеми.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лукьянов Д.П. Микромеханические навигационные приборы. Учеб. Пособие / Д.П. Лукьянов В.Я. Распопов, Ю.В. Филатов. - СПбГЭТУ «ЛЭТИ». СПб., 2008, - 48 с.
2. Четырехкомандная система радиоуправления [Электронный ресурс] //.–Режим доступа: http://radio-stv.ru/radiolyubitelskie_shemyi/radioupravlenie/chetyrehkomandnoe-radioupravlenie
3. Устройство радиоуправления на 12 команд [Электронный ресурс] // . – Режим доступа: <http://cxem.net/uprav/uprav12.php>
4. Максимов М. А. PROTEUS VSM Система виртуального моделирования схем / М. А. Максимов, Д.К. Мако, И.С. Такахаха. - М.: Энергоатомиздат, 2006. - 343 с.

Павло Миколайович Ратушний – к.т.н., доцент кафедри ЕНС, Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

Богдан Андрійович Трушківський – студент 4-го курсу кафедри електроніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: tarantaran62@gmail.com

Pavel Ratushny - Ph.D., Associate Professor ENS, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa;

Bohdan Trushkivskiy - a student of the 4th year the Department of Electronics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: tarantaran62@gmail.com

МІКРОПРОЦЕСОРНИЙ ПРИСТРІЙ ДИНАМІЧНОЇ ЗМІНИ ПОЛОЖЕННЯ ОБ'ЄКТА У ПРОСТОРІ

¹ Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Запропоновано схему мікропроцесорного пристрою динамічної зміни положення об'єкта у просторі, яка дозволяє визначити положення об'єкта у трьохвимірному просторі та розрахувати загальне прискорення об'єкта в координатній площині.

Ключові слова: мікропроцесорний пристрій, мікроконтролер Atmega8, положення об'єкта, загальне прискорення.

Abstract

The circuit microprocessor device of dynamic change of the object in space. This device allows you to determine the object position in three-dimensional space and calculate the total acceleration of the object in the coordinate plane.

Keywords: microprocessor device, microcontroller Atmega8, of the object, the total acceleration.

Вступ

Сьогодні знаходять широке застосування мікропроцесорні пристрої динамічної зміни положення об'єкта у просторі, які використовуються для вимірювання вібрації та лінійного прискорення об'єкта при будь-якій орієнтації вимірювальної осі приладу і можуть знайти застосування в інерційних системах рухомих об'єктів, в авіа- і судномодельованні, в системах безпеки транспортних засобів та вимірювальній техніці. Крім того, в зв'язку з розвитком автоматизованих систем числового програмного керування верстатів, акселерометри використовуються для контролю стану різального інструменту, що дозволяє в онлайн-режимі проводити корекцію законів керування та, відповідно, контролювати точність обробки виробу [1]. Мікропроцесорний пристрій динамічної зміни положення об'єкта у просторі – це пристрій, який дозволяє визначати положення об'єкта при зміні його положення відносно своєї осі [2]. Існуючі мікропроцесорні пристрої динамічної зміни положення об'єкта у просторі мають ряд недоліків, а саме: високу собівартість, за рахунок використання дорогих елементів або ж можливість вимірювання лише у двох координатах, тому актуальною задачею є розробка цифрового акселерометра, який дозволить усунути дані недоліки.

Метою роботи є розширення функціональних можливостей мікропроцесорного пристрою динамічної зміни положення об'єкта у просторі, шляхом розробки пристрою, що дозволяє визначити положення об'єкта у трьохвимірному просторі, за рахунок чого підвищиться точність розрахунку загального прискорення об'єкта та його положення в просторі.

Результати дослідження

Розроблено структурну схему мікропроцесорного пристрою динамічної зміни положення об'єкта у просторі (рис. 1). Пристрій складається із двох стабілізаторів напруги типу LM7805 та LP2980, трьох осьового датчика ММА7260, фільтрів низьких частот, мікроконтролера Atmega8, який містить в собі вбудований АЦП, а також цифрового дисплея.

Мікропроцесорний пристрій динамічної зміни положення об'єкта у просторі працює таким чином (рис. 2). Напруга з джерела живлення подається на стабілізатори напруги із значенням напруги 12В, при цьому стабілізатори напруги стабілізують значення напруги до 3,3В та передають електричний сигнал на трьох осьовий датчик з аналоговим виходом, який показує орієнтовані ступені рухливості напрямку трьох взаємно перпендикулярних площин.

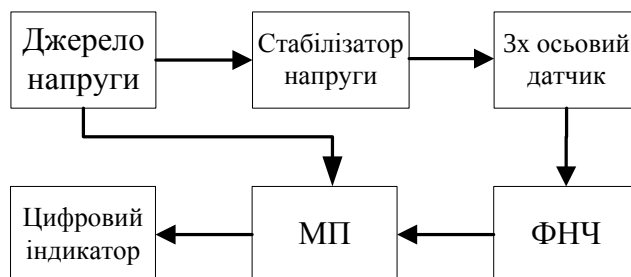


Рис. 1 – Структурна схема мікропроцесорного пристрою динамічної зміни положення об'єкта у просторі

Після чого сигнал з трьох осевого датчика по кожній координаті X, Y, Z надходить на фільтри низьких частот (ФНЧ), які складаються із паралельно з'єднаних резисторів R2-R4 та конденсаторів C5-C7, які передають отримані сигнали на вхід мікроконтролера Atmega8, в якому отримані сигнали обробляються через аналогово-цифровий перетворювач (АЦП) та вимірюють проекції лінійного прискорення по ортогональних осях X, Y, Z, що дозволяє мікроконтролеру програмно обрахувати повне прискорення об'єкта та прискорення об'єкта по кожній осі незалежно від інших. Після чого отримане значення надходить на цифровий дисплей WH1602, що дозволяє відобразити отриману інформацію повного прискорення об'єкта з мікроконтролера Atmega8 на дисплей цифрового індикатора, яскравість якого регулюється резистором RV1.

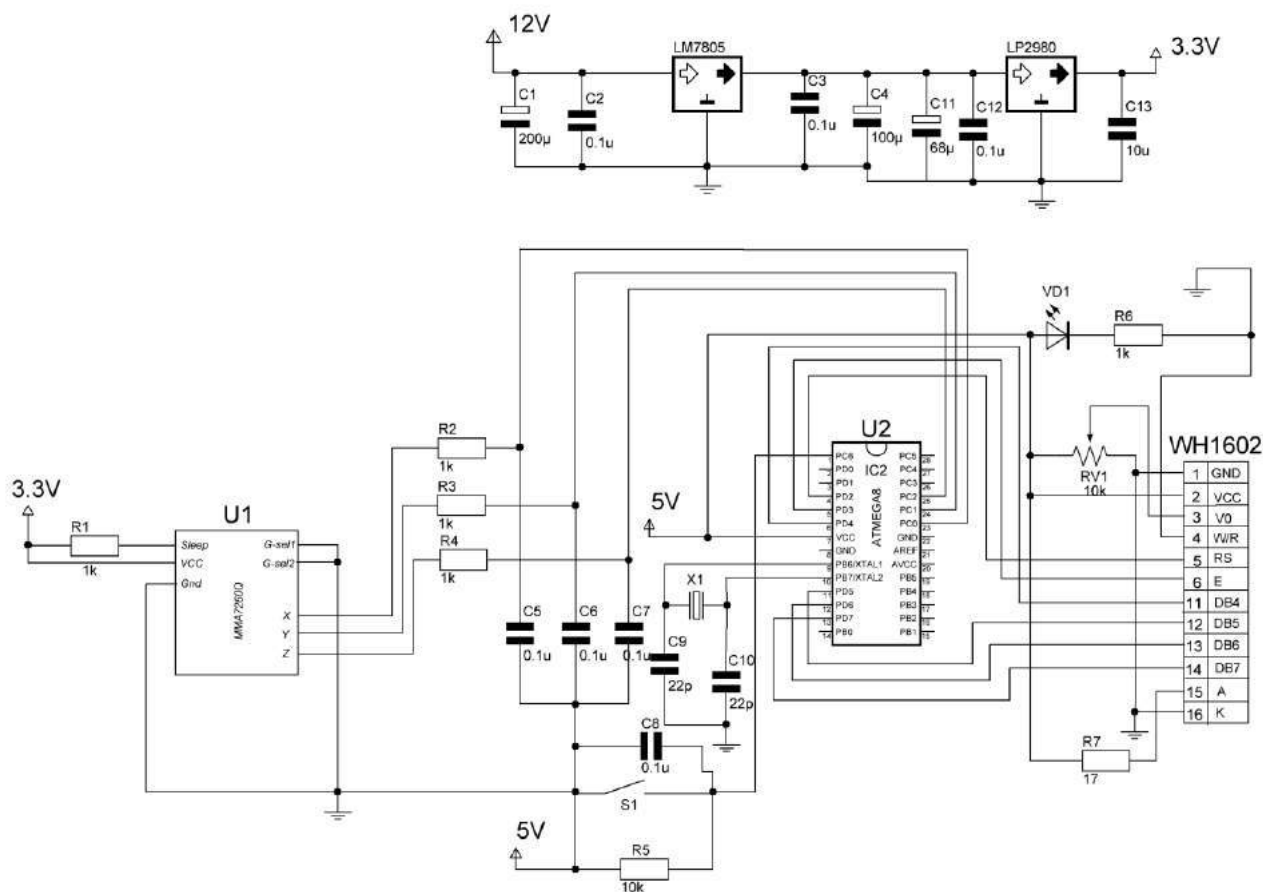


Рис. 2. Схема мікропроцесорного пристрою динамічної зміни положення об'єкта у просторі

Таким чином використання мікроконтролера Atmega8 у схемі мікропроцесорного пристрою динамічної зміни положення об'єкта у просторі підвищує точність визначення координат об'єкта у просторі та дозволяє розрахувати прискорення об'єкта.

Висновки

Встановлено, що запропонована схема пристрою дозволяє розрахувати загальне прискорення об'єкта по трьох ортогональних вісях, за рахунок чого розширюються функціональні можливості пристрою та збільшується точність вимірювань, що дозволяє більш точно визначити орієнтацію об'єкта у просторі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Райхман А. STMicroelectronics — мировой лидер в производстве датчиков движения / Райхман А. — Новости электроники № 2, 2009.
2. Коновалов С. Ф. «Гирьскопические системы часть 3» / Коновалов С. Ф. — М: Высшая школа, 1980. — с. 41.

Іван Вікторович Бура — студент групи ЕП-16мі, факультет радіотехніки, зв'язку та приладобудування, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: bura.vanya1995@mail.ru;

Науковий керівник: **Костянтин Володимирович Огородник** — канд. техн. наук, доцент кафедри електроніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Bura Ivan V. — student of EP-16mi, Department of Radio Engineering, Communications and Instrumentation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: bura.vanya1995@mail.ru;

Supervisor: **Ogorodnyk Konstantin V.** — associate professor of electronics , Ph. D., Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa.

СПОСІБ ВИЗНАЧЕННЯ ГУСТИНИ ГАЗУ УЛЬТРАЗВУКОВИМ МЕТОДОМ

¹ Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Запропоновано схему пристрою та кінцеву формулу для підвищення точності визначення густини газу ультразвуковим методом.

Ключові слова: густина, газ, ультразвук метод.

Abstract *The scheme of the device and the final formula to improve the accuracy of gas density ultrasound method.*

Keywords: density, gas, ultrasound method.

Вступ

Актуальною є потреба у вимірюванні густину газу приведенної до стандартних умов по тиску і температурі. Слід відмітити, що на кожному із промислових вузлів густина газу може бути різною, що впливає на його об'єм. Сьогодні приділяють багато уваги і виділяють кошти на розробку нових методів визначення густини, розробку і випуск нових густиномірів сучасного конструктивного виконання, дослідження і освоєння нових промислових виробництв, пов'язаних з випуском густиномірів [1].

Метою роботи є підвищення точності визначення густини газу ультразвуковим методом.

Результати дослідження

На сьогодні досить популярний метод вимірювань, пов'язаний із застосуванням ультразвуку. Ультразвуковий метод застосовується у вимірювальній техніці, зокрема в аеродинамічних пристроях для вимірювання густини різних рідин та газів. [2].

Частота ультразвукової хвилі визначається:

$$f = \frac{DV}{a^2}$$

де D – діаметр трубки, a – радіус п'єзоелемента, V – швидкість поширення ультразвукової хвилі.

Швидкості поширення ультразвукової хвилі в газі:

$$V = 18,591(T\gamma k/\rho_0)^{0.5}$$

де T – абсолютна температура, γ – коефіцієнт Пуассона, k – коефіцієнт стисливості.

Маючи формулу частоти та швидкості можна отримати вираз густини газу:

$$\rho_0 = \frac{345.625T\gamma k}{\left(\frac{fa^2}{D}\right)^2}$$

Графік залежності густини газу від частоти проходження ультразвуку показано на рис. 1

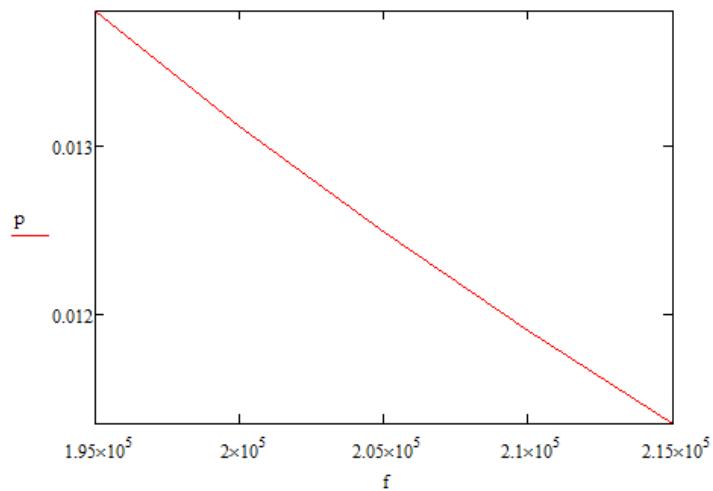


Рисунок 1 – Залежність густини газу від частоти

Дані залежності носять лінійний характер. З графіка видно, що при збільшенні частоти коливання ультразвукових променів густина газу зменшується.

На основі запропонованої моделі розроблено структурну схему ультразвукового густиноміра, яка наведена на рис. 2 [3].

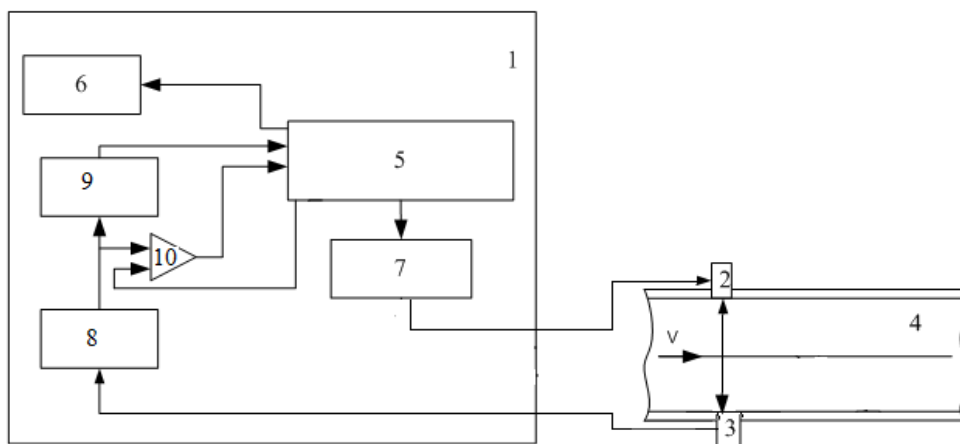


Рисунок 2 – Структурна схема установки ультразвукового густиноміра

Ультразвукову хвилю випускають електроакустичним випромінюючим перетворювачем 2, а електроакустичним приймальним перетворювачем 3 приймають хвилю в контрольованому газі, що знаходиться в вимірювальній ділянці трубопроводу 4. Значення частоти коливань надходять до блоку формування та аналізу електричних імпульсів 1, де коливання підсилюють підсилювачем 8 та аналізують за амплітудою за допомогою компаратора 10 і реєструють пікові значення амплітуди за допомогою контролера 5 в даний момент часу і в попередній. Потім відбувається збудження коливань їх забезпечує генератор змінної частоти 7. При певній густині генератор змінної частоти 7 налаштований на частоту, що відповідає останньому максимуму ближньої зони ультразвукової хвилі. При зміні густини зменшується амплітуда вихідного сигналу, що призводить до переналаштування частоти генератора змінної частоти 7. При досягненні частоти ультразвукових хвиль, що відповідає максимальній амплітуді реєструється значення частоти, за яким і розраховують густину газу. Після чого за допомогою аналогово-цифрового перетворювача 9 виконується перетворення сигналу в двійковий код.

Висновки

У роботі наведена схема пристрою та кінцева формула для визначення густини газу ультразвуковим методом. Даний метод підвищує точність розрахунку густини завдяки вимірюванню швидкості поширення ультразвукової хвилі у газі та використання останнього максимуму ближньої зони електроакустичного перетворювача.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Власюк Я. М. Густиномір газовий ОЕ R02: [Текст] / Власюк Я. М., Прудников Б. І., Цьомик В. П. н/т конференція «Приладобудування – 2010», м. Київ, 2010. – С. 259.
2. Бражников Н. И. Ультразвуковые методы измерения плотности. - Приборы и системы управления / Бражников Н. И., 1976, 10, с. 17-21.
3. Білінський Й. Й. Розробка ультразвукового методу вимірювання швидкості плинних середовищ. [Електронний ресурс]: Й. Й. Білінський, М. В. Гладишевський // . – Режим доступу: <https://vk.cc/6nlhNs> .

Анастасія Вікторівна Столяр – студентка групи МП-16м, факультет інфокомунікацій, радіотехніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Науковий керівник: **Білінський Йосип Йосипович** — д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри електроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Nastya V. Stolyar – Department of Infocommunications, Radio and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Supervisor: **Bilynsky Joseph J.** Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of Electronics and Nanosystems ,Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

ІМПУЛЬСНИЙ БЛОК ЖИВЛЕННЯ +25/-25В

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі досліджено існуючі імпульсні блоки живлення та представлена розробка схеми імпульсного блоку живлення, який має зменшені масогабаритні показники, відсутність високих пульсацій на виході, високий ККД та містить невелику кількість деталей.

Ключові слова: імпульсний блок живлення.

Abstract

In this work the existing switching power supply development schemes and represented a pulsed power supply that has reduced dimensions and weight indicators, lack of high ripple at the output, high efficiency and contains a small number of parts.

Keywords: switching power supply.

Вступ

Імпульсні джерела живлення в даний час впевнено приходять на зміну застарілим лінійним. Причина – властива даним джерелам живлення висока продуктивність, компактність і поліпшені показники стабілізації.

При тих стрімких змінах, які зазнали принципи живлення електронної техніки за останній час, інформація про розрахунок, побудову та використання імпульсних джерел живлення ставати все більш актуальною.

Останнім часом в середовищі фахівців в галузі електроніки та радіотехніки, а також в промисловому виробництві особливу популярність завоювали імпульсні джерела живлення. Намітилася тенденція відмови від типових громіздких трансформаторних і перехід на малогабаритні конструкції імпульсних блоків живлення, перетворювачів напруги, конвертерів, інверторів.

Загалом, тема імпульсних джерел живлення досить актуальна і цікава, і є однією з найважливіших областей силової електроніки. Даний напрямок електроніки перспективний і стрімко розвивається. Його основною метою є розробка потужних пристроїв живлення, що відповідають сучасним вимогам надійності, якості, довговічності, мінімізації маси, розмірів, енерго- і матеріалоємності. Необхідно відзначити, що практично вся сучасна електроніка, включаючи ЕОМ, аудіо-, відеотехніку та інші сучасні пристрої живляться від компактних імпульсних блоків живлення, що ще раз підтверджує актуальність подальшого розвитку зазначеної області джерел живлення. Тому метою роботи є дослідження переваг імпульсних блоків живлення та вибір оптимального схематехнічного рішення [1].

Результати дослідження

Принцип роботи блоків живлення з перетворенням напруги полягає в тому, що вхідна напруга перетворюється в змінну напругу з частотою 30-60 кГц. Подальше її перетворення здійснюється по класичних методах. Але так як частота напруги висока, то індуктивність перетворюючого трансформатора, а отже і його розміри можуть бути значно меншими, ніж в звичайних випрямлячах. Крім того ємність конденсаторів фільтра блоку живлення також може бути значно меншою, так як частота пульсацій набагато вища. Для живлення комп'ютера довелося б виготовляти трансформатор, що мав би не тільки великий розмір, але і був би досить важким. Однак зі збільшенням частоти струму трансформатора для створення того ж магнітного потоку необхідно менше витків і менше перетин магнітопроводу. У блоках живлення, побудованих на основі перетворювача, частота живлячої напруги трансформатора в 1000 і більше раз вище. Це дозволяє створювати компактні та легкі блоки живлення [2 – 3].

В роботі проаналізовано різні схемотехнічні рішення щодо побудови імпульсного блоку живлення, наведені їхні недоліки та запропоновано оптимальну схему реалізації на мікросхемі TOP257YN (рис. 1).

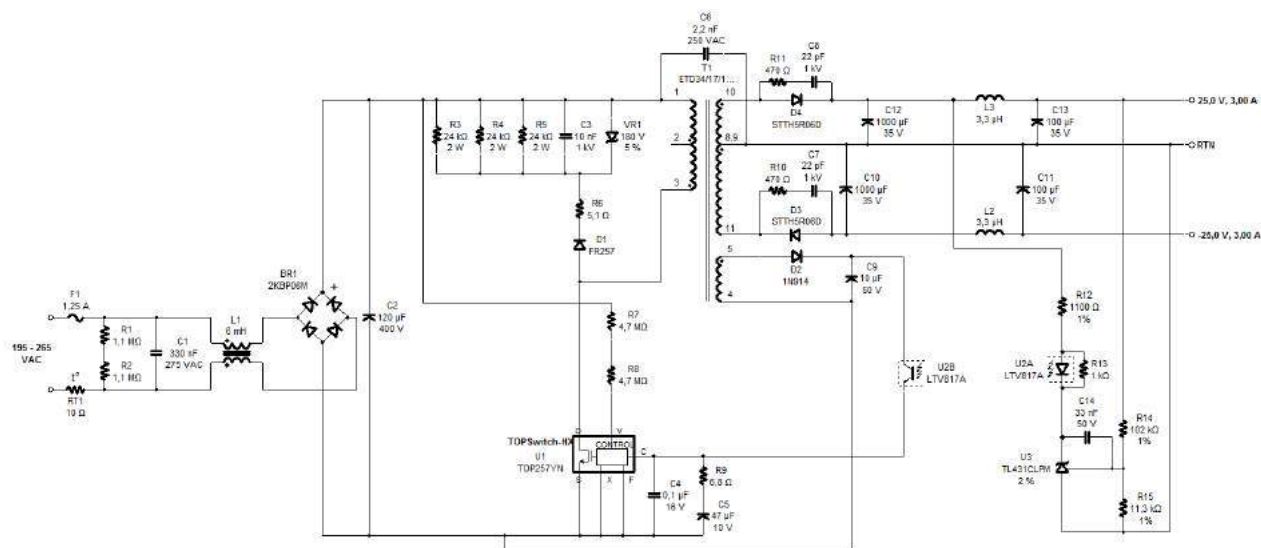


Рисунок 1 – Блок-схема імпульсного блоку живлення потужністю 150 Вт на мікросхемі TOP257YN

Спочатку здійснюється перетворення змінної напруги мережі в постійну. Такий перетворювач складається з діодного мосту, що випрямляє змінну напругу, і конденсатора, що згладжує пульсації випрямленої напруги. У цьому боці також знаходяться додаткові елементи: фільтри напруги від пульсацій генератора імпульсів і термістори для згладжування стрибка струму в момент включення. Однак цих елементів може не бути з метою заощадження на собівартості.

Наступний блок - генератор імпульсів, який генерує з певною частотою імпульси, що живлять первинну обмотку трансформатора. Частота генерації імпульсів становить 132 кГц. Трансформатор здійснює головні функції блоку живлення: гальванічну розв'язку з мережею і зниження напруги до необхідних значень.

Змінна напруга, отриману від трансформатора, перетворюється у постійну напругу. Блок складається з діодів, що випрямляють напругу, та фільтра пульсацій. У цьому блоці фільтр пульсацій набагато складніше, ніж у вхідному блоці та складається з групи конденсаторів і дроселя. З метою заощадження виробники можуть встановлювати конденсатори малої ємності, а також дроселі з малою індуктивністю.

Відповідає за стабілізацію мікросхема під назвою TL431. Ця мікросхема - керований стабілітрон, при подачі напруги з виходу блоку живлення на цю мікросхему вона керує включенням оптопар, яка передає команду на ШІМ контролер і він вже керує потужністю блоку живлення, підлаштовуючи її так, щоб на виході була стабільна напруга. Напруга на мікросхему подається через дільник, іноді через просто два резистора, а іноді ще доданий підлаштовувальний резистор, за допомогою якого можна змінити вихідну напругу в невеликих межах [4 – 5].

Висновки

В роботі запропоновано схему імпульсного блоку живлення на мікросхемі TOP257YN, яка має великий ряд переваг, а саме підвищення ККД схеми до 90%, вбудована схема «м'якого запуску» і обмеження струму зменшує статичні втрати, швидкодіючий MOSFET-транзистор знижує динамічні втрати, споживання драйвера MOSFET не перевищує 6 мВт, поєднана схема контролера і силового MOSFET-транзистора в корпусі TO-220, автоматичний рестарт і циклічна захист від перевантажень, вбудований тепловий захист, легко узгоджується з оптичними і трансформаторними пристроями зворотного зв'язку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Области применения силовых источников питания [Электронный ресурс]. Режим доступа до ресурсу : http://www.power2000.ru/apply_obl.html
2. Москатов Е. Методика и программа расчета импульсного трансформатора двухтактного преобразователя / Москатов Е. – Радио, 2006, № 6 – ст.35-37.
3. Высоковольтные источники питания [Электронный ресурс]. Режим доступа до ресурсу : http://www.optosystems.ru/power_supplies_about.php
4. Ефимов И. П. Источники питания / Ефимов И. П. – Ульяновский Государственный Технический Университет, 2001. – ст.3-13.
5. Интегральные микросхемы: Микросхемы для импульсных источников питания и их применение. Издание 2-е. – М. : ДОДЭКА, 2000.

***Павло Миколайович Ратушний** – к.т.н., доцент кафедри ЕНС, Вінницький національний технічний університет, Вінниця;*

***Віталій Валерійович Красносельський** – студент 4-го курсу кафедри електроніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: wommerses@gmail.com*

***Pavel Ratushny** - Ph.D., Associate Professor ENS, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa;*

***Vitalii Krasnosielskyi** - a student of the 4th year the Department of Electronics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: wommerses@gmail.com*

СИСТЕМА ДИСТАНЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ ПРИМІЩЕННЯ НА GSM МОДУЛІ

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі здійснено огляд схем існуючих аналогів систем дистанційного моніторингу приміщення, в кожній схемі є свої недоліки та в жодну з них не закладено можливість розширення системи, тому було створено систему дистанційного моніторингу приміщення на GSM модулі, яка здатна відправляти інформативні SMS в разі спрацювання датчика проникнення [1], дзвонити на вказаний номер телефону для можливості аудіо контролю приміщення, стежити за температурою і відправляти повідомлення на телефон за запитом, а також керувати будь-яким навантаженням за командою відправленою повідомлення, завдяки чому з'являється можливість розширення системи.

Ключові слова: розумний будинок; охоронна система; GSM модуль.

Abstract

This paper contains review schemes existing analog systems for remote monitoring of premises in each scheme has its drawbacks and none of them do not have possibility of expanding the system, so was created a systems for remote monitoring of room on GSM module, which is able to send informative SMS in case of penetration[1], call to the phone number to enable audio control of premise, monitor the temperature and send messages to your phone, and can turn on any load on command sent message, thereby appear extending..

Keywords: smart home; security system; GSM module.

Вступ

В даний час системи автоматизованого керування та захисту приміщень стали неодмінною частиною сучасного життя. Такі системи все ширше використовуються в сучасних будинках, офісах та складах. Данна система здатна відправляти інформативні SMS в разі спрацювання датчика проникнення, дзвонити на вказаний номер телефону для можливості аудіо контролю приміщення, стежити за температурою і відправляти повідомлення на телефон за запитом, а також керувати будь-яким навантаженням по команді відправленою повідомлення.

Аналогом цієї системи можна вважати як систему «Розумний дім» [1], яка набула широкого застосування в сучасному світі, так і сучасну охоронну систему, адже дана система поєднує в собі охорону та контроль приміщення.

В даній системі дистанційного моніторингу приміщення використовується GSM модуль, адже зазвичай їх використовують для інтеграції в будь-яке обладнання, яке слугує пристроєм передачі інформації. GSM Модуль призначений для дистанційного контролю майна, що знаходиться в області покриття мобільної мережі стандарту GSM 900 МГц (в інших конфігураціях GSM Модуля можливий будь-який інший діючий стандарт мобільного зв'язку).

Наявність інтерфейсу RS232 дозволяє здійснювати підключення будь-яких стандартних пристроїв, забезпечених цим інтерфейсом [2]. Протокол зв'язку, що визначає кількість інформації, що передається, кількість номерів екстреного дозвону, періодичність сеансів зв'язку, технологія передачі по мережі може програмуватися для кожного індивідуально.

Встановлюючи GSM модуль в декілька пристроїв, квартир, дачних та гаражних об'єднань, охоронні фірми і транспортні організації мають можливість створювати власні корпоративні мережі моніторингу об'єктів.

Результати дослідження

Здійснено огляд схем існуючих аналогів систем дистанційного моніторингу приміщення. Пристрої дозволяють отримувати данні про стан приміщень, але у них не вирішена проблема дистанційності, та не закладена можливість розширення [2]. Запропоновано розробку пристрою із усуненням цих недоліків, та покращеними характеристиками.

Розроблено структурну та електрично-принципову схеми системи дистанційного моніторингу приміщення на GSM модулі, які наведено на рис.1,2 розглянуто та описано принцип її роботи.

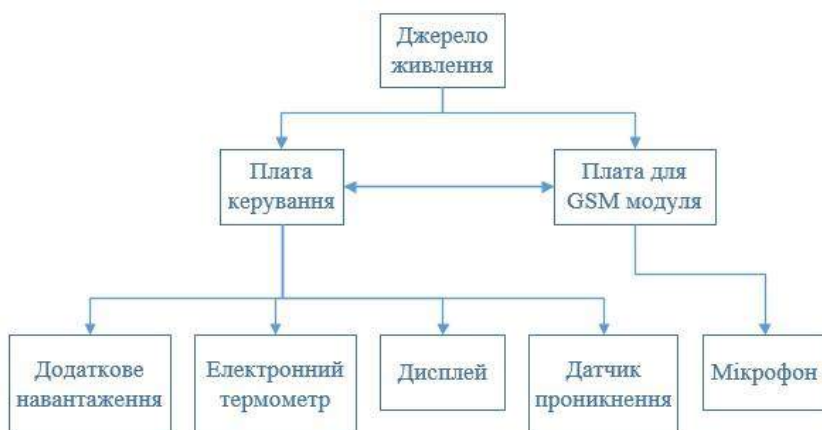


Рис. 2.1 – Структурна схема системи дистанційного моніторингу приміщення на GSM модулі

Система представляє собою дві поєднані між собою плати, а саме плату керування та плату для GSM модуля [4]. На керуючій платі, крім мікроконтролера ATmega32a встановлено модуль живлення, виконаний на перетворювачі LM2596 [3]. Він живить схему постійною напругою 3,5 В. В даній схемі можна використовувати будь-яке інше джерело живлення, головне щоб значення струму короткочасно підіймалося до 2 А (споживання GSM-модуля в момент реєстрації).

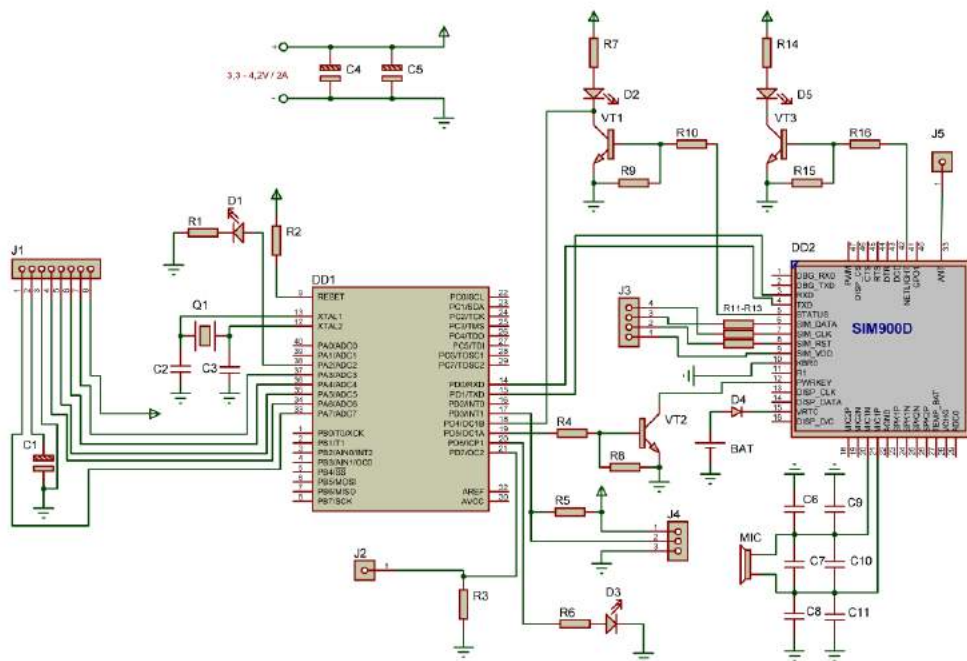


Рисунок 2 – Схема електрично-принципова системи дистанційного моніторингу приміщення на GSM модулі

Для зручності, до плати управління підключений дисплей від телефону Nokia3310. Завдяки дисплею можна швидко визначити стан пристрою і значення датчиків [4]. На дисплей виводиться основна інформація про стан пристрою: назва оператора, якість сигналу зв'язку, значення температури з датчика 18b20, стан виходу навантаження і датчика проникнення, а також час і дата.

Поточний час та дата виводиться вбудованим годинником в GSM-модулі. Для їх роботи обов'язкова наявність батарейки з напругою у 3 вольт.

В охоронних цілях застосовується датчик руху HC-SR501. У разі спрацювання на виході датчика з'являється логічна одиниця. Зафіксувавши її, мікроконтролер дає команду на відправку sms повідомлення за телефонним номером, заданим в програмі. Вихід датчика підключається до виходу мікроконтролера PortD.7 (на схемі датчик умовно замінений на клавішу B1) [5]. Замість датчика руху можна встановити будь-які інші засоби виявлення проникнення - датчики відкривання вікон і дверей, датчики розбиття скла, фотоелектричні датчики тощо.

Список sms команд які обробляє GSM модуль:

- 0 – відключення навантаження (на виході PortD.6 встановлюється логічний 0);
- 1 – ввімкнення навантаження (на виході PortD.6 встановлюється логічна 1);
- 2 – дзвінок на вказаний в програмі телефонний номер;
- 3 – запит балансу і відправлення його повідомленням на вказаний номер (відповіді на USSD запити обов'язково повинні приходити в латиниці, інакше замість осмисленого тексту у відповідь прийде повідомлення в шістнадцятковому кодуванні);
- 4 – запит температури, яка відправляється повідомленням;
- 5 – дозвіл відсилати повідомлення в разі спрацювання датчика проникнення;
- 6 – заборона на відправлення повідомлень від датчика проникнення;
- ? – надсилання повідомлення, в якому знаходиться загальна інформація про пристрій (значення з датчика температури, момент включення навантаження, стан на вході від датчика проникнення і дозвіл відправки повідомлень від нього)[5]. Наприклад:: температура +24, навантаження виключено, на виході датчика руху 0, відправка sms в разі спрацювання заборонена;

Висновки

Здійснено огляд схем існуючих аналогів систем дистанційного моніторингу приміщення. Пристрої дозволяють отримувати данні про стан приміщень, але у них не вирішена проблема дистанційності, та не закладена можливість розширення. Запропоновано розробку пристрою із усуненням цих недоліків, та покращеними характеристиками.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лукьянов Д. П. Микромеханические навигационные приборы. Учеб. Пособие / Д.П. Лукьянов В.Я. Распопов, Ю.В. Филатов. - СПбГЭТУ «ЛЭТИ». СПб., 2008, - 48 с.
2. Попов В. И. Основы сотовой связи стандарта GSM / В. И. Попов. – М.: Эко-Трендз, 2005. - 296 с.
3. AT-команды gsm модема sim900 [Електронний ресурс] // . – Режим доступу: <http://alex-exe.ru/radio/wireless/gsm-sim900-at-command/>
4. Максимов М. А. PROTEUS VSM Система виртуального моделирования схем / М. А. Максимов, Д.К. Мако, И.С. Такахара. - М.: Энергоатомиздат, 2006. - 343 с.
5. Синюгин А. И. Краткий учебный курс PROTEUS [Електронний ресурс]/ А.И. Синюгин // . – Режим доступу: <http://proteus123.narod.ru/>.

Павло Миколайович Ратушний – к.т.н., доцент кафедри ЕНС, Вінницький національний технічний університет, Вінниця;

Дмитро Володимирович Худаско – студент 4-го курсу кафедри електроніки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: khudasko@inbox.ru

Pavel Ratushny - Ph.D., Associate Professor ENS, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa;

Dmitry Khudasko - a student of the 4th year the Department of Electronics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: khudasko@inbox.ru

МІКРОКОНТРОЛЕРНИЙ ПРИСТРІЙ ЗАВАНТАЖЕННЯ МІНІ-ІГОР

Вінницький національний технічний університет;
кафедра електроніки та наносистем

Анотація

Розроблено пристрій завантаження міні-ігор на основі мікроконтролеру PIC16F688 та відображати їхню роботу за допомогою світлодіодних матриць. Встановлено, що використання регістрів зсуву M74HC595 та складеного транзистора ULN2803 дозволить якісно виводити сигнал з мікроконтролеру на пристрій відображення.

Ключові слова: мікроконтролер, регістр зсуву, світлодіодна матриця, складений транзистор, сигнал.

Abstract

Developed boot device mini-games based on PIC16F688 microcontroller and display their work using LED matrixes. It is established that the use of shift registers M74HC595 and complex transistor ULN2803 will qualitatively output signal from the microcontroller to the display device.

Keywords: microcontroller, shift register, LED matrix, complex transistor, signal.

Вступ

Розвиток технічного прогресу дозволив людям отримувати велику кількість інформації за допомогою комп'ютеру, а саме мережі інтернет, у то й ж час з'явилися ігри, що мали багато позитивних сторін, основною метою ігор є отримання відпочинку та задоволення від проведеного в грі часу.

Людина починає грати у ігри з раннього дитинства, тому при розвитку дитини ігри займають важливу роль. Ігри виступають частіше розвагою, але існують також ігри, що тренерують інтелектуальні здібності, наприклад, логічні. За допомогою гри дитина або дорослий починає: логічно мислити, активізувати розумову діяльність; бути уважною і зібраною в потрібні моменти; у неї розвивається образне мислення; йде активний розвиток дрібної моторики рук та очей; розвивається просторове мислення.

Метою роботи є розробка пристрою завантаження міні-ігор з можливістю виведення на пристрій відображення інформації. Для приладу обрано мікроконтролер PIC16F688, що має достатню кількість пам'яті для реалізації великого програмного функціоналу і при цьому CPU процесора не буде навантаженим.

Результати дослідження

Пристрій завантаження міні-ігор являє собою пристрій, що має можливість запускати певну гру, програма якої завантажується на мікроконтролер. Блок керування приставки повинен бути універсальний, щоб програму будь-якої гри можна було пристосувати. Світлодіодна матриця, як пристрій відображення гри, є оптимальним варіантом, тому що є можливість вибору розміру ігрового поля. Вона має маленьке енергоспоживання, а також більш простішу програмну реалізацію виведення сигналів на екран. Також, використання світлодіодної матриці забезпечує пристрою портативність, що є вагомою перевагою [1].

Основною відмінністю таких пристроїв є мікроконтролер, який потрібно вибирати дивлячись на такі характеристики: кількість флеш-пам'яті мікроконтролера, кількість ліній вводу-виводу сигналів, наявність АЦП, кварцового резонатору, та ШІМ-модулятора.

Проблемою передачі інформації на пристрій виведення інформації може бути переповнення регістру, для уникнення такої проблеми слід використати декілька регістрів зсуву, що забезпечуватимуть безперервну передачу сигналу від мікроконтролеру без переповнення.

Розроблено електронний пристрій для завантаження міні-ігор на основі мікроконтролера PIC16F688, схему якого подано на рис.1 [2].



Рис.1. Пристрій для завантаження міні-ігор на основі мікроконтролера PIC16F688

Пристрій працює наступним чином: напруга з джерела живлення, проходячи стабілізатори напруги, має значення певне постійне значення напруги. Далі через обмежуючі резистори слідує блок керування сигналами, що будуть надходити до мікроконтролера. Живлення надходить до першого виводу мікроконтролера, а “земля” на 14-тий. Початковий сигнал виходу мікроконтролера надходить до регістра зсуву на 14-тий вивід, який є входом для послідовних даних [3]. Виводи під номерами 9, 10 мікроконтролера, що відповідають мінусам та плюсам входу компаратора, відповідно, з’єднуються з 11 та 12 виводом регістра, вивід 11 відповідає входу для тактових імпульсів, а 12 - синхронізації виходів, для забезпечення правильного надходження сигналу до світлодіодних матриць бажано використати складений транзистор ULN2803, що заміняє 8 транзисторів та 8 резисторів. Використання даного пристрою дозволить завантажувати міні-ігри та відображати їх на світлодіодні матриці.

Висновки

Розроблено електронний прилад для завантаження і відображення міні-ігор на основі мікроконтролера PIC16F688, який володіє достатньою кількістю пам’яті та периферією потрібною для програмної реалізації гри.

Встановлено, що найкращим шляхом виведення інформації з мікроконтролера є застосування світлодіодних матриць, запропонований підхід дозволяє пристрою бути портативним.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Герасимов В. Г. Основы микроэлектронных приборов: монография / В. Г. Герасимов. - М.: Высшая школа, 1986. - 336 с
2. Королев А. В. Игровые приставки. Выпуск 21./ А. В. Королев – М.: ДМК, 2003. – 240 с.
3. Бойко І. В. Мікропроцесори та мікроконтролери/ В. І. Бойко та ін. – К.: Вища шк., 2004. – 399 с.

Антон В’ячеславович Ксьондз — студент групи ЕП-136, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: seughton@gmail.com;

Науковий керівник: Павло Миколайович Ратушний — канд. техн. наук, доцент кафедри електроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Anton Ksyondz — student of EP-136, Faculty infocommunications, electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: seughton@gmail.com.

Supervisor: Pavlo M. Ratushnyi — Cand. Sc. (Eng), Docent in electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa.

ІНФОРМАЦІЙНА СИСТЕМА «РОЗУМНИЙ ДІМ»

Вінницький національний технічний університет
кафедра електроніки та наносистем

Анотація

Робота присвячена розробці системи управління розумним домом, що включає в себе контроль над усіма параметрами, а саме: освітленням, температурою, безпекою, мультимедіа, а також підсистемами для безпечної передачі даних. При цьому зв'язок між пристроями і смартфоном здійснюється через локальні мережі з операційною системою андроїд.

Ключові слова: пристрої, датчики, мікроконтролери, сервер, канали передачі даних, хмара, мобільні пристрої.

Abstract

The work is dedicated to the development of the system of the smart home management, which includes control over all parameters, namely lighting, temperature, security, multimedia, and subsystems for secure data transfer. The connection between the device and the device is done via Ethernet with the operating system Android.

Keywords: devices, sensors, microcontrollers, server, data channels, the cloud and mobile devices.

Вступ

Швидкі темпи розвитку сучасної цивілізації потребують забезпечення інноваційними розробками всіх сфер життєдіяльності людини. Створення комфортного житлового простору вимагає розв'язання проблем у системі «людина-суспільство-навколишнє середовище».

В 2010 році була представлена перша плата для домашньої автоматизації - Arduino Mega, яка дозволяла налаштувати взаємозв'язок сенсорів з контролерами на C-образній мові скетчів без потреби глибоко вникати в саму суть процесів функціонування модулів. Саме наявність великої кількості готових бібліотек для найрізноманітнішої електроніки поряд з невисокою ціною дозволило зробити «Розумний» дім загальнодоступним. Однак для користувачів, які незнайомі з програмуванням і не мають хоча б базових знань по роботі з налаштованими мікроконтроллерами, розгортання такої системи так і залишилося нетривіальним завданням.

Мета роботи: Створити систему, за допомогою плати Arduino і інших пристроїв, таких як датчики, приводи і комунікаторів. Треба буде обладнати систему з необхідною логікою, так що вони можуть спілкуватися на пластини, які будуть контролювати приміщення, в якому вони були встановлені.

Результати дослідження

В роботі проведено огляд та аналіз систем розумного дому. На основі проведеного аналізу виділені основні складові частини та вузли, які повинні входити в систему «розумний дім».

Отже, розумний дім складається з таких частин:

- Пристрої – безпосередньо всі електронні прилади, контроль роботи над якими необхідно автоматизувати.
- Сенсори – пристрої керування та збору інформації розумного дому.
- Мікроконтролери – апаратні системи, що об'єднують сенсори в групи, розрізняють також центральний процесор керування – мікроконтролер, що посилає від сервера інформацію в кінцеві вузли.
- Сервер – комп'ютер, який створює інтерфейс між користувачем та системою розумного дому. Саме він відповідає за надійність та функціональність.
- Канали передачі даних – логічні та фізичні канали, по яким передаються дані з урахуванням потреб (безпека, швидкість тощо).

- Хмара – зовнішня служба, що виконую роль бази даних для статистики та іншої службової інформації.
- Мобільні пристрої – пристрої, за допомогою яких користувач через сервер керує системою розумного дому.

На рис. 1 показано основні системи та вузли розумного дому

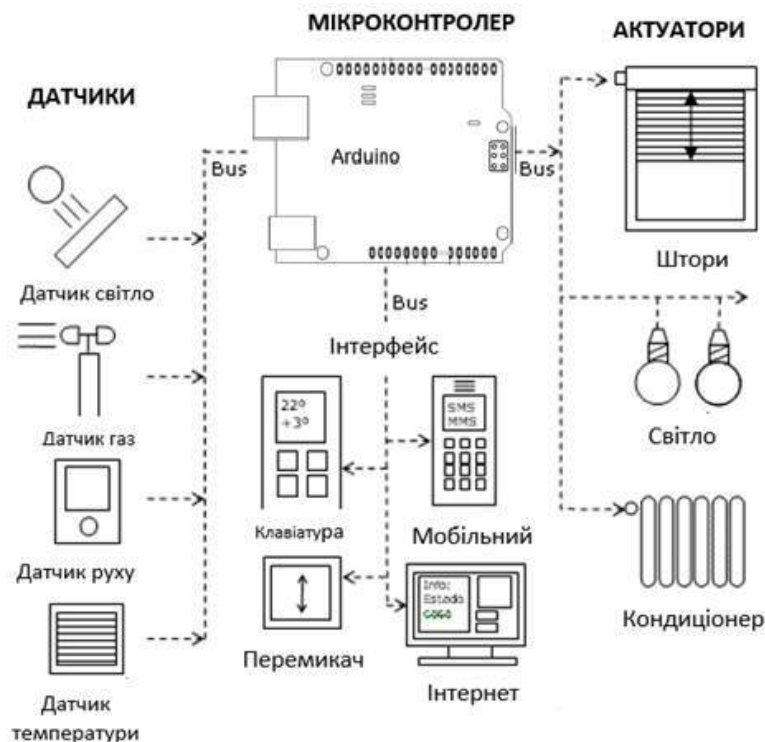


Рис. 1. Узагальнена схема електронного екрування розумним домом

Висновки

Інформаційна система розумного дому – це ключовий момент для досягнення інтеграції між безпекою та комфортом, маючи будинок пов'язаний із зовнішнім світом. Розумний дім передбачає дуже важливі переваги для тих, хто має інвалідність або залежність від технологій, не має ніяких технологічних бар'єрів, оскільки користувач повинен бути підготовлений в технічному плані на рівні вимог сучасного життя. Технологія в будинку повинні йти рука об руку з інтернет- та веб-сервісами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Розумний будинок [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ecured.cu/Dom%C3%B3tica>
2. Технологии мобильной связи: услуги и сервисы / А. Г. Бельтов, И. Ю. Жуков, Д. М. Михайлов, А. В. Стариковский. – М. : ИНФРА-М, 2012. – 206 с

Maigya Samia — студентка групи ME-136, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Науковий керівник: **Білінський Йосип Йосипович** — д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри електроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Maigya Samia — student of group ME-13b, Department of Infocommunications, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Supervisor: **Bilinskii Joseph I.** — Dr. of tech. Sciences, Professor, head of Department of electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Мікропроцесорна система керування маніпулятором

Вінницький національний технічний університет
кафедра електроніки та наносистем

Анотація

Робота присвячена розробці мікропроцесорної системи керування маніпулятором, що має п'ять ступенів свободи. Використані принципи механіки для виконання проектування та моделювання системи, розроблено структурну схему системи. Проведено вибір основних електронних пристроїв.

Ключові слова: мікропроцесор, маніпулятор, ступенів свободи.

Abstract

The work deals with the development of microprocessor-based control system of the manipulator has five degrees of freedom. Used principles of mechanics to perform the design and modeling of the system structural diagram of the system. Carried out basic electronic devices.

Keywords: microprocessor, manipulator, degrees of freedom.

Вступ

Маніпулювання було, є і буде однією з основних проблем автоматизації. З появою нових технологій виробництва будуть потрібні як нові методи керування об'єктами, так і розробка засобів, які б могли забезпечити операцію маніпулювання.

Застосування робототехнічних комплексів у промисловості, щоб заповнити ролі, які вимагають граничної точності зросла в останні десятиліття. Розробка таких систем спрямована на вдосконалення певних аспектів, таких як стійкість до роботи в різних умовах, точність виконуваних рухів, багатофункціональність (оброблення, різання, свердління тощо), здатність до адаптації у різних робочих середовищах, і незалежність їх функціонування, можна сказати, що у вас є здатність приймати рішення з точки зору їх ефективності. Таким чином розробка систем керування маніпуляторами залишається актуальною задачею.

метою роботи є розробка апаратного та програмного забезпечення, з якої для керування маніпулятором, за рахунок використання елементів електронних і електромеханічних.

Результати дослідження

На основі аналізу сучасних мікропроцесорних платформ в роботі використовується система Arduino Mega 2560 на основі мікроконтролера ATmega2560, яка забезпечує бездротові команди, використовуючи модуль WiFi.

Робот маніпулятор складається з корпусу, стріли ікleshні. Також для того щоб привести маніпулятор в рух, використовуються чотири сервоприводи типу Tower Pro MG996R.

Характеристика Tower Pro MG996R:

- Робоча напруга 4.8 – 7.2В;
- Розміри 4 x 1.9 x 4.3 см;
- Крутий момент при 4.8 В - 9 кг*см, при 6 В - 12 кг*см;
- Робочий діапазон температур 0°C-55°C;
- Швидкість обертання 0.1сек/60град(4.8В), 0.08/60град(6В);
- кут повороту: 180 °;
- Тип приводу: метал;
- Подвійний підшипник.

Корпус служить для стійкості всієї установки, до нижньої сторони корпусу кріпиться ще дві опори для більшої стійкості установки при поворотах. До верхньої сторони кріпиться дві шестерні, які будуть служити для повороту крана, до однієї з шестерень кріпиться сервопривід, який і буде приводити кран в рух.

Для кожної ступені свободи підключений до сервомотору на структуру жорсткою, що дає кращу керованість і стійкість

Схема підключення сервоприводів до мікроконтролера показана на рисунку 1.

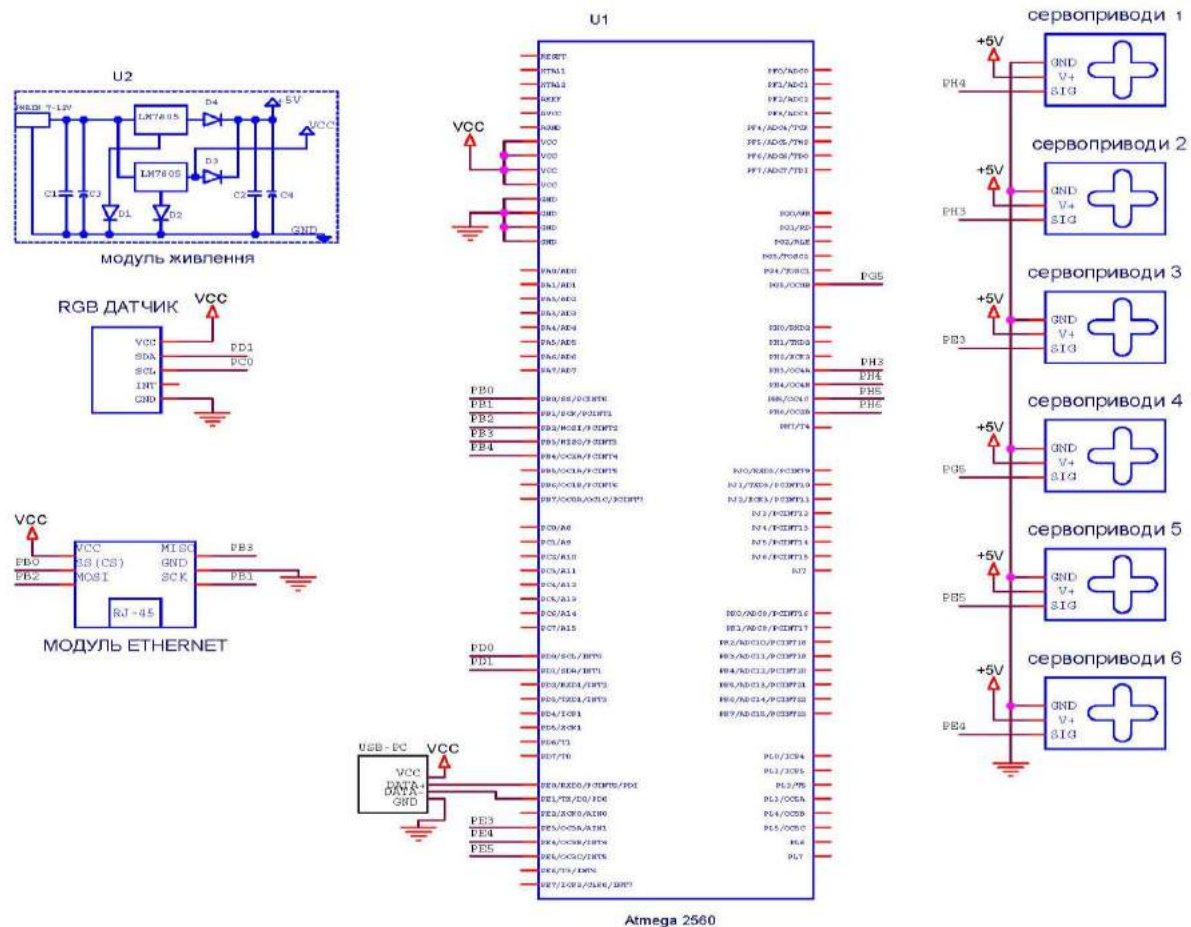


Рисунок 1. Підключення сервоприводів

Проведено моделювання роботи маніпулятора. Графічний інтерфейс на основі Visual Basic для ручного керування маніпулятором показана на рисунку 2.

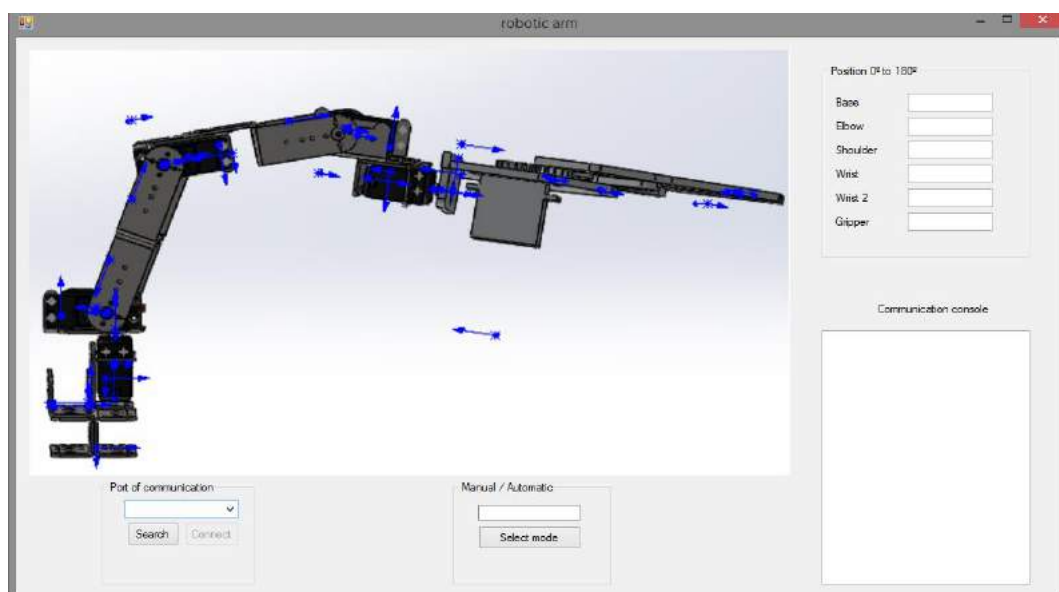


Рисунок 2. Графічний інтерфейс

Для програмного забезпечення взято інтегроване середовище розробки Arduino, тобто багатоплатформовий додаток на Java, що включає в себе редактор коду, компілятор і модуль передачі прошивки в плату. Середовище розробки базується на мові програмування Processing. Мова програмування аналогічна мові Wiring, що є доповненням доповненим деякими бібліотеками до C++. Програми обробляються за допомогою процесора, а потім компілюються за допомогою AVR-GCC.

Висновки

Запропоновано мікропроцесорна система керування маніпулятором на основі Arduino Mega 2560. Виконано вибір основних блоків та запропоновано структурну схему. Проведено моделювання роботи маніпулятора.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Маніпулятор [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <https://goo.gl/dK4lXu>
2. Сервопривод [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.prometec.net/servos/>

Серон Хуан — студентка групи ME-136, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.

Науковий керівник: **Білінський Йосип Йосипович** — д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри електроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Ceron Juan — student of group ME-13b, Departament of Infocommunications, Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Supervisor: **Bilinskii Joseph I.** — Dr. of tech. Sciences, Professor, head of Department of electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

УЛЬТРАЗВУКОВИЙ РІВНЕМІР РОЗПОДІЛУ ДВОХ ФАЗ СЕРЕДОВИЩ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Запропоновано схему ультразвукового рівнеміра розподілу двох фаз середовищ з підвищеною чутливістю у всьому діапазоні вимірювань.

Ключові слова: Рівень, ультразвук, розподіл, межа

Abstract

The scheme of distribution of ultrasonic Level two phases environments with high sensitivity over the entire range of measurements.

Keywords: Level, ultrasound, distribution, limit

Вступ

У багатьох галузях промисловості одним із важливих завдань є контроль рівня технологічних середовищ. На нафтових промислах, нафтопереробних і нафтохімічних заводах ряд технологічних процесів пов'язані з відстоєм рідини в ємностях відкритого і закритого типу. Контроль ходу технологічного процесу в цих ємностях передбачає необхідність контролю рівня рідини. Залишається актуальною задача знаходження не тільки рівня рідини, алей рівня двох фаз, наприклад вода –нафтопродукт-повітря.

Метою розробки є розробка ультразвукового рівнеміра розподілу двох фаз середовищ з підвищеною чутливістю у всьому діапазоні вимірювань.

Результати дослідження

Особливе місце для вимірювання рівня має акустичний метод, що дозволяє вимірювання рівня рідин врізних об'єктах в хімічній, паперовій, харчовій та інших галузях промисловості. Рівнеміри цього типу можуть бути використані для вимірювання рівня різних рідин (однорідних і неоднорідних, в'язких, агресивних, що кристалізуються, випадають в осад), що знаходяться під тиском до і мають температуру від 5 до 80 ° С.

Визначення рівня, та межі двох середовищ залежить від часу проходження відбитої хвилі :

$$t = \frac{2(H - h)}{c},$$

де H – висота резервуару, h – висота стовпа рідини.

Відстань до границі розподілу визначається як

$$d = \frac{tc}{2}.$$

де t – час проходження відбитої хвилі, c – швидкість звуку.

Графік залежності часу проходження сигналу до межі двох середовищ наведено на рис.1:

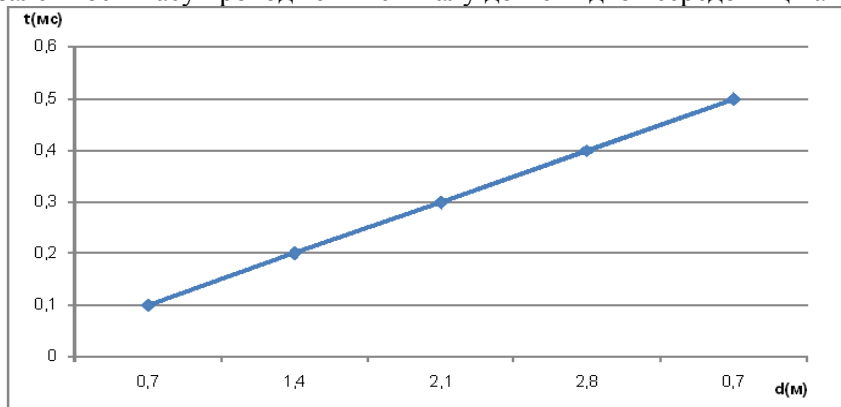


Рисунок 1 - Графік залежності часу проходження сигналу до межі двох середовищ

Точність та чутливість вимірювань в такому випадку залежить від швидкості наростання та спаду імпульсного сигналу. У зв'язку з цим в роботі пропонується використовувати мікропроцесорну систему керування вхідним сигналом. На рис.2 показана структурна схема ультразвукового рівнеміра. Особливістю такої схеми є можливість керувати параметрами генератора імпульсів.



Рисунок 2 - Структурна схема ультразвукового рівнеміра

В акустичному рівнемірі генератор виробляє електричні імпульси з певною частотою повторення, що перетворюються в ультразвукові за допомогою акустичного перетворювача. Поширюючись уздовж акустичного тракту, ультразвукові імпульси відбиваються від площини межі розділу середовищ і потрапляють на той же перетворювач. Відображені ультразвукові імпульси після зворотного перетворення в електричні посилюються, формуються підсилювачем-формувачем і подаються на пристрій вимірювання часу. При зміні діапазону вимірювання відбувається зміна параметрів генератора, що призводить до отримання однакової чутливості у всьому діапазоні вимірювання.

Висновки

Запропоновано ультразвуковий рівнемір розподілу двох середовищ, наведено функцію перетворення, яка дає змогу визначити відстань до межі розподілу, на основі формул отримано графік залежності часу проходження сигналу до межі двох середовищ. Наведено структурну схему ультразвукового рівнеміра і принцип її роботи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ермолов И. Н. Акустические методы контроля. Книга 2./ И. Н. Ермолов, Н. П.Алешин,А., И Потапов. Высшая школа", Москва, 1991. 242 с.
2. Хансуваров К. И Техника измерения давления, расхода, количества и уровня жидкости, газа и пара./ К. И Хансуваров, В. Г.Цейтлин. Издательство стандартов, Москва, 1990 – 274 с.
3. Малов В. В. Пьезорезонансные датчики./ В. В. Малов, Издательство "Энергоатомиздат", Москва, 1989. 310 с.

Пахомов Олег Олександрович— студент групи МП-16сп, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vntu06120734@gmail.com;

Науковий керівник: **Білинський Йосип Йосипович** — д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри ЕНС, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Oleg Pakhomov O. - student of MP-16sp, Faculty infocommunications, electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vntu06120734@gmail.com;

Supervisor: Bilynsky Joseph I. - Dr. Sc. , Professor, Head of Enns, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa.

ГЕНЕРАТОРИ ПЕРІОДИЧНИХ КОЛИВАНЬ НА С-НЕГАТРОНАХ

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано генератори періодичних коливань, керовані напругою, у яких за рахунок використання С-негатронів досягається збільшення коефіцієнту переналаштування, що розширює сферу застосування даних пристроїв.

Ключові слова: електрично керований генератор, С-негатрон, опір, ємність, схема

Abstract

The voltage controlled periodic oscillation generators, in which through usage of C-negatrons achieved increasing in the reconfiguring coefficient, expanding the application area of these devices.

Keywords: voltage-controlled oscillator, C-negatron, resistance, capacitance, diagram

Вступ

Генератори періодичних коливань широко використовуються у сучасних вимірювальних пристроях, технологічних установках, мікропроцесорних системах та іншому обладнанні.

Метою роботи є розробка генераторів періодичних коливань з поліпшеними завдяки використанню С-негатронів характеристиками.

Дослідження електрично керованого генератора синусоїдальних коливань на С-негатроні

Схема електрично керованого генератора синусоїдальних коливань на С-негатроні наведена на рис. 1.

Пристрій працює наступним чином. На польовому транзисторі 3 зібраний генератор гармонічних коливань, які знімаються з вихідної клемі 11, їх частота визначається резонансною частотою коливального контуру, утвореного індуктивністю 18 та сумарною ємністю варикапа 12 та С-негатрона, який реалізовано на біполярних транзисторах 17 і 21. Від'ємна ємність одержується шляхом перетворення додатної ємності 19. Ємності 2, 8, 9, 10, 16 - розділові. Резистори 4, 13, 15 забезпечують робочу точку транзистора 3. Ємність 14 шунтує резистор 15 на високих частотах. Резистори 5 і 20 забезпечують робочу точку транзистора 17. Резистори 22 і 23 забезпечують робочу точку транзистора 21. Ємність 24 шунтує опір 23 на високих частотах та з'єднує базу транзистора 21 з загальною шиною 25. Напруга живлення подається на клему 1. Напруга керування на варикап подається з клемі 6 через високоомний резистор 7.

Частота резонансу визначається за формулою:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_\Sigma}},$$

де L – індуктивність 18, C_Σ - сумарна ємність варикапа 12 і С-негатрона, який реалізовано на біполярних транзисторах 17 і 21:

$$C_\Sigma = C_V + C^{(-)},$$

де C_V – ємність варикапа 12, $C^{(-)}$ – від'ємна ємність.

Коефіцієнт переналаштування генератора:

$$K_f = \frac{f_{\max}}{f_{\min}} = \sqrt{K_C},$$

де $f_{\max}$ – максимальна частота генерації, $f_{\min}$ – мінімальна частота генерації, K_C – коефіцієнт перекриття ємності варикапа 12.

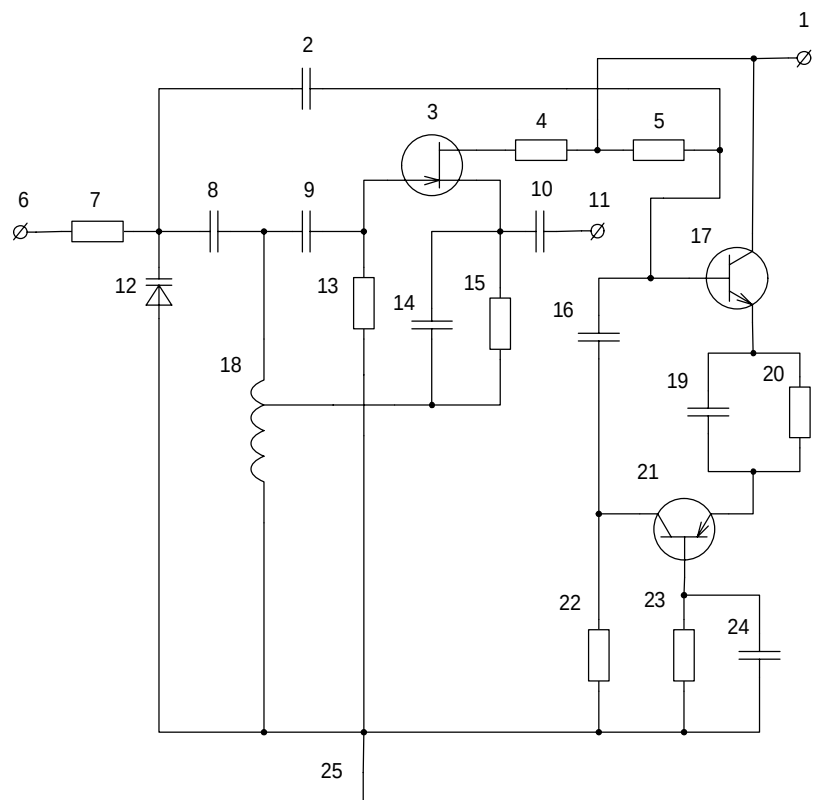


Рис. 1. Схема електрично керованого генератора синусоїдальних коливань на С-негатроні

Залежність від коефіцієнту перекриття ємності варикапа 12:

$$K_C = \frac{C_{max}}{C_{min}},$$

де C_{max} – максимальна ємність варикапа 12, C_{min} – мінімальна ємність варикапа 12.

При підключенні від'ємної ємності коефіцієнт переналаштування становить:

$$K'_C = \frac{C_{max} + C^{(-)}}{C_{min} + C^{(-)}},$$

так як $C^{(-)} < 0$, то $K'_C > K_C$.

Тому коефіцієнт переналаштування генератора при підключенні від'ємної ємності також збільшиться:

$$K'_f > K_f.$$

На рис. 2 та рис. 3 зображено часові діаграми вихідних напруг при умові зміни напруги керування від 0 до 15 В при відсутності та наявності С-негатрона відповідно.

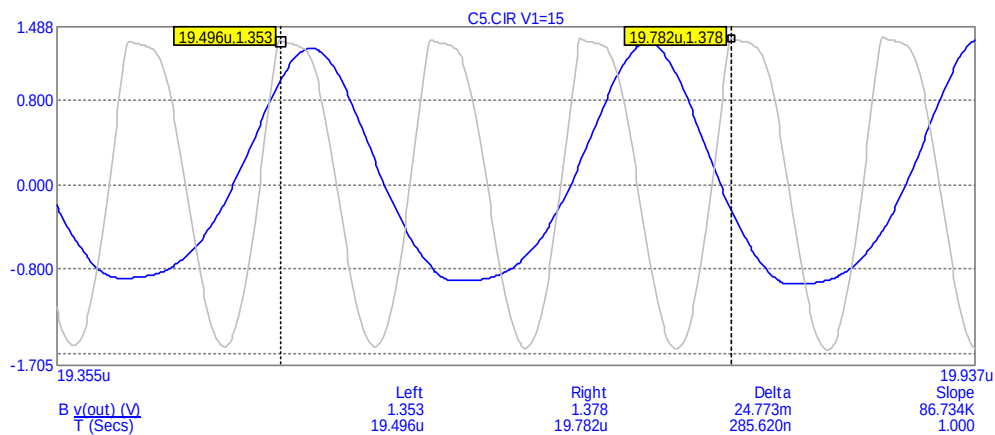


Рис. 2. Часова діаграма напруги на виході генератора без С-негатрона

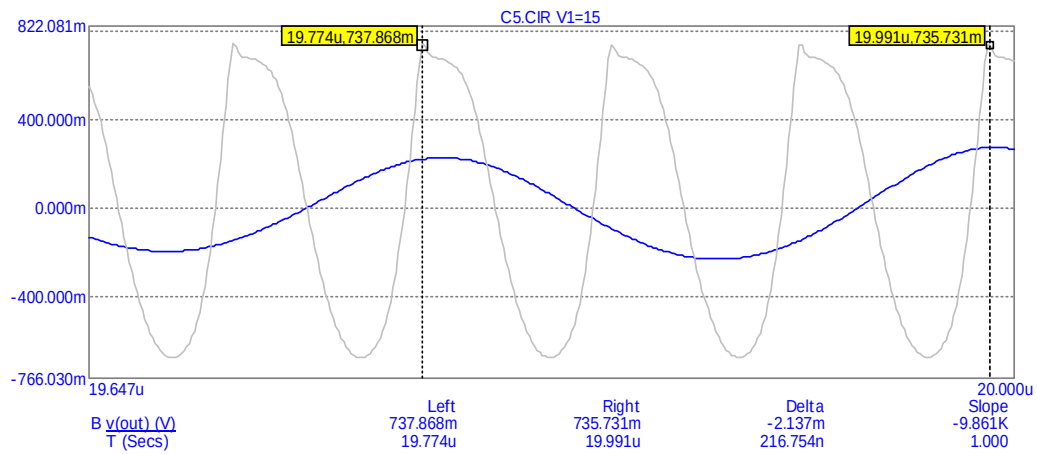


Рис. 3. Часова діаграма напруги на виході генератора при наявності С-негатрона

Дослідження електрично керованого генератора прямокутних імпульсів на С-негатроні

Схема електрично керованого генератора прямокутних імпульсів на С-негатроні наведена на рис.

2.

Пристрій працює наступним чином. На тригері Шмітта 2 зібраний генератор прямокутних імпульсів, що знімаються з клемі 3. Частота імпульсів визначається резистором 1 і сумарною ємністю варикапа 12 та С-негатрона, який реалізовано на інверторах 9 і 11. Рівень напруги сигналу, що поступає на вхід першого інвертора 9, підвищується за допомогою першого джерела напруги зміщення 13. Перший інвертор підсилює сигнал, рівень якого знову підвищується до потрібного за допомогою другого джерела напруги зміщення 14. Сигнал поступає на вхід другого інвертора 11, за допомогою якого підсилюється, після чого через третю ємність 5 надходить на вхід першого інвертора. Напруга керування на варикап подається з клемі 6 через перший резистор 7. Ємності 4, 8, 10 – розділові. Загальна шина 15 служить заземленням. Джерела напруги зміщення 13 і 14 задають активний режим роботи інверторів 9 та 11, причому вони мають підсилення K_1 та K_2 .

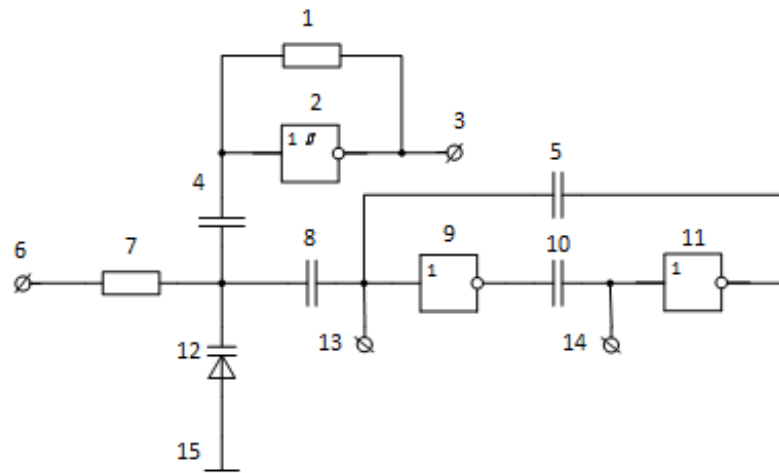


Рис. 4. Схема електрично керованого генератора прямокутних імпульсів на С-негатроні

Коефіцієнт підсилення схеми:

$$K = K_1 * K_2.$$

Третя ємність включена у коло зворотного зв'язку, при цьому на вході схеми одержується від'ємна ємність:

$$C_{ex} = -K * C_5,$$

де K - коефіцієнт підсилення схеми, C_5 – третя ємність 5.

Частота сигналу визначається за формулою:

$$\omega = \frac{1}{RC_{\Sigma}},$$

де R – опір резистора 1, C_{Σ} – сумарна ємність варикапа 12 і C -негатрона, який реалізовано на інверторах 9 та 11.

$$C_{\Sigma} = C_V + C^{(-)},$$

де C_V – ємність варикапа 12, $C^{(-)}$ – від'ємна ємність.

Коефіцієнт переналаштування генератора:

$$K_f = \frac{f_{max}}{f_{min}} = K_C,$$

де f_{max} – максимальна частота генерації, f_{min} – мінімальна частота генерації, K_C – коефіцієнт перекриття ємності варикапа 12.

Коефіцієнт перекриття ємності варикапа 12:

$$K_C = \frac{C_{max}}{C_{min}},$$

де C_{max} – максимальна ємність варикапа 12, C_{min} – мінімальна ємність варикапа 12.

При підключенні від'ємної ємності коефіцієнт переналаштування становить:

$$K_C' = \frac{C_{max} + C^{(-)}}{C_{min} + C^{(-)}},$$

так як $C^{(-)} < 0$, то $K_C' > K_C$.

Тому коефіцієнт переналаштування генератора збільшиться:

$$K_f' > K_f.$$

Висновки

Як показали експериментальні дослідження, при реалізації першої схеми на варикапі BB207, транзисторах BF256A, BF550 і BF840 частота генерації становила від 4,7 до 10,7 МГц без C -негатрона, та від 4,6 МГц до 14,7 МГц при наявності C -негатрона, тобто коефіцієнт переналаштування збільшився в 1,4 рази. При реалізації другої схеми на варикапі BB119, тригері Шмітта CD40106B та інверторах CD4007 частота генерації становила від 916 кГц до 2,7 МГц, коефіцієнт переналаштування цієї схеми порівняно із прототипом став більшим у 2,1 рази.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. 400 новых радиоэлектронных схем. Шрайбер Г. «ДМК пресс», 2001 – 98 с., рис. 6.21
2. Электроника — от теории к практике: Пер. с англ. Фишер Дж. Е., Гетланд Х. Б. М.: Энергия, 1980. — 400 с. «Массовая радиобиблиотека», вып. 1023

Олександр Олександрович Лазарєв – кандидат технічних наук, доцент кафедри електроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця;

Антон Ігорович Романько — студент групи РАп-136, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: anthonypalmer1341@gmail.com.

Alexander A. Lazarev - Ph.D., assistant professor of electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia;

Anton I. Roman'ko - Faculty of infocommunications, electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: anthonypalmer1341@gmail.com.

Пристрій для дослідження багатоемітерних інтегральних транзисторів

Вінницький національний технічний університет,
кафедра електроніки та наносистем

Анотація: В даній статті розглянуто особливості багатоемітерних інтегральних транзисторів. Розроблено пристрій для дослідження багатоемітерних інтегральних транзисторів.

Ключові слова: наука; точність; швидкодія; надійність.

Device for the study of integrated battleship transistors

Abstract: In article features of integrated battleship transistors. Developed device for the study of integrated battleship transistors.

Keywords: science; precision; performance; reliability

Розроблено пристрій для дослідження багатоемітерних інтегральних транзисторів, який передбачається використовувати в лабораторному практикумі з дисципліни «Твердотільна електроніка». Багатоемітерні транзистори є важливою складовою сучасної цифрової схемотехніки, а саме, транзисторно-транзисторної логіки (ТТЛ). Стенд дає можливість досліджувати основні характеристики багатоемітерних транзисторів (як статичні, так і динамічні), визначати параметри цих приладів. Багатоемітерний транзистор (БЕТ) являє собою інтегральний елемент, який має декілька (до 8) емітерних переходів. БЕТ у мікросхемах ТТЛ вмикають на вході, реалізуючи при цьому функцію діодної схеми І (рис. 1,а). Умове позначення БЕТ наведено на рис. 1.б [1].

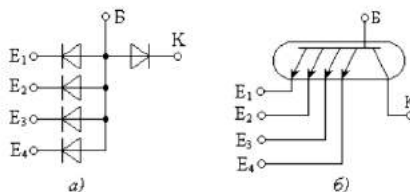


Рис.1. Багатоемітерний транзистор: а – діодна схема І – еквівалент БЕТ; б – умове позначення.

Окрім дослідження основного елемента (багатоемітерного транзистора) розроблений пристрій надає можливість досліджувати параметри відповідних пристроїв транзисторно-транзисторної логіки, зокрема, логічного елемента з відкритим колектором (рис.2).

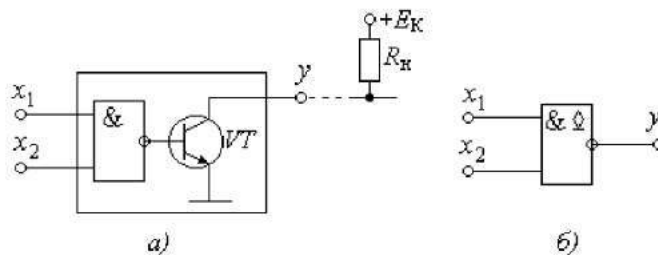


Рис.2. Логічний елемент з відкритим колектором:
а – спрощена схема; б – умове позначення.

Схема має в своєму складі логічний елемент (в нашому випадку це схема 2І-НІ), вихід якої підключений до бази транзистора VT (рис. 3,а). Колектор транзистора є виходом у. Такий вихідний каскад (без опору навантаження в колекторному колі) не може сам собою сформувати на виході у високий рівень напруги. Для цього до виходу у зовнішнім монтажем підключається опір R_n , який носить назву підтягуючого. Замість резистора R_n можна підключати будь-яке зовнішнє навантаження: реле, світлодіод тощо. Логічні елементи з відкритим колектором дозволяють підводити до вихідного транзистора напругу $E_k = 30$ В. За допомогою логічних елементів з відкритим колектором можна збільшувати кількість входів[2].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Титце У. Полупроводниковая схемотехника: справоч. руководство. /У. Титце, К. Шенк. – М.: Мир, 1982. – С. 106 – 115.
2. Хоровиц П. Искусство схемотехники / П. Хоровиц, У. Хилл – М.: Мир, 1983 – Т.1 – С. 508 – 518.

Осадчук Дмитро Васильович — студент групи МЕ-13б, факультет інфокомунікацій радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: me13b.osadchuk@gmail.com;

Науковий керівник: **Кравченко Юрій Степанович** — док. техн. наук, професор кафедри електроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Dmitro Osadchuk — student of ME-13b, Department of infocommunications, electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: me13b.osadchuk@gmail.com;

Supervisor: Yuri S. Kravchenko — Doctor (Eng), Professor of electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa.

ПРИСТРІЙ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Вінницький національний технічний університет;
кафедра електроніки та наносистем

Анотація

Розроблено електронний пристрій вимірювання параметрів навколишнього середовища, який володіє автономною роботою та модулем пам'яті. Встановлено, що використання технологій запису на SD-карту забезпечить високий рівень контролю параметрів навколишнього середовища: вологість, тиск, температура.

Ключові слова: вимірювання, температура, вологість, тиск, середовище, точність.

Abstract

There is designed the electronic device measuring environmental parameters, which has autonomy and memory modules. There is established that the using SD-card's recording technologies provides a high level control of the parameters such as temperature, pressure and humidity.

Keywords: measurement, temperature, humidity, pressure, environment, accuracy.

Вступ

Розвиток технічного прогресу сприяв розробці пристроїв вимірювання параметрів навколишнього середовища на основі різноманітних простих сенсорів та механічних самописців [1], які широко використовувалися у геологічних дослідженнях, міському та сільському господарствах. Конструктивні особливості та технічні характеристики яких залежали від сфери застосування та поставлених задач. Сучасні системи моніторингу повинні задовольняти таким вимогам, а саме мати: високу точність визначення вимірюваних величин, високу швидкість, мінімальний вплив роботи одних сенсорів на роботу інших, просту конструкцію і низьку вартість.

Метою роботи є забезпечення збереження вимірюваних параметрів в режимі реального часу на цифровому носії. Тому для розробки обрано пристрій вимірювання параметрів навколишнього середовища, який передбачає поточну передачу даних про стан навколишнього середовища та збереження їх за допомогою SD-модуля.

Результати дослідження

Принцип визначення параметрів заснований на вимірюванні за допомогою аналогових та цифрових сенсорів. Інформація цифрового чи аналогового вигляду може бути виміряна аналоговим пристроєм і потім бути опрацьована і перетворена в прийнятний вигляд за допомогою різних алгоритмів в залежності від типу сенсора.

На сьогодні відомі два основних способи моніторингу параметрів навколишнього середовища: пасивний моніторинг та активний. Пасивний моніторинг передбачає запис даних в енергонезалежну пам'ять мобільного терміналу. Зчитування даних може відбуватись в час відведений для перевірки декілька разів на добу [2].

Активний моніторинг передбачає поточну передачу даних про стан об'єктів через канали зв'язку.

За сучасного розвитку SD-модулів, які набули широкого розповсюдження, найбільш ефективним є варіант пасивного моніторингу параметрів навколишнього середовища за допомогою сенсорів та обробки отриманих сигналів за допомогою мікроконтролера, який дає змогу опрацьовувати сигнали в режимі реального часу та зберігати на носій з прив'язкою до часу [3].

Розроблено електронний пристрій вимірювання параметрів навколишнього середовища на основі мікроконтролера Atmega32 [3], схему якого подано на рис. 1.

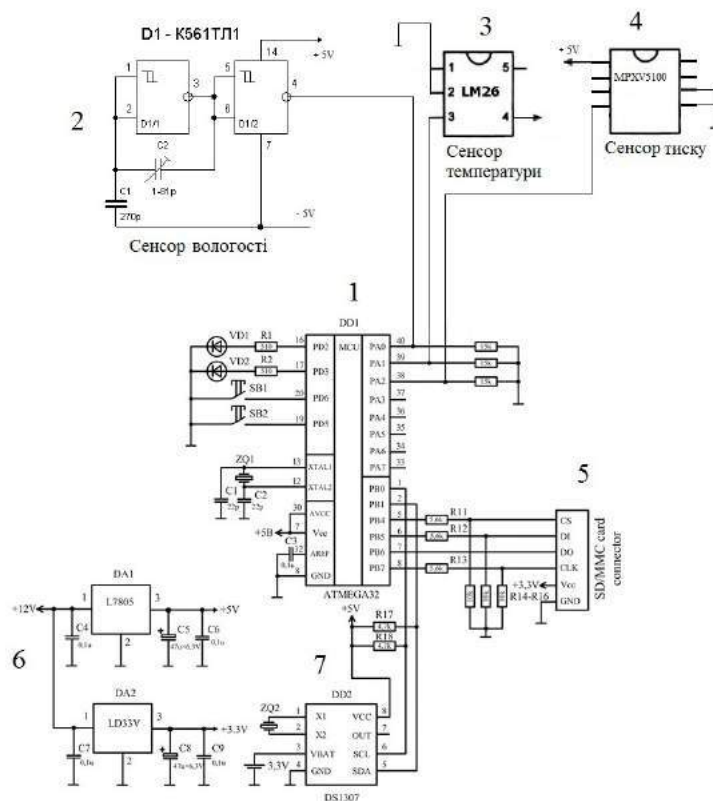


Рис. 1. Пристрій вимірювання параметрів навколишнього середовища на основі мікроконтролера Atmega32

Система містить мікроконтролер 1, який сполучено із сенсором вологості 2, сенсором температури 3 та сенсором тиску 4. До мікроконтролера 1 під'єднано SD-модуль 5, систему стабілізації напруги 6 та годинник реального часу 7. Дані з сенсорів 2, 3, 4 у вигляді напруги подаються на входи АЦП мікроконтролера 1, де обробляються і сортуються відповідно до дати і часу показника годинника реального часу 7.

Отримані дані кодуються та оцифровуються і передаються на SD-модуль 5, який зберігає їх на SD-карті. SD-карту зручно зчитувати за допомогою комп'ютера і переносити дані та переглядати їх у вигляді графіків для наочності.

Висновки

Розроблено електронний пристрій вимірювання параметрів навколишнього середовища на основі мікроконтролера Atmega32, який володіє автономною роботою та модулем пам'яті.

Встановлено, що найбільш ефективним є варіант пасивного моніторингу параметрів навколишнього середовища за допомогою сенсорів та обробки отриманих сигналів за допомогою мікроконтролера. Запропонований підхід дозволяє підвищити точність вимірюваних величин, швидкодію та звести до мінімуму вплив роботи одних сенсорів на роботу інших.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Лукьянов Д. П. Микромеханические навигационные приборы : учебн. пособие / Лукьянов Д. П., Распопов В. Я., Филатов Ю. В. – СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2008. – 48 с.
2. Виды регистрирующих устройств и принцип их действия. [Електронний ресурс]//. – Режим доступу: http://studopedia.ru/16_93946_vidi-registriruyushchih-ustroystv-i-printsip-ih-deystviya.html
3. Бойко І. В. Мікропроцесори та мікроконтролери / В. І. Бойко – К.: Вища шк., 2004. – 399 с.

Владислав Юрійович Худаско — студент групи ЕП-13б, Факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vladislavhudasko@mail.ru;

Науковий керівник: **Людмила Вікторівна Крилик** — канд. техн. наук, доцент кафедри електроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Vladyslav Khudasko — student of EP-13b, Department of infocommunications, electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vladislavhudasko@mail.ru;

Supervisor: Lyudmila V. Krylik — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa.

ВИКОРИСТАННЯ РЕАКТИВНОГО ОПОРУ ЯК ДОДАТКОВОГО ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ ЕЛЕКТРОМОТОРА

¹ Вінницький національний технічний університет;

Анотація

В роботі розглянуто використання енергії електромагнітного поля та метод отримання додаткового джерела енергії електромотора на основі використання реактивного опору

Ключові слова: реактивний опір, електромагнітне поле, енергія, ККД електромотора.

Abstract

The use of the electromagnetic field energy and method of receipt of additional energy of electromotor source are considered on the basis of the use of reactance

Keywords: reactance, electromagnetic field, energy, electromotor coefficient of efficiency.

Вступ

На даний час все більшого значення набуває пошук нових альтернативних джерел енергії. Сонячна енергетика, вітрова та енергія розкладання води на водень на сьогоднішній день мають низький ККД та високу вартість їх складових. Тому увагу було зупинено на енергії електромагнітного поля, використання якої на даний час ще недостатньо вивчено.

Мета роботи: отримання додаткового джерела енергії електромотора на основі використання реактивного опору.

Результати дослідження

Як відомо, принцип роботи електродвигуна схожий до котушки індуктивності. При проходженні струму через котушку індуктивності в ній з'являється реактивний опір, тобто загальний опір (Z) є сумою активного і реактивного опору $Z=R+iX_L$.

До цього часу реактивний опір вважався лише паразитним явищем. Але завдяки уявності одиниці «і» перед реактивним опором, рівняння повного опору, будучи рівнянням першого порядку, буде мати періодичні розв'язки. Тобто використання індуктивності з іншими елементами електричного ланцюга в одному контурі, створює умови для використання реактивного опору як додаткового джерела енергії. А це в свою чергу приводить до зменшення струму споживання електромотора від зовнішнього джерела. Причому зменшення потужності електродвигуна не відбувається.

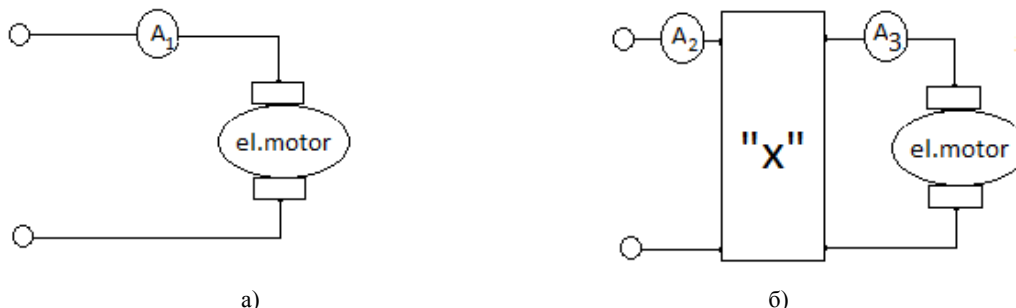


Рис. 1. Схематичне зображення роботи електромотора без «х-фактора» (а) та з «х-фактором» (б)

Включення в схему «х-фактора» дає змогу зменшити струм споживання електромотора з мережі – I_2 , причому струм самого двигуна $I_3=I_1$ – тобто потужність двигуна не зменшується (рис. 2).

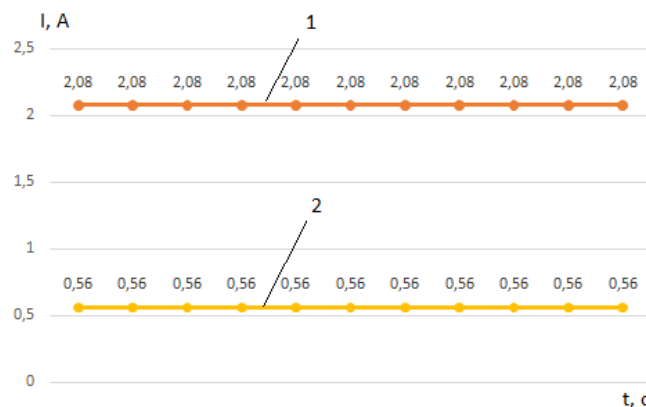


Рис. 2. Залежність струму споживання електромотора з мережі від часу роботи в режимі холостого ходу: 1 – струм споживання (I_1) електромотора без включення «Х-фактора», 2 – струм споживання (I_2) електромотора з включеним «Х-фактором», ($I_3=I_1$)

Висновок

1. В результаті проведення експерименту вдалось зменшити струм споживання електромотора, від зовнішнього джерела у 3,5-3,8 раза в режимі холостого ходу та в 1.2 раза в режимі максимального навантаження, при одночасному збереженні потужності у внутрішньому електричному колі. Що аналогічно збільшенню ККД електромотора в 3,5 раза.
2. В результаті було використано на 70% менше енергії, що дає змогу в 3,5 раза довше працювати електромотору, при тих же затратах енергії.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Данилов И.А., Иванов П.М., Общая электротехника с основами электроники. – М: Высшая школа, 1989.
2. Осадчук В.С. Реактивні властивості транзисторів і транзисторних схем / Осадчук В.С., Осадчук О.В. –Вінниця: «Універсум-Вінниця», 1999. –275с. ISBN 966-7199-67-3.
3. Осадчук В.С. Функціональні вузли радіовимірювальних приладів на основі реактивних властивостей транзисторних структур з від'ємним опором / Осадчук В.С., Осадчук О.В., Семенов А.О., Коваль К.О. – Вінниця: ВНТУ, 2011. – 336с. ISBN 978-966-641-405-5.

Жагловська Олена Миколаївна — канд. техн. наук, ст. викладач кафедри електроніки та наносистем, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця.
Мартинюк Володимир Валерійович — канд. техн. наук, доцент кафедри електроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Zhaglovskaya Olena M. — Cand. Sc. (Eng), Senior lecturer of electronics and nanosystems chair, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Department of Radio Engineering, Communications and Instrumentation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Martuniyuk Volodumir V.— Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of electronics and nanosystems chair, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, Department of Radio Engineering, Communications and Instrumentation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

ПАСИВНИЙ ПРИСТРІЙ ПЕРЕТВОРЕННЯ НВЧ У ДВІЙКОВИЙ КОД

¹ Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропонований пасивний пристрій перетворення НВЧ у двійковий код, побудований на основі ефекту стоячої хвилі при неузгодженні хвильового опору і опору навантаження, який реалізує перетворення НВЧ у двійковий код за допомогою використання відрізків лінії передачі різних довжин.

Ключові слова: пристрій перетворення, неузгодження опорів, стояча хвиля, перетворення частоти у двійковий код.

Abstract

The passive UHF conversion device in binary code built on the basis standing wave effect provided by the mismatch of wave resistance and load resistance is offered. This device implements frequency conversion in binary code by using a transmission line segments of different lengths.

Keywords: conversion device, mismatch resistance, standing wave, frequency conversion in binary code.

Вступ

На сьогодні вже розроблена значна кількість логічних елементів та схем, які називаються імітансними, так як використовують у якості інформаційного параметра імітанс [1, 2]. Такі схеми використовують ефект стоячої хвилі, який виникає при неузгодженні хвильового опору і опору навантаження, і здійснюють логічні операції на несучій частоті сигналу. Перевагами таких схем є висока швидкодія і енергоефективність [3].

Однак в якості змінної величини у таких елементах може бути не тільки імітанс, але і частота сигналу та довжина відрізка лінії передачі. Використання цих параметрів відкриває нові можливості у побудові імітансних цифрових схем, зокрема побудови пасивного пристрою перетворення НВЧ у двійковий код. Зважаючи на відсутність розробок у даному руслі, метою роботи є теоретичне обґрунтування роботи схеми пасивного пристрою перетворення НВЧ у двійковий код.

Результати дослідження

У якості вхідного інформаційного параметру пасивного пристрою перетворення НВЧ у двійковий код використовується частота синусоїдального сигналу, а в якості вихідного інформаційного параметру - значення амплітуди стоячої хвилі напруги на вихідній клемі.

Робота пасивного пристрою перетворення НВЧ у двійковий код ґрунтується на використанні ефекта стоячої хвилі при неузгодженні хвильового опору Z_0 відрізка лінії передачі навантажень і активного опору R резистора навантаження. При неузгодженні відбувається відбивання хвилі сигналу від резистору навантаження і накладання відбитої і падаючої хвилі, в результаті чого утворюється стояча хвиля. Для роботи пристрою перетворення у якості опору навантаження використовується опір $R < Z_0$, оскільки він забезпечує більшу амплітуду напруги на виході схеми. При виборі опору навантаження $R = 5 \text{ Ом}$, а хвильового опору $Z_0 = 50 \text{ Ом}$ коефіцієнт стоячої хвилі буде мати значення 10, що забезпечує різницю мінімуму і максимуму амплітуд стоячої хвилі напруги у 10 раз, що є достатнім.

Змінюючи довжину відрізка лінії передачі, можемо отримати високий або низький рівень напруги, що може відповідати логічному «0» або «1». Межі логічних рівнів рівнів оберемо для логічної «1»:

$$U_{in} / U_{out} \geq 0.7, \quad (1)$$

для логічного «0»:

$$U_{in}/U_{out} \leq 0.3. \quad (2)$$

За результатами досліджень були обрані довжини відрізків лінії передачі, які для частоти 1 ГГц відповідають довжинам λ , $\lambda/2$, $\lambda/4$ і $\lambda/8$, та частоти 1.3, 1.5, 2, 3 та 4 ГГц. Результати досліджень згідно з формулами (1, 2) представлені у таблиці 1:

Таблиця 1 – Кодові комбінації пасивного пристрою перетворення НВЧ у двійковий код.

№	Частота сигналу (ГГц)	Довжина відрізка (для 1 ГГц)			
		λ	$\lambda/2$	$\lambda/4$	$\lambda/8$
1.	1.3	0.952 «1»	0.811 «1»	0.892 «1»	0.854 «1»
2.	1.5	0.1 «0»	1.0 «1»	0.711 «1»	0.925 «1»
3.	3.0	0.1 «0»	0.1 «0»	0.1 «1»	0.711 «1»
4.	2.0	0.1 «0»	0.1 «0»	0.1 «0»	1.0 «1»
5.	4.0	0.1 «0»	0.1 «0»	0.1 «0»	0.1 «0»

При заданих умовах маємо 5 унікальних кодових комбінацій.

Таким чином, можливий варіант реалізації пасивного пристрою перетворення НВЧ у двійковий код виглядає таким чином:

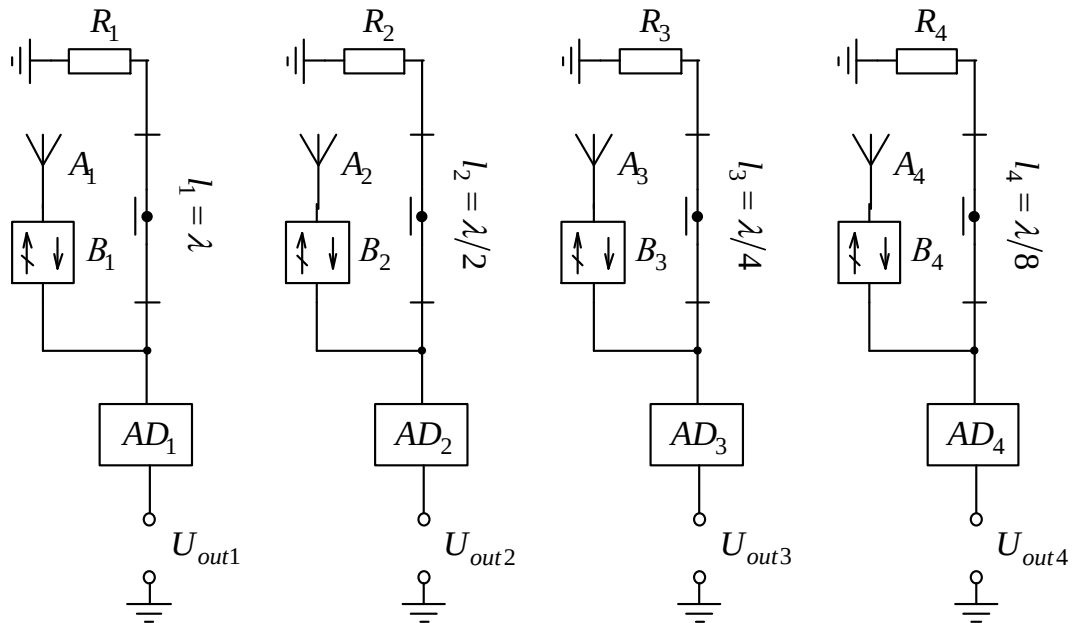


Рис. 1 – Принципова схема реалізації пасивного пристрою перетворення НВЧ у двійковий код

На рис. 1 $R_1 - R_4$ - резистори навантаження, що мають опір 5 Ом, $l_1 - l_4$ - відрізки лінії передачі з заданими довжинами, $A_1 - A_4$ - антени, $B_1 - B_4$ - вентиля, які запобігають повернення відбитої хвилі у антену, $AD_1 - AD_4$ - амплітудні детектори, $U_{out1} - U_{out4}$ - вихідні клеми.

Принцип роботи пасивного пристрою перетворення НВЧ у двійковий код полягає у наступному: на антени $A_1 - A_4$ подається електромагнітна хвиля певної частоти і амплітуди, яка через вентиля $B_1 - B_4$ проходить по відрізках $l_1 - l_4$ лінії передачі. В наслідок неузгодження хвильових опорів відрізків $l_1 - l_4$ лінії передачі і опорів резисторів навантаження $R_1 - R_4$ відбувається утворення стоячої хвилі. В залежності від довжини відрізків $l_1 - l_4$ амплітудні детектори $AD_1 - AD_4$ знімають значення амплітуди напруги стоячої хвилі, які подаються на виходи схеми $U_{out1} - U_{out4}$ і утворюють кодові комбінації згідно таблиці 1.

Перевагами пасивного пристрою перетворення НВЧ у двійковий код є відсутність потреби у модуляції вхідного сигналу, так як пристрій працює з синусоїдальними сигналами, а також відсутність активних елементів, тому пристрій не потребує джерела живлення для роботи.

Висновки

В результаті роботи проведене теоретичне обґрунтування роботи і запропонована схема 4-розрядного пасивного пристрою перетворення НВЧ у двійковий код. При використанні обраних частот від 1.3 до 4 ГГц та довжин відрізків ліній передач, що відповідають λ , $\lambda/2$, $\lambda/4$ і $\lambda/8$ для частоти 1 ГГц, маємо 5 унікальних кодових комбінацій. Пристрій не потребує джерела живлення і модуляції вхідних сигналів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Филинук Н.А. Моноиммитансные логические RLC-элементы / Н.А. Филинук, Л.Б. Лищинская, Е.В. Войцеховская, В.П. Стахов // Вісник Хмельницького національного університету, № 3. – 2015р. – с.117-121.
2. Microwave imittance logical elements / L.B. Lishchynska, N.A. Filinyuk, R.Y. Chekhmestrouk, Y.S. Rozhkova – 22st International Crimean Conference: Microwave and Telecommunication Technology, CriMiCo 2012. – Sevastopol, Ukraine. – 10-14 September 2012. - P. 137-138.
3. Иммитансные логические элементы и устройства : монография / Н. А. Филинук, Л. Б. Лищинская, А. А. Лазарев и др. ; под общей ред. Н. А. Филинука. – Винница : ВНТУ, 2016. – 188 с.
4. Малушков Г.Д. Антенны и устройства сверхвысоких частот. Часть 1. Линии передачи и устройства сверхвысоких частот / Г. Д. Малушков // М.: МИРЭА, 1973. — 264 с.

Йосип Йосипович Білінський – д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри електроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Володимир Петрович Стахов – аспірант кафедри ЕНС, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: vladstakhov@mail.ru.

Yosyp Y. Bilynsky – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Chair of Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Volodymyr P. Stakhov – postgraduate student of Department of Electronics and Nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: vladstakhov@mail.ru.

ІНДУКТИВНИЙ НЕГАСЕНСОР З ЧАСТОТНИМ ВИХОДОМ

¹ Вінницький національний технічний університет;**Анотація**

Запропоновано якісно новий принцип реалізації індуктивного сенсора з частотним виходом, в якому за рахунок введення в схему L-негатрона, що має від'ємне значення диференційної індуктивності, досягатиметься підвищення відносної чутливості, надійності та точності вимірювання.

Ключові слова: індуктивний сенсор з частотним виходом, чутливість, точність, L-негатрон.

Abstract

An implementation of a new principle of inductive sensors with frequency output, which due to the introduction of the scheme of L-negatron that is negative differential inductor achieved relative increase sensitivity, reliability and accuracy of measurement.

Keywords: inductive sensor with frequency output, sensitivity, accuracy, L-negatron.

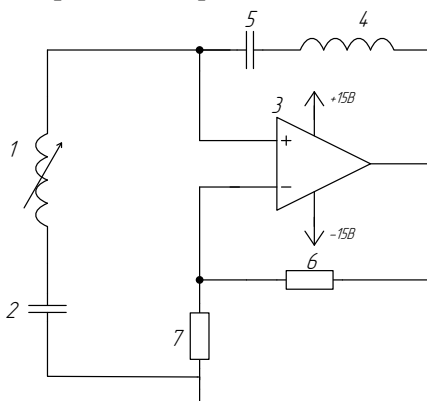
Вступ

Технічні параметри інформаційних систем та систем керування значною мірою визначаються пристроями, що входять до їхнього складу. Ефективність цих пристроїв залежить від використаної елементної бази [1].

Метою роботи є розробка схеми індуктивного сенсора з частотним виходом у якому за рахунок введення в схему L-негатрона, що має від'ємне значення диференційної індуктивності досягається збільшення точності вимірювання в результаті збільшення чутливості [2].

Результати дослідження

Індуктивний негасенсор, який зображений на рисунку 1, складається з зовнішньої котушки індуктивності 1 (індуктивність первинного вимірювального перетворювача), яка послідовно з'єднана з конденсатором 2, що утворюють коливальний контур. Послідовно до коливального контуру підключений L-негатрон, який реалізовано на операційному підсилювачі 3, котушці індуктивності 4, розділовій ємності 5 та резисторі 6, що визначає коефіцієнт інверсії.



Основні параметри сенсора: частота вихідного сигналу (резонансна частота контуру) f_0 , абсолютна $S(f_0, L_x)$ та відносна $S_{L_x}^{f_0}$ чутливості.

Параметри індуктивного сенсора:

$$\omega_0 = 2 \cdot \pi \cdot f_0 = \frac{1}{\sqrt{L_x \cdot C}}; \quad (1)$$

$$S(\omega_0, L_x) = \frac{\partial \omega_0}{\partial L_x} = \frac{\omega_0}{2L_x}; \quad (2)$$

$$S_{L_x}^{f_0} = \frac{\partial \omega_0}{\partial L_x} \frac{L_x}{\omega_0} = \frac{1}{2} \quad (3)$$

Ввівши послідовно до коливального контуру від'ємну індуктивність $L^{(-)}$ L-негатрона, параметри негасенсора будуть визначатись наступними виразами:

$$\omega''_0 = 2 \cdot \pi \cdot f''_0 = \frac{1}{\sqrt{L_{\Sigma 2} \cdot C}}, \text{ де } L_{\Sigma 2} = L_x + L^{(-)}; \quad (4)$$

У колі можливий резонанс, якщо $L_{\Sigma 2} > 0$, тобто якщо $L_x > |L^{(-)}|$

$$S(\omega''_0, L_x) = \frac{\omega''_0}{2(L_x + L^{(-)})}; \quad (5)$$

$$S_{L_x}^{\omega''_0} = -\frac{L_x}{2(L_x + L^{(-)})} \quad (6)$$

З отриманих результатів видно, що послідовне включення від'ємної індуктивності призводить до збільшення чутливості сенсора. Від'ємна диференціальна індуктивність може бути реалізована як за рахунок фізичних процесів – фізичні L-негатрони, так і схемотехнічно – схемотехнічні аналоги L-негатронів [1]. Активний опір котушки індуктивності перетворюється в від'ємний активний опір, наявність якого дозволяє забезпечити режим автогенерації, відмовившись від використання схеми зовнішнього автогенератора.

Висновки

Встановлено, що за рахунок введення L-негатрона в схему індуктивного сенсора з частотним виходом збільшується чутливість сенсора та забезпечується режим автогенерації, який дозволяє відмовитись від використання зовнішнього генератора сигналів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Філінюк М. А. LC-негатрони та їх застосування. / Филинюк М. А., О.О. Лазарєв, О. В. Войцеховська; Вінницький національний технічний ун-т. – Вінниця : ВНТУ, 2012 – 307с. – ISBN 978-966-641-452-9.
2. Лазарєв О. О. Дослідження стійкості та чутливості елементів автоматики на базі негатронів : дис. ... канд. техн. наук / Лазарєв Олександр Олександрович. – Вінниця, 2003. – 246 с.

Явтухівський Василь Андрійович — студент групи ЕЗ-16мі, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: my_pk_office@ukr.net

Ковалиук Олександр Миколайович — студент групи ЕЗ-16мі, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Науковий керівник: **Лазарєв Олександр Олександрович** — канд. техн. наук, доцент кафедри електроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Yavtuhiskyi Vasyl A. — Department of infocommunications, electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : my_pk_office@ukr.net

Kovaliuk Olexsandr M — Department of infocommunications, electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Supervisor: **Lazarev Olexsandr O.** — Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

ІНДУКТИВНИЙ НЕГАСЕНСОР МОСТОВОГО ТИПУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

В роботі розроблений та досліджений індуктивний негасенсор мостового типу на L-негатроні. L-негатрон схемотехнічно реалізований на перетворювачі від'ємного опору на основі операційного підсилювача.

Ключові слова: індуктивний негасенсор, L-негатрон, відносна чутливість.

Abstract

Inductive negasensor bridge-type on L-negatron developed and investigated in this work. The circuitry L-negatron implemented on negative resistance converters based on operational amplifier

Keywords: inductive negasensor, L-negatron relative sensitivity.

Вступ

Одним з перспективних шляхів підвищення ефективності елементів та пристроїв інформаційних систем є використання нової елементної бази, зокрема L-негатронів. L-негатронами називають електронні прилади, що в деякому режимі роботи мають від'ємне значення диференційної індуктивності.

Індуктивні сенсори застосовуються як первинні джерела інформації для систем автоматичного управління технологічними процесами та для безконтактного виявлення металевих об'єктів, тому набули широкого використання [1].

Метою даного дослідження виступає підвищення чутливості індуктивного сенсора за рахунок використання від'ємної індуктивності L-негатрона.

Результати дослідження

Індуктивний негасенсор мостового типу складається з вимірювального моста, виконаного на двох баластних резисторах однакового номіналу, котушки індуктивності та на індуктивності первинного вимірювального перетворювача послідовно до якої підключений L-негатрон, що схемотехнічно реалізований на перетворювачі від'ємного опору на операційному підсилювачі (рис. 1).

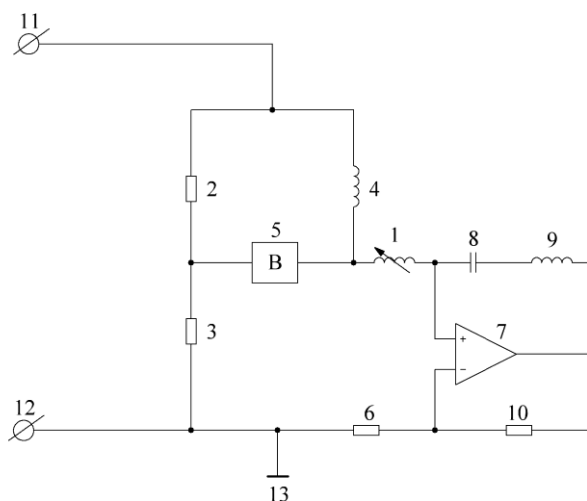


Рисунок 1 – Індуктивний негасенсор мостового типу

Змінна відносної чутливості індуктивного сенсора при введенні L-негатрона:

$$\frac{S_2}{S_1} = \frac{(R - \omega \cdot L_x) \cdot (L^{(-)} + L_x)}{L_x(L^{(-)} - R + \omega \cdot L_x)} \quad (1)$$

Аналіз виразу (1) показує, що відносна чутливість індуктивного негасенсора буде більшою за виконання умови $(R - L_x \cdot \omega) \cdot (L^{(-)} + L_x) > |L_x \cdot (L^{(-)} - R + \omega \cdot L_x)|$ [2].

Індуктивний негасенсор мостового типу працює наступним чином. Вхідний сигнал з першої та другої вхідних клем подається на вимірювальний міст, утворений третім та четвертим резистором, а також першою індуктивністю та індуктивністю первинного вимірювального перетворювача, послідовно до якої підключено L-негатрон, що реалізований на операційному підсилювачі. Вихідний сигнал знімається на вимірювальному блоці, який підключається в діагональ вимірювального моста. Друга індуктивність вмикається в коло додатного зворотного зв'язку операційного підсилювача і перетворюється у від'ємну індуктивність L-негатрона (приладу, що має від'ємне значення диференційної індуктивності). Другий та перший резистори - це резистори від'ємного зворотного зв'язку, які задають коефіцієнт підсилення операційного підсилювача. Дана схематична реалізація індуктивного негасенсора мостового типу дозволяє підвищити чутливість, що підтверджується математичними розрахунками.

Висновки

Таким чином розроблено математичну модель індуктивного негасенсора мостового типу, яка враховує від'ємну індуктивність L-негатрона, що послідовно включено до індуктивності первинного індуктивного перетворювача. Включення в схему L-негатрона підвищує відносну чутливість до чотирьох разів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Філінюк М. А. LC-негатрони та їх застосування. / Філінюк М. А., О.О. Лазарєв, О. В. Войцеховська; Вінницький національний технічний ун-т. – Вінниця : ВНТУ, 2012 – 307с. – ISBN 978-966-641-452-9.
2. Пат. 46278 Україна, МПК G01R 27/28. Індуктивний негасенсор / М. А. Філінюк, О. О. Лазарєв, О. В. Войцеховська, С. В. Мірошникова; заявник і патентовласник Вінницький національний технічний університет. - № u200907613; заявл. 20.07.09; опубл. 10.12.09, Бюл. №23. – 4с.

Явтухівський Василь Андрійович - студент групи ЕЗ-16мі, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: my_pk_office@ukr.net

Ковалиук Олександр Миколайович - студент групи ЕЗ-16мі, факультет інфокомунікацій, радіоелектроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Науковий керівник: **Лазарєв Олександр Олександрович** - канд. техн. наук, доцент кафедри електроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Yavtuhiskyi Vasyl A. - Department of infocommunications, electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: my_pk_office@ukr.net

Kovaliuk Oleksandr M - Department of infocommunications, electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

Supervisor: **Lazarev Oleksandr O.** - Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of Electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

ДОСЛІДЖЕННЯ КУЛЬШОВОГО СУГЛОБА НА ОСНОВІ РЕНТГЕНІВСЬКИХ ЗНІМКІВ

Вінницький національний технічний університет;

Анотація

Представлено контурний детектор рентгенівських зображень для діагностування дисплазії кульшового суглоба. Продемонстровано повний діагностичний процес діагностування дисплазії кульшового суглоба на основі рентгенівського знімку.

Ключові слова: MATLAB, рентгенографія, обробка зображень, фільтрація, ковзне вікно.

Abstract

Presented contour detector X-ray images for diagnosis of hip dysplasia. Demonstrated a complete diagnostic process of hip dysplasia based with x-rays images.

Keywords: MATLAB, radiography, image processing, filtration, sliding window.

Вступ

Проблема захворювання дисплазії кульшового суглоба у немовлят і дітей молодшого віку існує вже велику кількість часу. Основною проблематикою цього питання є не вчасно поставлений діагноз через, те що отримані рентгенівські знімки кульшового суглоба мають низку якісних недоліків, а визначення геометричних параметрів відбувається, як правило, в ручному режимі. Тому попередня обробка рентгенівських зображень кульшового суглоба має важливе значення. Таким чином робота з рентгенівськими знімками не закінчується тільки їх фільтрацією, існує потреба в розробці моделі виділення контуру об'єктів на таких знімках у випадку дисплазії кульшового суглобу, це повинен бути запропонований метод, який зможе дати змогу також програмним шляхом діагностувати дисплазію у дитину, тобто повністю комп'ютеризувати процес рентгенівського діагностування захворювань кульшового суглобу, що в свою чергу призведе підвищення достовірності діагностування дисплазії у дітей. Виходячи з поставленої задачі на перший план виходить розробка методу і засобу оброблення рентгенівських зображень для діагностування захворювань кульшового суглоба дітей

Результати дослідження

Розроблено контурний детектор рентгенівських зображень, що фільтрує, виділяє контур, для подальшої роботи на вхідному рентгенівському зображенні (рис. 1). Детектор передбачає наступні дії:

1. Вибір області зображення для подальшої роботи.
2. Покращення якості та фільтрація обраної області зображення.
3. Виділення контуру об'єкта на робочій області.
4. Використовуючи детектор визначення кутових параметрів малогабаритних об'єктів складної форми діагностувати дисплазію кульшового суглоба за схемою Хільгенрейнера.



Рис. 1 Рентгенівський знімок кульшового суглоба дитини віком 8 місяців

Виходячи з розробленого алгоритму перша дія контурного детектора, вибір області дослідження. Через те, що для діагностування дисплазії кульшового суглоба обрано схему Хільгенрейнера. На рис. 2 зображено вибір ділянки рентгенівського знімку, що використовується для діагностування дисплазії. [1-13]



Рис. 2 Вибір робочої області рентгенівського знімку

Вибір робочої області обумовлюється тим, що працювати повністю з усім зображення займає багато часу, та забирає багато ресурсів, тому простіше зменшити обробку до однієї необхідної області, що дасть змогу зекономити час та ресурси, а й отримати точніший результат.

Отриманий рентгенівський знімок має велику кількість шумів, тому за алгоритмом детектор виконає фільтрацію обраної області зображення для подальшої роботи з нею (рис. 3).

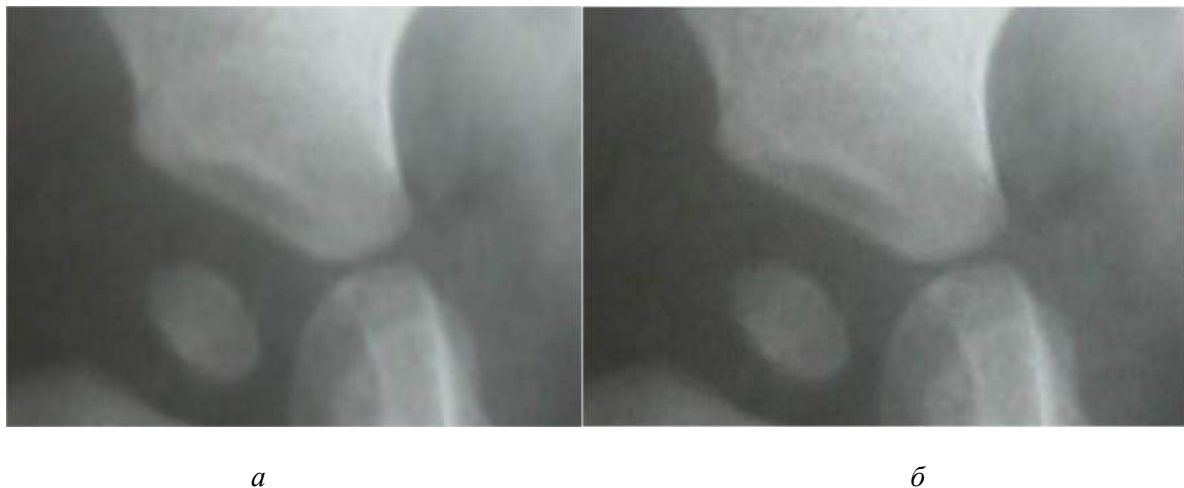


Рис. 3 Результат фільтрації зображення а) фільтроване зображення б) початкове зображення

Для того, щоб відфільтрувати робочу область використовується Фільтр Вінера, який є найбільш ефективним для обробки рентгенівських знімків, на відміну від інших фільтрів, фільтр Вінера не руйнує переходи кольору, що дозволяє підвищувати різкість на зображенні без зайвих додаткових дій та не створювати не існуючі переходи кольору.

Отримане зображення має значно менше шумів та на ньому краще видно переходи між границями кольору, але для виділення контуру цього не є достатньо, тому за розробленим алгоритму необхідно виконати підвищення різкості(рис. 4).

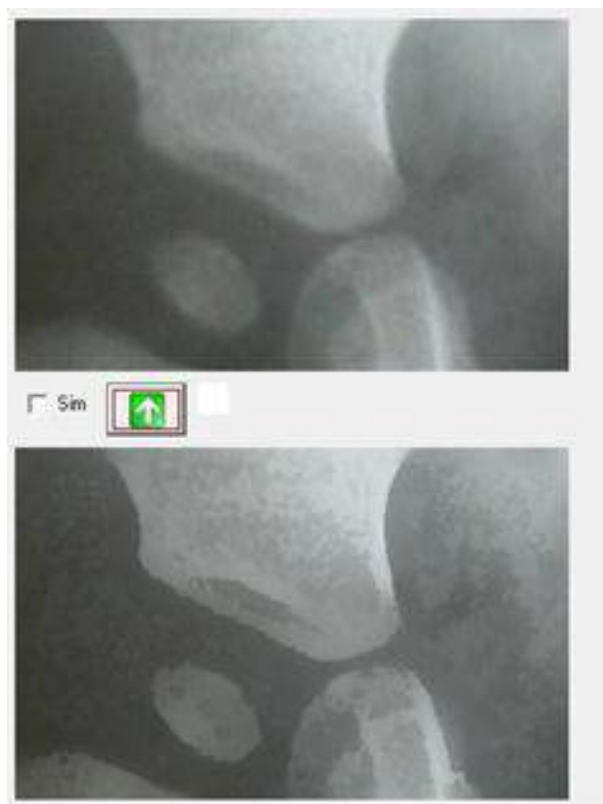


Рис. 4 Підвищення різкості обраної області

Підвищення різкості фільтрованої області зображення виконується для того, щоб не отримати не існуючих контурів на обраній області.

Отримавши зображення з підвищеним значенням різкості наступною дією виконується виділення контуру розробленим методом, дія дасть можливість точного обрахунку необхідного кута дисплазії кульшового суглоба. На рис. 5 зображено робоча область рентгенівського з виділеними контурами за методами

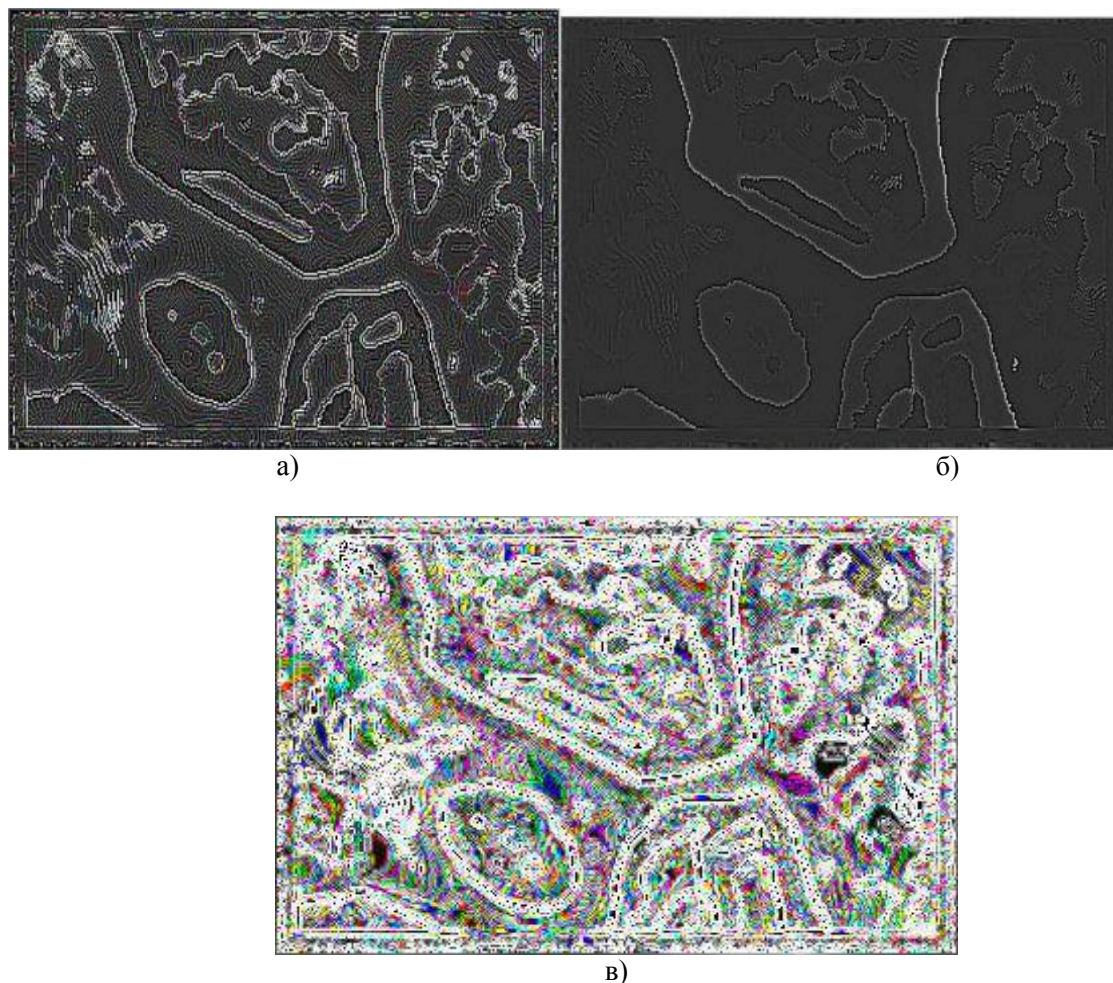


Рис. 5 Виділення контуру зображення а) методом Робертса; б) методом Лапласа; в) методом Собела

Аналіз цих зображень свідчить про те, що контур зображення було виділено, але з отриманого зображення неможливо зробити жодного висновку, також немає можливості виміру кутів між лініями межі зображення

На рис. 6 приведено виділення контуру з використання розробленого метода.



Рис. 6 Виділення контуру зображення з використання запропонованого метода з використанням додаткової фільтрації

Отриманий контур робочої області (рис. 6) з використанням розробленого метода має інший вигляд, контури об'єкта чітко видно, що дозволяє провести через них лінію

Отримавши повністю оброблене зображення з рис. 6 програма контурного детектора запропонує нам вибрати місце проведення лінії заміру кута на зображенні (рис 8).

Для побудови лінії, що визначає кутові параметри об'єкта на рентгенівському зображенні використовувався алгоритм (рис. 7).

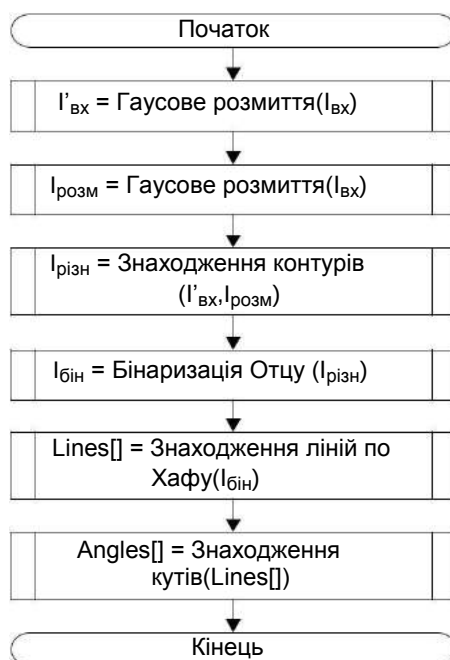


Рис. 7 Блок-схема роботи детектора визначення кутових параметрів малогабаритних об'єктів складної форми



Рис. 8 Вимірювання кута між лініями виділеного контуру

Отримане значення суміжного кута(рис.8), з кутом дисплазії по схемі Хільнергейнера показує наявність незначної дисплазії у дитини. Для лікаря-рентгенолога отримання на стільки точних результатів теперішніх умов є неможливим, тому використання розробленого детектора сприяє підвищенню точності діагнозу, а також збільшує швидкість обробки рентгенівських знімків лікарями.

Висновки

1. Розроблено контурний детектор рентгенівських зображень на основі запропонованого алгоритму. Проведено порівняльний аналіз роботи детекторів на основі методів Робертса, Лапласа та Собела, за розробленим детектором контуру рентгенівських зображень. Встановлено переваги розробленого детектора за рахунок підвищення різкості зображення що дає змогу покращити процес виділення контуру, що дає змогу підвищити ефективність проведення ліній та вимірювання геометричних параметрів.

2. Продемонстровано роботу контурного детектора рентгенівських зображень на прикладі діагностування дисплазії кульшового суглаву шляхом аналізу рентгенівського знімку. Діагностика показала наявність дисплазії.

ЛІТЕРАТУРА

1. Білінський Й.Й. Методи обробки зображення в комп'ютеризованих оптико-електронних системах: монографія, Вінниця: ВНТУ. – 2010. – 272 с.
2. Ядлінський М.І. «Рентгенографія», 2014. – 850 с..
3. Hamashima N., Kato K., Ishizeki T. Optical measurements of half micron critical dimensions // Ibid. – P. 92-99.
4. Тычинский В.П., Морозов И.Н., Папков В.Л. и др. Регистрация субмикронных структур на лазерном автоматическом интерферометре // Письма в ЖЭТФ. – 1989. Т. 15. – № 4. – С. 24-27.
5. Davidson M., Kaufman K., Mazor I. An application of interference microscopy to integrated circuit inspection and metrology // Ibid. – 1987. – Vol. 775. – P. 223-247.
6. Гуральник А.Б. Класифікація методів обробки медико-біологічних зображень // Гуральник А.Б., Білінський Й.Й. // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. Одеса. – 2015. – С 15-16.
7. Лизунов В.Д. // Измерительная техника. – 1980. – № 12. – С. 19.
8. Богданкевич О.В., Календин В.В., Кудеяров Ю.А., Невзорова Л.Н. Линейные измерения в субмикронном диапазоне // Метрологическая служба в СССР. – Вып. 3. – 1987. – С. 31-35.
9. Богданкевич О.В., Желкобаев Ж., Календин В.В., Кудеяров Ю.А., Невзорова Л.Н. Измерение малых длин на основе РЭМ // Измерительная техника. – 1985. – № 11. – С. 31-33.
10. Невзорова Л.Н., Петров В.И., Щитов Н.И. Поверхность. Физика, химия, механика. – 1982. – № 11.
11. Гуральник А.Б., Сухоцька І.В., Білінський Й.Й. Розробка засобу контролю геометричних параметрів малогабаритних об'єктів складної форми // Технологический аудит и резервы производства ISSN 2226-3780. – 2015. – С. 15-20.
12. Binnig G., Rohrer H., Gerber Ch., Weibel E. Tunneling through a controllable vacuum gap // Appl. Phys. Lett. – 1982. – V. 40. – P. 178-180.
13. Гуральник А.Б. Використання середовища MATLAB для попередньої обробки рентгенівських зображень / Гуральник А.Б., Білінський Й.Й. // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. Одеса. – 2015. – С 15-
14. Маслова Н.С., Панов В.И. Сканирующая туннельная микроскопия атомной структуры, электронных свойств и поверхностных химических реакций // УФН. – 1988. – Т. 157. – № 1. – С. 185-195.
15. Эдельман В.С. Развитие сканирующей туннельной и силовой микроскопии // ПТЭ. – 1991. – № 1. – С. 24-42.
16. Васильев С.И., Мостепаненко В.М., Панов В.И. Сканирующая туннельная и атомно-силовая микроскопия поверхности в метрологии // Измерительная техника. – 1990. – № 1. – С. 9-22.
17. Бухараев А.А. Диагностика поверхности с помощью сканирующей туннельной микроскопии // Заводская лаборатория. – 1994. – № 10. – С. 15-25
18. Binnig G., Quate C.F., Gerber Ch. Atomic force microscope // Phys. Rev. Lett. – 1986. – V. 56. – № 9. – P. 930-933.

18. Кузин А.Ю. , Марютин В.Н., Календин В.В. Методы и средства измерений линейных размеров в нанометровом диапазоне // [Электрон. ресурс] – Режим доступа <http://www.microsystems.ru>
19. Ваврук Є. , Грицик І. Вибір методу підвищення візуальної якості зображення // Львівська політехніка, 2008. – С.36-42 [Електрон. ресурс] – Режим доступу: <http://www.ena.lp.edu.ua>
20. Гонсалес Р. , Вудс Р. Цифровая обработка изображений.– М.: Техносфера. – 2005. –С. 1072.
21. Сойфер В.А. Компьютерная обработка изображений. Часть 2. Математические модели // Соросовский образовательный журнал. – 1996. – №3. – С. 110 – 121.
22. Форсайт Д., Понс Ж. Компьютерное зрение. Современный подход /пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс». –2004. – 928с.
23. Прэтт У. Цифровая обработка изображений в двух книгах / Прэтт У. – М.: Мир.–1982. – 468 с.
24. Азизов Г. А., Баранов В. В., Карака Н. Н., Петров С. В. Капилляроскопическая параметризация микроциркуляции нижних конечностей // Бюллетень НЦССХ им. А. Н. Бакулева РАМН. – 2007. – Том 8. – №6. – С. 348.
25. Козлов В. А., Азизов Г.А., Петров С.В. Расстройства микроциркуляции при хронической венозной недостаточности нижних конечностей и ее оценка неинвазивными методами исследования // Фундаментальные исследования. – 2007. – № 12 (часть 2). – С. 235-241.
26. Ратушний П.М., Білінський Й.Й., Юкиш С.В. Детектор крайового детектування на основі низькочастотної фільтрації // Вісник Хмельницького національного університету – 1.2009р. – С. 230 – 233.
27. Пат. 25485А Україна, МПК G 06 K 9/36. Спосіб визначення краю примежової кривої зображень / Білінський Й.Й., Ратушний П.М., Мельничук А.О.– заявл. 02.04.2007; опубл. 10.08.07, Бюл. №12.
28. Пат. 32886 Україна, МПК G 01 K 9/64. Спосіб ізотропного виділення контуру зображення / Білінський Й.Й., Юкиш С.В., Ратушний П.М. –завл.03.12.2007; опубл. 10.06.08, Бюл. №11.
28. Білінський Й. Й. Класифікація методів крайового детектування зображень // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. – 2007.- № 1. – С.161-169

Гуральник Артем Борисович — аспірант, 05.11.17 Медичні та біонічні прилади і системи, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: artemiomolli@mail.ru

Білінський Йосип Йосипович — д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри Електроніки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Gualnyk Artem - graduate student, 05.11.17 Medical and bionic devices and systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: artemiomolli@mail.ru

Bilynsky Yosyp - Dr. Sc. , Professor, Head of the Department of Electronics, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa.

СПЕКТРОСКОПІЧНИЙ МЕТОД ВИЗНАЧЕННЯ ВМІСТУ СІРКИ В НАФТОПРОДУКТАХ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Проаналізовано та запропоновано спектроскопічний метод визначення вмісту сірки в нафтопродуктах, визначені основні вимоги пристрою, розроблено його структурну схему.

Ключові слова: спектроскопічний метод, видимий діапазон, спектрофотометр, сірка.

Abstract

Analyzed and proposed spectroscopic method for determining the sulfur content of petroleum products, the basic requirement of the device, developed its block diagram.

Keywords: spectroscopic method, visible range spectrophotometer, sulfur.

Присутність сірки значно знижує теплоту згоряння палива, особливо висококалорійного. Високий вміст сірки призводить до сильного забруднення продуктів згоряння палива діоксидом сірки SO_2 . При наявності надлишкового повітря відбувається часткове окислення SO_2 до SO_3 (з'єднуючись з H_2O , утворюють H_2SO_4). H_2SO_4 викликає корозію поверхні нагрівання, руйнує метал котельного обладнання, потрапляють в атмосферу, шкідливо діють на живі організми і рослинність. Вміст окислів сірки в продуктах згоряння значно підвищує температуру точки роси, що обмежує можливу глибину охолодження димових газів за умовами корозії і тим самим знижує економічність котлових агрегатів, а також можливість використання додаткового обладнання для використання теплоти димових газів. Тому сірка - вкрай небажаний елемент для палива. Сірчані гази, проникаючи в робочі приміщення, можуть викликати отруєння обслуговуючого персоналу.

Підвищений вміст сірки в автомобільному паливі (бензин, дизельне паливо) негативно впливає на частини двигуна, знижує якість мастила, зменшує період безаварійної експлуатації, погіршує екологію.

На сьогодні у всьому світі до автомобільних бензинів і дизельного палива спостерігається постійне зростання вимог щодо вмісту сірки. Так, згідно із ДСТУ 4063-2001 для бензину марки А-95 українського виробництва сірки в ньому повинно міститися не більше 0,015% або 150 мг / кг. У ДСТУ 4839: 2007 для бензину поліпшеної якості марки А-95-Євро, який має європейські допуски, сірки повинно бути не більше 0,005% або 50 мг / кг, що відповідає нормативам ЄВРО 4. Згідно допусків сучасного чинного нормативу ЄВРО 5 вміст сірки в 95-му бензині не повинно перевищувати 0,001% або 10 мг / кг [1].

Існує два основних методи визначення вмісту сірки в паливах: на основі хімічних реакцій та оптичні методи. Хімічний метод являється дуже складним у використанні, має велику похибку і потребує великих затрат. Оптичний метод забезпечує велику точність, але досить складні у використанні і потребують складного та досить дороге обладнання від 15000\$ (ISO 20847). Тому, є актуальним питання визначення вмісту сірки з малою похибкою, та невеликою вартістю [2].

Спектральний аналіз - це сукупність методів якісного та кількісного визначення складу об'єкта, заснована на вивченні спектрів взаємодії матерії з випромінюванням. Спектри поглинання сірки або її сполук знаходяться в діапазонах довжини хвиль ультрафіолетовому, видимому та в інфрачервоному. Найбільша інтенсивність поглинання сірки знаходиться в ультрафіолетовому діапазоні, але обладнання для роботи в цьому діапазоні досить дороге. В інфрачервоному діапазоні інтенсивність поглинання сірки дуже мала та вартість обладнання теж досить висока. Тому пропонується метод визначення вмісту сірки в паливах на основі двопробного спектрометра у видимому діапазоні. На основі проведеного аналізу дослідницької бази даних NIST (National Institute of Standards and Technology), можемо зробити висновок, що оптимальними довжинами хвиль для спектрального аналізу є діапазон від 540 до 570 нм тому що в ньому спостерігається 8 досить інтенсивних ліній поглинання [3]. Нажаль в цьому діапазоні присутні досить багато ліній поглинання інших основних елементів та домішок, таких як вуглець, азот, хлор, фосфор та інші, які можуть бути присутні в паливі. У зв'язку з цим, розроблюваний прилад повинен мати досить високу роздільну здатність, яку можна оцінити на рівні 0,1 – 0,2 нм.

На рисунку 1 показано структурну схему двопробного спектрофотометра. Прилад працює в двох режимах: в режимі вимірювання опорного сигналу та в робочому режимі. Розглянемо більш детально принцип роботи приладу. Паралельний пучок світла 1, проходить через рідкокристалічну комірку 2 (ЖКК), потрапляє на поляризаційний куб 3. В залежності від напруги на ЖКК промінь потрапляє, або в робочу комірку, яка

складається з робочої області дослідницького зразка 6, чвертьхвильової пластини 7 та ретрорефлектору 8, або проходить через зразок для порівняння. Ця частина складається з чвертьхвильової пластини 4, та дзеркала 5. Після чого промінь потрапляє на дифракційну решітку 9, а потім через лінзу фокусування 10 на фотодіодну матрицю 11.

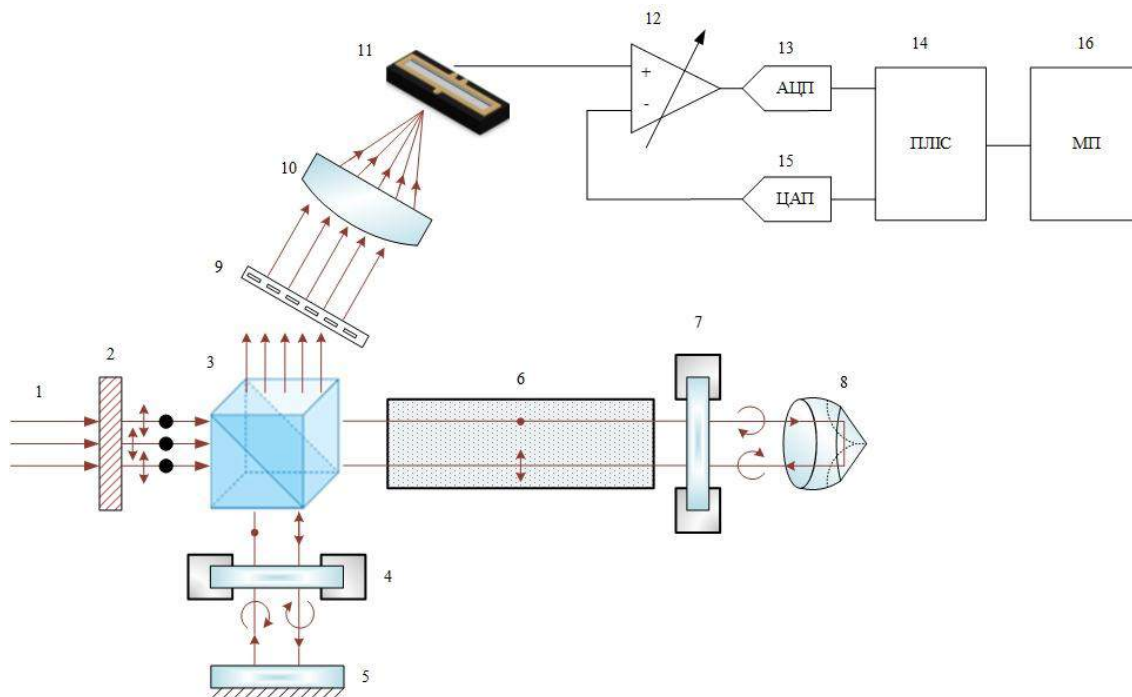


Рисунок 1. Структурна схема двопробеневого спектрофотометра

При роботі в режимі вимірювання опорного сигналу, напруга, яка отримується з фотодіодної матриці 11 потрапляє на прямий вхід інструментального підсилювача 12. А на інверсний вхід подається постійна напруга. Підсилений сигнал оцифровується в АЦП 13 і отримані дані запам'ятовуються мікропроцесором 16.

При роботі в режимі вимірювання, який відрізняється від режиму вимірювання опорного сигналу тим, що на інверсний вхід інструментального підсилювача 12 подається змінна напруга згенеровано ЦАП на основі раніше збережених даних опорного сигналу. Це дає змогу суттєво підсилити різницевий сигнал, що забезпечує високу чутливість пристрою.

Висновки

Проаналізовано та запропоновано спектроскопічний метод визначення вмісту сірки в нафтопродуктах, визначені основні вимоги пристрою, розроблено структурну схему приладу та описаний його принцип роботи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Билинский Й.Й. Обзор методов определения содержания серы в нефтепродуктах / Й. Й. Билинский, О. С. Городецкая, В. В. Кротевич. – Вінниця, Наукові праці ВНТУ, 2014. — 7 с
2. Новиков Е.А. Определение серы в нефтепродуктах. Обзор аналитических методов. /Е. А. Новиков - Мир нефтепродуктов. - 2008. - №4. - с. 21 - 28.
3. NationalInstituteofStandardsandTechnology [Electronic resource]– <http://physics.nist.gov/PhysRefData/Handbook/Tables/findinglist12.htm>.

Сахно Олексій Миколайович - аспірант, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, sahno_aleksei@mail.ru.

Білінський Йосип Йосипович — д-р техн. наук, професор, завідувач кафедри електроніки та наносистем, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Oleksii Sakhno - graduate student, Vinnytsia National Technical University. Vinnitsa, sahno_aleksei@mail.ru.

Bilinskii Joseph J. — Dr. of tech. Sciences, Professor, head of Department of electronics and nanosystems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Мережне наукове видання

Матеріали XLVI науково-технічної конференції
підрозділів Вінницького національного
технічного університету (НТКП ВНТУ–2017)

15-24 березня 2017 року

Збірник доповідей

Матеріали подаються в авторській редакції

Підписано до видання 15. 06. 2017 р.
Гарнітура Times New Roman.Обсяг 8,53 Мб.

Видавець та виготовлювач
Вінницький національний технічний університет,
інформаційний редакційно-видавничий центр.

ВНТУ, ГНК, к. 114.
Хмельницьке шосе, 95,
м. Вінниця, 21021.
Тел. (0432) 59-85-32, 59-81-59,
press.vntu.edu.ua,
E-mail: kivc.vntu@gmail.com.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи
серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.