

**Комплекс безпроводового моніторингу та керування системою електрозабезпечення невеликого підприємства**

**Маринін Д.,**  
*НТУУ «КПІ», кафедра звукотехніки та реєстрації інформації*

Перед людством постала глобальна екологічна проблема. Зменшення викидів, зменшення парникового ефекту, зменшення споживання ресурсів стає для людства дуже актуальною задачею. Загостренням екологічної обстановки вимагає жорсткої економії природних ресурсів, у тому числі і електроенергії.

З поширенням та здешевленням сучасних мережевих технологій став можливим новий підхід до контролю та керування споживанням електроенергії. Почали стрімко розвиватися системи безконтактного керування споживанням електроенергії. Зараз такі системи активно приходять в наше повсякденне життя. Системи безконтактного керування електроенергією можуть використовуватися не тільки на підприємстві, а й у побуті, такі системи приносять велику користь людям з вадами.

Розглянемо деякі існуючі пристрої керування електроенергією, а саме розумні розетки (рис. 1).



Рис. 1

Розумні розетки бувають двох типів: накладка на стаціонарну розетку або модуль, безпосередньо монтується на місце звичайної розетки. Вони оснащені найпростішим мікропроцесором, що дозволяє з'єднуватися з пристроєм управління і включатися / вимикатися по його команді, переданої або безпосередньо з пристроєм управління, або через інтернет.

Залежно від виробника, розумна розетка може підключатися по GSM, Wi-Fi, Ethernet або RS232 до керуючого ПК або хмарного серверу, на якому встановлені необхідні додатки.

Багато з них комплектуються додатками для управління через смартфон або планшет. У його відсутність (для бюджетних рішень) використовується віддалене підключення до головного пристрою або звичайного роутера.

Подібні пристрої дозволяють робити моніторинг та керування електроенергією на невеликих підприємствах. Але ці розетки зараз є надто дорогими і не кожне підприємство, або приватна особа може дозволити собі придбати їх.

Однією з основних вимог при розробці таких розеток і цілого комплексу керування електроенергією на підприємстві буде зменшення його вартості. Це буде реалізовано за рахунок нового сучасного WiFi модуля esp8266 (рис. 2). За останній рік ці модулі набули великої популярності, це обумовлено гарними функціональними можливостями модуля, та дуже низькою ціною. Модуль коштує близько \$2.

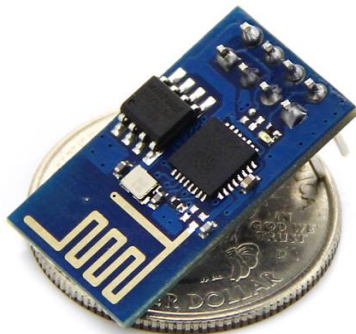


Рис. 2

Він являє собою мікроконтролерну збірку з інтегрованим WiFi адаптером, який на апаратному рівні підтримує стандарти 802.11 b/g/n/d/e/i/k/r, має вбудовану FLASH пам'ять розміром 16 Мб, 17 портів вводу/виводу загального призначення, та один 10-бітний АЦП.

*Науковий керівник – ас. Тітков Д.В.*

### **Особливості використання мобільних засобів для людей з обмеженими можливостями**

**Мешков К.І.,**

*НТУУ «КПІ», кафедра звукотехніки та реєстрації інформації*

В сучасному світі технологій використовується велика кількість мобільних пристроїв. Всі вони є досить простими у використанні, проте більшість із них не є доступними для людей із обмеженими можливостями. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я, близько 15% населення нашої планети – люди з обмеженими можливостями, 4% з яких – це слабозрячі або ж незрячі люди. Створення нових технологій для таких людей значно спрощує їх життєві функції та розширює ринок послуг для компаній. Спільнота людей з обмеженими можливостями виступила з ініціативою Відкритого Листа до розробників і науковців Провідних компаній в галузі телекомунікаційних технологій з переліком вимог и побажань щодо технологій для цього сегменту користувачів.

Вимоги цієї ініціативи стосуються багатьох функцій мобільних засобів. Наведемо деякі з них: тактильна графіка (яскравіші ділянки більш вібрують), розпізнавання кольору; зчитування екрану з аудіо-візуальним перетворенням; зчитування штрих-кодів і радіочастотних міток; GPS-навігація; керування командами (розпізнавання мови); розпізнавання оточення; доступ до WEB-ресурсів; мобільна доповнена реальність; компас, що говорить; локація і навігація, тощо.

Однією з важливих корисних функцій, що допомагає сліпим орієнтуватися на місцевості – є локація об'єктів. Засоби просторового орієнтування (ТЗО) поділяються на системи з локацією в інфрачервоному діапазоні частот, системи з ультразвуковою локацією та телевізійні системи. За способом представлення інформації ТЗО діляться на звукові випромінювачі і тактильні датчики. У відповідності із наведеними каналами передачі інформації сліпому розвиваються напрямки: максимального використання слуху; «шкіряного зору»; матричного стимулювання очного нерва. Перший напрямок є найбільш поширеним серед пристроїв і приладів, що зумовлено високою інформативністю відповідних ТЗО. «Шкіряний зір» реалізується за допомогою тактильних (електричних, теплових або вібраційних) матриць, що стимулюють ділянки шкіри відповідно до яскравості в кадрі. Експерименти з імплантації в мозок виконані, наприклад фірмою WH Dobelle, показали працездатність але коштовні і небезпечні.

Дослідженнями та розробками в даній сфері займаються світові лідери в галузі майбутніх технологій такі, як Apple, LG, Sony та інші. Так, британський дизайнер Ендрю Мітчелл розробив портативний інтерфейс Брайля, який може бути підключений до різних пристроїв. Корпорація по розробці тактильних дисплеїв (Tactile display corporation, TDC) [1] розробляє та виробляє свій точковий модуль Брайля (Braille dot module, BDM), який складається з 3 шарів.

Дуже цікавою є технологія сенсорного заміщення під назвою vOICe, створена Пітером Мейером в Нідерландах – перша публічна версія програми вийшла в 1998 році.

vOICe перетворює «сирі» візуальні зображення у відповідні звукові ландшафти, зберігаючи при цьому значну кількість візуальної інформації. Технічно це дозволяє бачити звуком. Але для того, щоб це стало можливим на практиці, мозок спочатку повинен навчитися декодувати (розшифровувати) звукові ландшафти у візуально змістовну інформацію. Звичайно, все це вимагає часу і практики. Адже це вміння є абсолютно новим для мозку. Таким чином, тільки за допомогою великого імерсивного (з зануренням) використання технології The vOICe в реальних життєвих ситуаціях, можна виробити навички бачення звуком. Існує багато застосувань vOICe для різних мобільних платформ.

Сліпий користувач може орієнтуватися і взаємодіяти з довкіллям за допомогою системи радіочастотної ідентифікації (РЧІД). Користувач носить із собою мобільний РЧІД зчитувач, що відстежує РЧІД-мітки навколо користувача. Зчитувальний пристрій беззвучно сканує об'єкти і тримає користувача у світі всіх подій, що відбуваються за межами його уваги. Зчитувач легко виявляє РЧІД-мітки на будівлях, кімнатах та меблях і використовує дані для знаходження місця користувача на мапі, надаючи можливість локального розпізнання. Система, забезпечена РЧІД-мітками з інтегрованими сенсорами, не обмежена лише пошуком та ідентифікацією, але також здатна повідомляти про стан відповідного об'єкту. Подібна система разом з передовою технологією vOICe, а також програмним забезпеченням "штучного зору", що використовує перетворення тексту або зображення на мовлення, або тактильні дисплеї, буде особливо корисною для людей з вадами зору.

З огляду на обмеження об'єму доповіді, наведено лише декілька найбільш цікавих прикладів застосування. Але ця сфера телекомунікаційних технологій дуже швидко розвивається, існують великі перспективи щодо вдосконалення та розробок мобільних пристроїв для людей з обмеженими можливостями.

#### **Література:**

1. Tactile Display Corporation <<http://www.tactiledisplay.com/>>
2. The vOICe Learning Edition software for Microsoft Windows: *Augmented Reality for the Totally Blind* <<http://www.seeingwithsound.com/>>
3. LookTell.Beta <<http://www.looktel.com/>>
4. Talking Signs, Inc.: *Talking signs infrared communication system.*

<<http://www.talkingsigns.com/>>

5. S. Willis and S. Helal. Rfid information grid for blind navigation and wayfinding. In Proceedings. Ninth IEEE International Symposium on Wearable Computers, 2005, pages 34–37.

*Науковий керівник – ст. викл. Батіна О.А.*

## **Розробка автоматизованої системи онлайн спілкування з лікарем та можливістю перевірки діагнозу**

**Шапошніков В.С., Захаріч О.В.,**

*ДУТ, кафедра систем захисту інформації*

Проаналізовано нинішній стан справ у системі лікування громадян у цілому. На нашу думку вона є застарілою та потребує модернізації у всіх сферах. Сьогодні при поганому самопочутті чи хворобі, нам необхідно йти до найближчої лікарні, стояти у черзі до лікаря, відкривати лікарняний лист, закривати його тощо. Все це потребує вашої особистої присутності у лікарняному закладі. Для того щоб спростити та модернізувати вищеописану систему лікування, було розроблено універсальну, кроссплатформенну автоматизовану систему онлайн спілкування з лікарем, та можливістю перевірити поставлений вам діагноз у консультанта сервісу. Тобто при застосуванні даної системи ми значно спростимо процедуру лікування та спілкування з лікарями в цілому. Для впровадження розробленої системи буде необхідно заповнити базу даних користувачів, саме тих, картки яких знаходяться в реєстратурі, а нових пацієнтів реєструвати у системі за наявності заповненої форми реєстрації у лікарні. Тобто тепер вам потрібно буде звернутися у лікарню всього один єдиний раз – для отримання особистих даних для авторизації в автоматизованій системі, хворим до лікарні ви вже не підете.

Алгоритм розробленої автоматизованої системи є наступним - з самого початку роботи системи у будь-якого користувача є право переглядати загальнодоступні розділи «Короткий довідник», «Про систему», а також пройти етап авторизації у системі. Якщо при проходженні авторизації введені дані не є коректними, це веде до кінця роботи програми, та повторній можливості пройти вищевказаний етап роботи системи. Далі при проходженні авторизації, у залежності від наявності визначених прав доступу, користувачу надаються ті чи інші права доступу. У першому випадку користувач є зареєстрованим у системі (пацієнт), має право на перегляд своєї особистої інформації, історії хвороби, рекомендацій лікаря, змінити пароль свого облікового запису, а також переглядати розділи «База знань» та «Короткий довідник». У другому випадку користувач може бути консультантом сервісу або адміністратором сервісу (лікарем). У випадку консультанта надаються наступні права: перегляд переліку користувачів, які здійснили запит на додаткову рекомендацію від незалежного консультанта, перегляд та редагування особистої інформації вищеописаних користувачів, також перегляд розділів «База знань» та «Короткий довідник», необхідно зауважити, що при редагуванні особистого запису пацієнта, який здійснив запит на альтернативний діагноз та додаткові рекомендації на електронну адресу пацієнта одразу приходить повідомлення про оновлення його лікарняної картки. У випадку адміністратора, тобто лікаря надаються наступні права: додавати нового користувача (пацієнта), після чого система автоматично на вказану електронну пошту направляє листа з реєстраційними даними, переглядати особисті дані користувачів, переглядати дані фізичного стану користувачів (історія хвороби, симптоми тощо), а також додавання особистих рекомендацій та корегування переліку, тобто видаляти користувачів із системи. Також необхідно зауважити той факт, що розділи сервісу доступні консультанту та пацієнту є недоступними

для лікаря, це «База знань», а також додаткові рекомендації незалежного консультанта. Усі користувачі сервісу, як консультант, адміністратор так і звичайний зареєстрований користувач мають право на завершення сесії роботи з системою завчасно.

Враховуючи вищеописане, вважаємо впровадження такої автоматизованої системи за необхідне у кожному державному лікарняному закладі, адже вона не тільки спростить життя людям, але й змусить конкретно цей процес йти у ногу з часом у нашій країні.

*Науковий керівник - д.т.н., проф. Чичикало Н.І.*

## **Перспективи розвитку електронного чергування на підприємствах та в урядових установах**

**Шапошнікова А.С., Єфімкіна А.С.,**  
*ДУТ, кафедра систем захисту інформації*

За результатами дослідження розвитку електронного урядування ООН, індекс он-лайн послуг в Україні у 2014 р. складає 0,2677, що є нижчим за середньосвітовий показник (0,3919). При цьому за два останні роки цей показник знизився майже вдвічі (індекс он-лайн послуг в Україні у 2012 р. – 0,4248[1]), що свідчить про серйозні проблеми у розвитку електронних послуг в державі.

Зважаючи на такі низькі показники електронних послуг у державі, а саме у сфері електронного чергування на підприємствах та в державних установах, було прийнято рішення розробити автоматизовану систему електронного чергування. Система є кроссплатформенною, та не потребує ніяких додаткових модулів, або програмного забезпечення для її повноцінного розгортання та функціонування. Тобто може бути застосована на абсолютно всіх підприємствах та в державних установах де є хоча б одна ЕОМ та доступ до мережі інтернет.

Алгоритм роботи системи є наступним - з самого початку роботи системи у будь-якого користувача є право переглядати електронну чергу без виводу персональних даних суб'єктів інформаційної діяльності, а також пройти етап авторизації у системі. Якщо при проходженні авторизації введені дані не є коректними, це веде до кінця роботи програми, та повторній можливості пройти вищевказаний етап роботи системи. Далі при проходженні авторизації, у залежності від наявності визначених прав доступу, суб'єкту надаються ті чи інші права доступу. У першому випадку користувач є зареєстрованим у системі та вже стоїть у електронній черзі, має право на перегляд своєї позиції у черзі а також перегляду персональних даних суб'єктів інформаційної діяльності. У другому випадку користувач є адміністратором системи та має наступні права: додавати нового суб'єкта інформаційної діяльності у електронну чергу, після чого система автоматично на вказану електронну пошту направляє листа з реєстраційними даними, позицією у черзі та приблизним часом очікування, переглядати персональні данні користувачів, а також корегувати електронну чергу, тобто видаляти користувачів із системи. Обидва користувачі, як адміністратор так і звичайний зареєстрований користувач мають право на завершення сесії роботи з системою завчасно.

Автоматизована система електронного чергування являє собою веб-інтерфейс онлайн черги на прикладі функціонування звичайної державної установи.

Електронна черга допомагає змінити і підвищити якість обслуговування. У разі необхідності дозволяється організувати запис відвідувачів на прийом за часом і датою. Системи електронної черги дозволяють на основі отриманих в процесі роботи даних оптимізувати обслуговування або розробляти нові методики, а також оперативно вносити

корективи. Наслідком застосування систем електронних черг є поліпшення загального клімату обслуговування і більш високий коефіцієнт роботи персоналу установи.

Розробка автоматизованої системи включає у себе використання наступних технологій обробки інформації та мов програмування: PHP, JavaScript, SQL, CSS3, HTML5.

Серверна частина системи розроблена за допомогою мови програмування PHP та СУБД MySQL. Клієнтська частина системи розроблена за допомогою мов програмування інтерфейсів JS, HTML, CSS.

#### **Література:**

1. United Nations E-government Survey 2014 E-Government for the Future We Want, United Nations, New York, 2014, United Nations Public Administration Country Studies United Nations [Електронний ресурс].

*Науковий керівник - д.т.н., проф. Чичикало Н.І.*

### **Проблема автоматизації та керування великими масивами даних**

**Шепель М.О.,**

*НТУУ «КПІ», кафедра звукотехніки та реєстрації інформації*

Протягом останнього десятиліття обсяг даних, вироблених за попередній рік, дорівнює обсягу, виробленому за тиждень. Причинами такого стрімкого росту обсягів даних є насамперед їх деталізація та використання нових джерел отримання цифрової інформації. Згідно з оцінками мережних системних аналітиків до 2020 року очікують під'єднання 50 млрд. пристроїв до Інтернету. Це призведе до того, що обсяги даних, які передають через глобальні мережі, також будуть зростати в геометричній прогресії.

Робота з даними великих обсягів та різноманітної інфраструктури в сукупності утворює поняття великих масивів даних (BigData). Великі масиви даних класифікують за трьома основними критеріями: швидкістю, складом та обсягом. Обсяг представлений кількістю переданих і збережених даних, склад – типом, до якого відносять конкретні дані, швидкість – це швидкість переміщення даних, яка залежить від швидкодії інфраструктури. Для аналізу і обробки великих масивів даних розроблені спеціальні додатки, що займаються збором інформації з різноманітних джерел, включаючи датчики, ноутбуки, смартфони, планшети, соціальні мережі тощо. Вони повинні враховувати змінюваність джерел і тенденцій даних, до яких відносять мобільний зв'язок, доступ до даних (мережа Інтернет, соціальні мережі) і можливості екосистеми (зміни в моделі обробки інформації та її доступності для відкритого користування) [1].

Через велику кількість подібних факторів зросла вартість і складність інформаційних моделей, змінилися принципи зберігання та аналізу великих масивів даних. Але попит на великі масиви даних продовжує зростати – корпорації корегують поточні моделі зберігання інформації, які потребують нових технологій і процесів для центрів обробки даних. Для підтримки потреб та вирішення проблем керування великими масивами даних існує два способи: віртуалізація та хмарні обчислення.

Під віртуалізацією розуміють функціонування кількох віртуальних інфраструктур на основі фізичної. Дана технологія може допомогти організаціям підвищити рівень утилізації і забезпечити відповідний вимогам 21 століття року рівень управління даними, не вдаючись до закупівлі додаткових об'ємів інформації або заміни старих сховищ даних. Завдяки віртуалізації серверів і мереж компанії скорочують експлуатаційні та адміністративні витрати, заощаджують на енергоспоживанні, та скорочують кількість фізичних машин, зберігаючи при цьому необхідну швидкість інфраструктури.

Іншим способом зберігання та керування даних виступають хмарні технології. У випадку використання хмарних обчислень сотні комп'ютерів підключені між собою через глобальну мережу Інтернет. Для забезпечення хмарних послуг постачальники покладаються на віртуалізацію і можуть надавати чотири окремі категорії послуг. До них відносять надання програмного забезпечення, платформи, інфраструктури та ІТ-ресурсів як послуг. Перший тип сервісу розподілених обчислень дозволяє кінцевим користувачам отримувати додатки через Інтернет, другий – інструменти для застосувань. Третій варіант сервісу надає апаратне і програмне забезпечення для роботи серверів, сховищ даних, а четвертий дає можливість ІТ-спеціалістам проводити технічну підтримку платформ та додатків інфраструктури.

Таким чином, хмарні обчислення на основі віртуалізації надають користувачам доступ до даних з будь-якої точки планети, даючи можливість розгортати мережу за межами власної території. Вони також можуть скоротити експлуатаційні витрати, витрати на матеріальну частину та потреби у навчанні персоналу завдяки більш ефективному використанню ресурсів.

#### **Література:**

1. Martin Hilbert, Big Data for Development: From Information to Knowledge Societies" 2013. – SSRN Scholarly Paper No. ID 2205145). Rochester, NY: Social Science Research Network

*Науковий керівник – ас. Попович П.В.*

### **Проблеми оптимізації провідних телекомунікаційних систем**

**В'юков Д.О.,**

*НТУУ "КПІ", кафедра звукотехніки та реєстрації інформації*

Сучасна ситуація в галузі телекомунікації у межах України характеризується тенденцією до збільшення операторами покриття віддалених районів як стільниковими мережами WCDMA/UMTS, так і провідними мережами.

Телекомунікаційні мережі в усіх їх різновидах, провідних чи кабельних, регіональних, корпоративних чи локальних, об'єднує необхідність у потужних, надійних магістральних лініях зв'язку. Від правильного їх проектування і встановлення, оптимізації, залежить якість роботи мережі для усіх можливих користувачів, поточних та майбутніх.

Найкраще проектне рішення і економічно найдоцільніше за умов такого масштабу проектування може не завжди виявитись очевидним. Звідси впливає необхідність у використанні методів оптимізації структури телекомунікаційної мережі, які, зваживши необхідні параметри, дозволять отримати оптимальні рішення або генеруючи їх, або вказуючи на їх можливість [1].

Серед таких методів найчастіше згадуваними в літературі є евристичні методи оптимізації такі як генетичний алгоритм та табу-пошук, метод імітації відпаду [1]. Ці три методи об'єднує не тільки знижена ресурсоемність і простота реалізації порівняно з іншими методами [2], а й універсальність використання. Це відноситься як до оптимізації структур кабельних мереж, так і до оптимізації радіо підсистем стільникових мереж WCDMA/UMTS [3], нещодавно розгорнутих провідними операторами країни.

#### **Література:**

1. Corne D. Telecommunication optimization: heuristics and adaptive techniques / D. Corne, M. Oates, G. Smith. – Chichester: Wiley, 2000. – 414 с. – (2).

2. Кучеренко Ю. Ф. Пропозиції по застосуванню алгоритмів синтезу топологічних структур при проектуванні телекомунікаційних мереж різної розмірності / Ю. Ф.

3. Кучеренко, С. А. Олізаренко, О. М. Гузько. // Наука і техніка повітряних сил збройних сил України. – 2009. – №1

4. Смолоник С. Н. Методы планирования и оптимизации параметров радиосистемы сети UMTS : дис. на здобуття наук. ступеня канд. / Смолоник С. Н., 2005.

*Науковий керівник - к.т.н, доц. Макаренко В. В.*

## **Мережні аспекти забезпечення якості обслуговування ІР-телефонії**

**Мельник Л.С.,**

*НТУУ "КПІ", кафедра звукотехніки та реєстрації інформації*

ІР-телефонію часто вважають частиною пакету послуг Інтернет-провайдера, що не зовсім вірно. Вже відомо безліч прикладів впровадження ІР-телефонії в корпоративні мережі і навіть побудови виділених мереж ІР-телефонії. Причому проблеми при створенні мережі можуть бути найрізноманітніші, адже це може бути і корпоративна мережа, і мережа традиційного оператора, і окрема виділена мережа, або щось інше. У кожному разі потрібні свої рішення і підходи. Не менш важливо і те, яка інформація передається по цій мережі. Мережу можна використовувати або тільки для передачі мови, або і для передачі даних. Важливо враховувати характер взаємодії різних вузлів ІР-телефонії та забезпечувати мінімальні затримки і мінімальний рівень втрат сигналу. Для цього іноді доводиться зменшувати смугу пропускання мережі і відповідно швидкість передачі даних[1].

Повна часова затримка мовного трафіку ділитися на дві основні частини: затримки на кодування і декодування на шлюзах і затримки сигналу при розповсюдженні по лініях зв'язку.

Зменшити загальну затримку можна двома шляхами, по-перше, спроектувати інфраструктуру мережі таким чином, щоб затримка в ній була мінімальною, а, по-друге, зменшити час обробки даних у мовному шлюзі. Для зменшення затримки в мережі потрібно скорочувати число транзитних ділянок між маршрутизаторами, а в найбільш важливих місцях мережі використовувати високошвидкісні канали. А для зменшення розкиду затримок можна використовувати ефективні методи управління трафіком, наприклад, механізми резервування.

Як правило, з корпоративними мережами все виглядає досить просто. Вони мають обмежені розміри, контрольовану топологію, а характер трафіку зазвичай заздалегідь відомий. Однак, візьмемо простий приклад: мова передається по існуючій ЛВС, яка надто завантажена, щоб забезпечувати прийнятну якість обслуговування. Вирішенням цієї проблеми буде ізоляція серверів і клієнтів даного типу трафіку і ресегментація мережі. Розбити мережу на сегменти можна або встановивши комутатор Ethernet, або додавши порти в маршрутизатор.

Виділені мережі ІР-телефонії зазвичай використовуються для міжміського та міжнародного зв'язку. Такі мережі краще будувати за принципом багаторівневої ієрархічної мережі, де на кожен рівень покладаються свої певні функції. На вході в мережу головне забезпечити підключення мовних шлюзів, а всередині мережі – високошвидкісну пересилку трафіку [2]. У такій мережі дуже просто здійснюється розширення і впровадження нових послуг і служб. Проблема проектування також не доставляє особливих клопоту: характер трафіку визначено, смуга пропускання також легко розраховується. Трафік однотипний, а значить не потрібна пріоритизація пакетів.

### **Література:**

1. Гольдштейн Б.С. ІР-телефонія. / Гольдштейн Б.С., Пинчук А.В., Суховицкий А.Л. – М.: Радио и связь, 2001.– 336с.



## Використання EDFA підсилювачів в системах DWDM

Івасенко М.Є.,

НТУУ «КПІ», кафедра звукотехніки та реєстрації інформації

Впровадження EDFA дозволило зробити справжню революцію в оптичних комунікаціях і призвело до експоненціального зростання ємності оптичних волоконних систем зв'язку. На даний момент EDFA дуже широко використовуються і є базисом переважної кількості оптично-підсилених систем [1].

EDFA (англ. Erbium Doped Fiber Amplifier) – волоконно-оптичний підсилювач на оптичному волокні, легованому іонами ербію (рисунок 1). Оптичні підсилювачі EDFA 1550 нм найбільш поширені в мережах DWDM. EDFA широко використовуються як складова DWDM систем операторами мобільного зв'язку, адже оптичні мережі поступового витісняють SDH через стрімке збільшення обсягів інформації, яку потрібно передавати. Оптичні підсилювачі складаються зі з'єднувачів і активного середовища, яке посилює оптичний сигнал без демодуляції, тобто забезпечує посилення оптичних сигналів, без їх перетворення в електричні сигнали і назад, мають низькі рівні шумів, а їх робочий діапазон довжин хвиль практично точно відповідає вікну прозорості оптичного волокна.

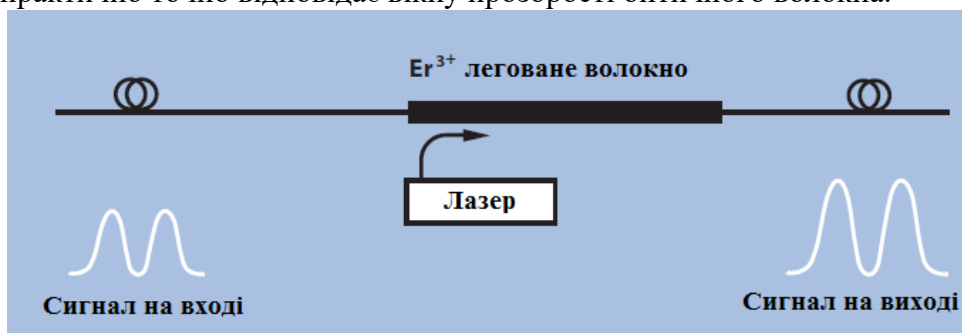


Рис. 1. Принцип роботи EDFA

До інших переваг оптичних підсилювачів EDFA варто також віднести їх універсальність – вони можуть застосовуватися в різних системах, які суміщують різномірні канали (аналогові або цифрові), також вони не залежать від швидкості передачі даних. Окрім того, в EDFA різні характеристики посилення у всьому діапазоні, тому підсилювачі використовують також на великих відстанях. Вони забезпечують необхідний рівень посилення без втрати якості сигналу, а будь-які коливання довжини хвиль швидко придушуються.

### Література:

1. Zyskind J., Srivastava A. Optically amplified WDM networks – New York: Elsevier, 2011.

Науковий керівник - к.т.н, доц. Лазебний В.С.

## Створення транспортного потоку MPEG-2

Івасенко М.Є.,

НТУУ «КПІ», кафедра звукотехніки та реєстрації інформації

Motion Picture Experts Group 2 (MPEG-2) – це набір стандартів для побудови єдиного цифрового транспортного потоку, який може переносити десятки програм або й більше, залежно від використаного рівня стиснення і від наявної ширини смуги пропускання [1].

Вилучаючи надлишкову інформацію з відео чи аудіопотоку, MPEG-2 стискає сигнал майже у 180 разів у порівнянні з оригіналом. Коли сигнал надходить в будинок споживача послуг, абонентська приставка регенерує квазіоригінальний контент та надає програму глядачеві.

На відміну від стиснення та відновлення одного аудіо чи відеопотоку, транспортні потоки MPEG-2 одночасно передають кілька програм чи сервісів з аудіо, відео та даними, що поєднані разом. Декодер повинен відсортувати транспортний потік, організуючи аудіо, відео та потоки даних за програмою чи послугою. Він також має бути здатний надати кожен частину програми чи сервісу глядачеві. Для таких цілей і використовується системний рівень.

Механізм транспортування MPEG-2 подібний до механізму IP (Internet Protocol) тим, що потоки MPEG-2 транспортують дані, які були розділені на транспортні пакети, кожен з заголовком та корисним навантаженням.

Як тільки аудіо чи відео потік стиснений, він стає елементарним потоком Elementary Stream (ES). Потім він трансформується в пакетований елементарний потік – Packetized elementary stream (PES) з пакетами різного розміру, кожен з заголовком та корисним навантаженням (Рисунок 1). Корисне навантаження містить один кадр аудіо чи відео. Заголовок містить часову інформацію, яка сповіщає декодеру, коли декодувати і відобразити кадр.

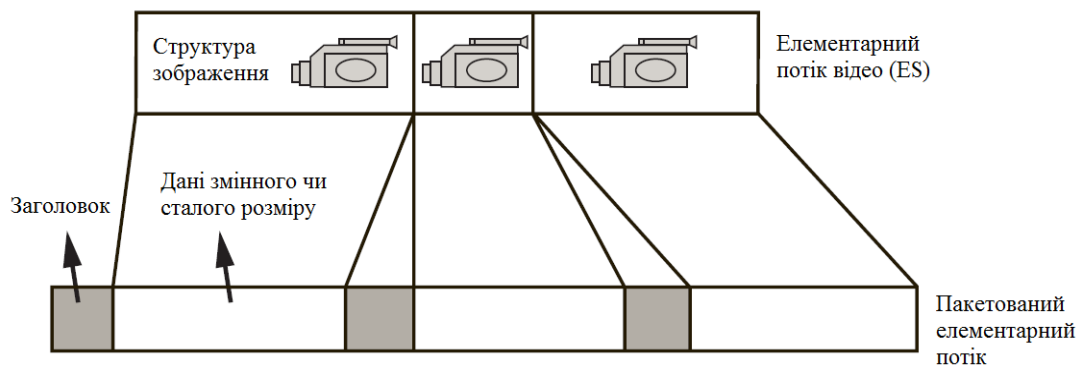


Рис. 1. Створення пакетованого елементарного потоку

Далі, протягом процесу кодування, PES-и поділяються на транспортні пакети визначеного розміру, кожен по 188 байт. Такий розмір був використаний щоб спростити передавання MPEG-2 пакетів через АТМ, яка використовує комірки з корисним навантаженням 47 байт ( $47 \cdot 4 = 188$ ). Подібно до PES пакету, кожен транспортний пакет містить заголовок та корисне навантаження.

Як тільки аудіо чи відео потік був розділений на транспортні пакети, він мультиплексується з подібним контентом інших сервісів. Отриманий потік з одного чи кількох сервісів називається транспортним потоком.

Кожен пакет в транспортному потоці ідентифікується за номером, який називається Packet Identifier (PID). PID дозволяє декодеру сортувати пакети в транспортному потоці.

#### **Література:**

1. MPEG-2. Reference Guide to Digital Video Technology, Testing, and Monitoring [Електронний ресурс] / Режим доступу до ресурсу // [www.jdsu.com](http://www.jdsu.com).

*Науковий керівник - к.т.н, доц. Лазебний В.С.*

### **Тенденції розвитку телекомунікаційних мереж в Україні**

**Карпінська Г.К.,**

*НТУУ «КПІ», кафедра звукотехніки та реєстрації інформації*

Сьогодні мережі NGN мають два шляхи впровадження. Спочатку з'явилася фіксований різновид NGN на базі програмних комутаторів (Softswitch), які керують медіашлюзами (MGW), а трохи пізніше - з використанням програмно-апаратного комплексу, який має назву IMS (IP Multimedia Subsystem).

Історія IMS почалася у 2002 році, коли партнерство 3GPP запропонувало її концепцію для мобільних мереж. Важливою відмінністю від інших сервісних платформ була наявність інтерфейсів Parlay, CAMEL і INAP, контролера медіашлюзи MGC (Media Gateway Controller) і бази даних абонентів HSS (Home Subscriber Server), де є всі відомості про термінальне обладнання абонента. Це означає, що тепер послуги могли адаптуватися для конкретного терміналу незалежно від типу мережі та організації роумінгу. Проект TISPAN (Telecommunications and Internet converged Services and Protocols for Advanced Networking) орієнтує архітектуру IMS на фіксовані мережі і на конвергенцію фіксованих і мобільних мереж FMC (Fixed-Mobile Convergence). Як результат зараз в рамках IMS може функціонувати безліч серверів додатків, що надають як звичайні телефонні послуги, так і нові сервіси (передача потокового відео, обмін мультимедійними та миттєвими повідомленнями і т.п.).

Ядро мережі за технологією IMS базується на комутації пакетів і забезпечує транзит трафіку незалежно від його виду (голос, мультимедійні файли, відео). На вході в мережу незалежно від типу "останньої милі" будь-який трафік перетворюється в IP, і потім платформа управляє потоками пакетів. В процесі встановлення кожного з'єднання IMS стежить, щоб користувачам було забезпечено відповідну якість обслуговування (QoS). Крім того, IMS дозволяє оператору більш ефективно використовувати систему тарифікації для різних потоків трафіку.

У IMS значно зменшується кількість проблем сумісності обладнання, властиві мережам на базі Softswitch, оскільки взаємодія функціональних модулів чітко регулюється стандартами. В майбутньому операторам буде доступний роумінг послуг, що має принести додатковий прибуток. Оператору надаються широкі можливості по управлінню мережевими ресурсами, оптимізації процесу доставки послуги та розширенню клієнтської бази. Сучасні рішення IMS дозволяють також впроваджувати послуги, створені сторонніми розробниками, що не мають відношення до постачальників конкретного обладнання. Результатом всього вищесказаного є те, що IMS дозволяє економити на витратах оператора при введенні нових видів сервісу. Втім, на тлі решти інфраструктури цей вигравш буде не таким помітним, адже обладнання IMS теж коштує грошей і зможе окупити себе за попередніми підрахунками не менше ніж за 5-7 років.

Якщо говорити про розвиток мереж в Україні, то за останні роки було здійснено величезний прорив у цьому напрямку. Починаючи з 2012 року, мережа майже кожного оператора зв'язку працює за архітектурою NGN, надаючи своїм користувачам все більше і

більше можливостей з кожним роком. На підтримку і ремонт апаратури, на утримання будівель, в яких розташовуються старі телефонні станції та на електропостачання цих станцій витрачається величезна кількість ресурсів. Наприклад, зараз «Укртелеком» є найбільшим споживачем електроенергії в країні. Технологія комутації каналів також вимагає великих витрат на резервування. Однак зараз «Укртелеком» запускає новий проект «Аркадія» з архітектурою IMS компанії Huawei, відповідно до якого три старі АТС замінюються розподільчими шафами, які витрачають набагато менше ресурсів та займають менше місця.

*Науковий керівник - к.т.н., доц. Лазебний В.С.*

### **Побудова мереж синхронізації. Джитер та вандер**

**Лукашев О.Ю.,**

*НТУУ «КПІ», кафедра звукотехніки та реєстрації інформації*

Порушення тактової синхронізації при передачі даних може призвести до проковзувань в цифровій послідовності (і, як наслідок, до порушення циклової синхронності). Для побудови мережі синхронізації SDH використовується первинний еталонний генератор (Primary Reference Clock - PRO). Первинний генератор являє собою джерело тактових імпульсів (цезієвий або рубідієвий генератор) з точністю не гірше  $10^{-11}$ . Він калібрується вручну або автоматично за сигналами світового скоординованого часу. Крім того, необхідна надійна система передачі сигналу синхронізації на всі вузли мережі. Система такого розподілу базується в поточний час на ієрархічній схемі, що полягає в створенні ряду точок, в яких знаходиться первинний еталонний тактовий генератор, сигнали якого потім розподіляються по мережі, створюючи вторинні джерела синхронізації транзитних або локальних вузлів.

Існують два основні методи синхронізації:

- синхронізація "головний-підлеглий" (master-slave synchronization);
- синхронізація взаємна (mutual synchronization).

Синхронізація "головний-підлеглий" застосовується в мережах SDH. Цей метод використовує ієрархію генераторів, в якій генератор кожного нижнього рівня синхронізований від генератора більш високого рівня. Використовуються генератори чотирьох рівнів якості в ієрархії синхронізації:

- первинний опорний або еталонний генератор PRC;
- підлеглий генератор в вузлі транзиту (Transit Node Clock - TNC);
- підлеглий генератор в місцевому, локальному вузлі (Local Node Clock - LNC);
- генератор обладнання синхронної цифрової ієрархії (SDH Equipment Clock - SEC).

PRC - генератор найвищої якості, а SEC - генератор найнижчої якості. Генератор більш високої якості не повинен бути синхронізований генератором нижчої якості в режимі утримання, але в режимі утримання генератори можуть використовуватися для синхронізації генераторів того ж самого рівня якості. Є обмеження на число генераторів, які можуть бути пов'язані в транзиті розподілу або дистрибуції синхронізації. Опорні сигнали генераторів розподілені між рівнями ієрархії через мережу дистрибуції, яка може використовувати ресурси транспортної мережі. Транспортна мережа може містити генератори обладнання SDH (SEC). Можливі такі два методи розподілу синхронізації:

1. Відновлення процесу синхронізації за допомогою сигналу прийнятого STM-N. Це виключає непередбачуваний вплив регулювання показника на підлеглий генератор вихідного потоку.

2. Отримання синхронних ознак від транзиту синхронізації, яка не підтримується мережею SDH.

Метод "головний-підлеглий" використовує транзит синхронізації для встановлення синхронного режиму підлеглих генераторів. Ці транзити, при їх несправності можуть замінюватися на альтернативні.

Метод взаємної синхронізації, як показує практика, використовується значно рідше методу "головний-підлеглий".

У мережах SDH функції обладнання джерел ознак синхронізації можуть бути різних типів:

- PRC може бути автономним генератором або синхронізуватися з радіосигналом або супутниковим сигналом;

- блок синхронізації (Synchronization Supply Unit - SSU), який вибирає один з джерел синхронізації, підключених до його входу, і розподіляє його до інших елементів в межах вузла.

*Науковий керівник – к.т.н., доц. Швайченко В.Б.*

## **Моделювання підсилювачів класу D в програмному середовищі Genesys**

**Ярош А.В.,**

*НТУУ "КПІ", кафедра звукотехніки та реєстрації інформації*

На сьогодні підсилювачі потужності використовуються дуже широко в різних вузлах телекомунікаційних приладів. Тому постає задача підвищити їх коефіцієнт корисної дії у зв'язку з багатьма причинами: збільшення часу автономної роботи вбудованого джерела живлення, зменшення нагрівання приладів, енергозбереження і т.д. Для вирішення подібних задач використовуються підсилювачі класу D [2], особливістю яких є робота в ключовому режимі. Але крім високого, ККД пов'язаного з ключовим режимом роботи транзисторів, є й недолік, пов'язаний з цим же: дані підсилювачі створюють високочастотні кондуктивні та індуктивні завади. Для боротьби з такими завадами необхідно приймати схемотехнічні та конструктивні рішення. Наприклад, здійснювати екранування та використовувати фільтри для послаблення завад, що розповсюджуються по колах живлення. Для розрахунку параметрів фільтрів необхідно знати параметри завад, які створює підсилювач. Щоб дослідити природу завад, що утворюються, доцільно використовувати моделювання схем у відповідних програмних середовищах.

Програмне середовище Genesys має інструменти, що дозволяють досліджувати саме ці параметри моделі, зокрема такі види аналізу, як Transient Analysis та Harmonic Balance Analysis. Transient Analysis, що дозволяє дослідити як перехідні процеси, так і форму сигналу в будь якій точці схеми. Harmonic Balance Analysis забезпечує дослідження спектральних складових сигналу в довільній точці схеми [1].

Але при моделюванні ключових підсилювачів виникає проблема, пов'язана з обмеженою кількістю доступних для моделювання елементів. Моделі елементів доступні у програмі, потребують налаштування великої кількості параметрів. Тому користувачі без певних навичок роботи з програмою та глибоких знань з теорії напівпровідникових пристроїв не зможуть коректно налаштувати модель елемента. Внаслідок чого побудова моделі для дослідження навіть простої схеми може бути дуже складною задачею.

Для вирішення подібних проблем і розширення бібліотеки елементної бази реальними елементами існує можливість імпорту spice-моделей в вигляді окремих файлів. Можна знайти spice-моделі на сайтах виробників або здійснити імпорт моделей з іншого

програмного середовища, наприклад NI Multisim. Процедура імпортування складається з двох кроків. А саме спочатку необхідно скопіювати текстові дані, що описують spice-модель, та зберегти їх в текстовому редакторі, при збереженні вказавши розширення файлу ".cir". Отриманий файл з описом моделі потрібно імпортувати через відповідне меню програми Genesys. Після імпортування, модель необхідно додати до переліку моделей що використовуються конкретним елементом в вікні властивостей елемента та обрати цю модель. Після виконання цих дій стає можливим моделювання схеми з елементами, що відповідають реально існуючим елементам (при моделюванні програмою може видаватися повідомлення, що деякі параметри spice-моделі не розпізнані та ігноруються при обрахунках).

Моделювання ключових підсилювачів дозволяє виявляти джерела індуктивних та кондуктивних завад, а програмне середовище Genesys має набір інструментів, що дозволяють виявляти сформувати друковану плату з розташованими на ній елементами та дослідити у тривимірному просторі розподіл завад як на платі, та і поза її межами.

#### **Література:**

1. Макаренко В.В. Сравнительный анализ характеристик ключевых усилителей звуковых сигналов// ЭКИС – Киев: VD MAIS, 2011, № 1. – с. 29-38.
2. Genesys User`s Guide. Eagleware Corporation.

*Науковий керівник – к.т.н, доц. Макаренко В.В.*

### **Дослідження процедури автоматизації проектування з використанням баз даних в ТКС**

**Захарченко Д.,**

*НТУУ "КПІ", кафедра звукотехніки та реєстрації інформації*

Галузь телекомунікацій стрімко розвивається в сфері надання послуг мобільного зв'язку в Україні. У 2014 р. розпочалося широке впровадження стандарту 3G, на 2017 р. планується відкриття для користування стандартів 4G. Актуальною проблемою став пошук шляхів інтеграції структур даних про стан мережі в єдину БД для підвищення ефективності системи моніторингу.

Актуальність цієї теми полягає у негайній виробничій необхідності операторів мобільного зв'язку автоматизації моніторингу, оскільки мережі 3G мають більш складну структуру та генерують більше службової інформації. Наслідком впровадження інтеграції даних є втілення концепції нуль-адміністрування, що зменшує витрати, час відгуку та людську похибку в системі моніторингу.

Сервер обробки працює на RedHat Enterprise Linux, що використовується у промислових рішеннях завдяки надійності та наявності технічної підтримки. Для завантаження файлів різного формату використовуються Bash скрипти, а самі файли (xml, csv) оброблюються у Perl – обидва додатки доступні у RHEL. Через багатий набір функціоналу та швидкодію, поширеною серед операторів зв'язку стала СУБД Oracle. Саме на її основі планується впровадження системи зберігання оброблених даних а також її перетворення використовуючи внутрішній функціонал БД.

Дані з БД мають використовуватись для багатьох задач:

- дані з файлів конфігурацій та аварій мають бути зв'язані для отримання інформації про місце виникнення аварії;
- дані з файлів вимірювань використовуються для відображення поточної статистики про роботу мережі та її моніторингу навантаження;
- дані конфігурацій можуть бути зв'язаними з даними статистики для отримання інформації про навантаження на різних елементах конфігурації.

При цьому, для сигналізації про виникнення аварії має бути проведена інтеграція системи у ВМС Proactive Net для промислового контролю стану мережі.

#### **Література:**

1. Telecommunications Network Strategy and Planning Symposium. NETWORKS 2004, 11th International. Електронна версія – <http://ieeexplore.ieee.org/xpl/articleDetails.jsp?reload=true&arnumber=1341795>
2. Проектування інформаційних систем: Посібник / За редакцією І.С. Пономаренка. - Видавничий центр "Академія", 2002. — 488 с.
3. Т. Кайт. Oracle: Эффективное проектирование приложений. – СПб.: "Питер", 2001. - 800 с.
4. Савчук Т.О. Організація баз даних і знань. - Вінниця: ВДТУ, 2000. - 123 с.

*Науковий керівник – к.т.н., доц. Швайченко В.Б.*

### **Необхідність синхронізації в мережах зв'язку та вплив проковзувань на якість послуг**

**Сіліна О.О.,**

*НТУУ "КПІ", кафедра звукотехніки і реєстрації інформації*

Стрімкий розвиток цифрових систем комутації і засобів передачі інформації, впровадження технологій SDH і SONET призвело до значного зростання ролі систем синхронізації в мережах телекомунікацій. Нові сфери застосування та види послуг, що надаються також викликають підвищені вимоги до характеристик і роботи мереж синхронізації. Ідеальне розв'язання проблеми синхронізації полягає в тому, щоб забезпечити однакову тактову частоту обробки інформації в усіх вузлах цифрової мережі.

Синхронізація повинна існувати на трьох рівнях: бітова синхронізація, синхронізація на рівні каналних інтервалів та кадрова синхронізація.

Тактовий генератор мережі (ведучий), що розташований у вузлі джерела, управляє частотою передачі через цей вузол бітів, кадрів і каналних інтервалів. Ведений генератор мережі розташований в приймаючому вузлі, призначений для управління швидкістю зчитування інформації. Метою тактової мережевої синхронізації є узгодження роботи ведучого генератора і приймача так, щоб приймаючий вузол міг правильно інтерпретувати цифровий сигнал. Різниця в синхронізації вузлів, що знаходяться в одній мережі, може привести до пропуску або до повторного зчитування приймаючим вузлом надісланої на нього інформації. Це явище називається проковзуванням.

Існують дві основні причини виникнення проковзувань. Перша причина – відсутність частоти синхронізації через втрату зв'язку між генераторами, що приводить до відмінності тактових частот. Друга причина – фазові зсуви або в лініях зв'язку (такі, як джиттер і вандер), або між ведучим і веденим генераторами.

Нестабільність частоти синхронізації ведучого генератора слабо впливає на загальну нестабільність в мережах синхронізації, оскільки цезієві генератори, GPS і LORAN-C звичайно матимуть довготривалі похибки по частоті  $10^{-13} \dots 10^{-12}$ . Це призводить до проковзувань на рівні приблизно одного разу в п'ять років. Нестабільність частоти генератора приймача звичайно в 10...100 разів перевищує нестабільність частоти ведучого генератора, що служить причиною більшості помилок синхронізації та проковзувань в мережах.

Для забезпечення найкращих характеристик та стійкості мережі синхронізації, необхідно уникати замкнутих петель синхронізації, використання найкращих можливостей

для транспортування еталонних сигналів синхронізації та зведення до мінімуму їх каскадування.

Для зведення до мінімуму кількості проковзувань необхідно застосовувати найкраще обладнання для передачі еталонного сигналу синхронізації. Еталонний сигнал повинен мати найменш можливі значення джиттера та вандера.

Каскадування еталонних сигналів синхронізації по мережі повинно зводитися до мінімуму. Чим більше генераторів і обладнання в мережі синхронізації, тим більша буде накопичена похибка і тим більше частотний зсув. Кожен пристрій буде додавати погіршення, на які повинні будуть реагувати генератори в колі синхронізації. Тому, для забезпечення найкращих характеристик кола синхронізації повинні містити як можна менше пристроїв.

#### Література:

1. Синхронизация телекоммуникационных сетей: Основные понятия / Хьюлетт-Паккард. – 1995. – 26с.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Макаренко В.В.

### Визначення показника грубості системи автоматизованого регулювання температури в кубовій частині ректифікаційної колони

**Подвиженний В.С.,**

*Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне*

У сучасних виробництвах широке застосування знайшли високоефективні технологічні процеси з використанням агрегатів великої одиничної потужності, оснащені засобами механізації та автоматизації. Одним з таких технологічних апаратів є ректифікаційна колона. Для розрахунку оптимальних параметрів регулятора та перевірки системи на грубість використаємо одноконтурну САР температури в кубі колони.

Одноконтурна САР температури в кубі колони призначена для автоматичної підтримки заданого значення температури при виникненні збурень в роботі об'єкта. Структурна схема замкненої температури в кубі колони з вказівкою типових видів збурень наведена на рис. 1.

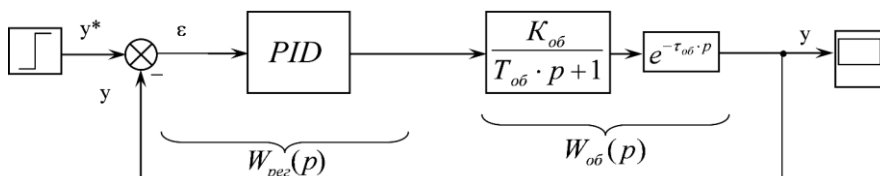


Рис.1. Структурна схема замкненої АСР

$$\frac{y^*}{y}(p) = \frac{W_p(p) \cdot W_{ob}(p)}{1 + W_p(p) \cdot W_{ob}(p)}; \quad \frac{y^*}{\lambda_{вн}}(p) = \frac{W_{ob}(p)}{1 + W_p(p) \cdot W_{ob}(p)}; \quad \frac{y^*}{\lambda_3}(p) = \frac{1}{1 + W_p(p) \cdot W_{ob}(p)}$$

$$W_{ob}(p) = \frac{K_{ob} \cdot e^{-\tau_{ob} \cdot p}}{T_{ob} \cdot p + 1}; \quad W_p(p) = K_p \left( 1 + \frac{1}{T_i \cdot p} \right), \quad [1]$$

де  $\varepsilon = (y^* - y)$  - розузгодження (розбаланс);  $\lambda_{вн}$  - внутрішні збурення (збурення зі сторони РО);  $\lambda_3$  - зовнішні збурення (збурення по навантаженню);  $W_p(p)$  - передавальна функція регулятора;  $W_{ob}(p)$  - передавальна функція об'єкта.

Типовим збуренням в інженерних розрахунках САР береться скачок зі сторони РО, так



як в цьому випадку збурення наноситься по основному регулюючому каналу об'єкта, отже будемо розглядати збурення зі сторони РО.

Враховуючи, що в якості об'єкту маємо статичний об'єкт, а в якості регулятора - ПІ-регулятор, розрахуємо настройки регулятора за наведеними нижче спрощеними (інженерними) формулами:

$$W_p(p) = K_p + \frac{K_i}{p},$$

де  $K_p$  - коефіцієнт передачі регулятора, В/°С ;  $K_i$  – коефіцієнт передачі інтегруючої складової регулятора, хв.

Для розрахунку настройок регулятора в статті використанні наступні залежності:

$$K_p = \frac{0,6 \cdot T}{K \cdot \tau}, K_i = \frac{1}{K \cdot \tau}.$$

Після підстановки числових значень отримаємо:

$$K_p = \frac{0,6 \cdot 577}{15,8 \cdot 48} = 0,46, K_i = \frac{1}{15,8 \cdot 48} = 0,0013.$$

Таким чином параметри настройки регулятора:

$$K_p = 0,46 \text{ В/}^\circ\text{С}; \quad K_i = 0,0013 \text{ с}^{-1}.$$

Оскільки в процесі регулювання температури в кубовій частині ректифікаційної колони виникає багато збурень, то доцільно буде перевірити систему на грубість.

Під грубістю одноконтурної САР розуміють малу чутливість критерію функціонування до варіацій параметрів розімкненої САР.

Для дослідження системи були зняті 3 перехідних характеристик: при змінному  $K_{об}$ ; при змінному  $T_{об}$ ; при змінному  $\tau_o$  - всі при оптимальних параметрах налагоджування регулятора. Варіації параметрів проводились в діапазоні 20%. Дослідження будемо проводити по каналу збурення збоку РО – вихід, так як оптимальні параметри регулятора розраховувались саме для цього каналу. Отримані перехідні процеси приведені нижче на малюнках:

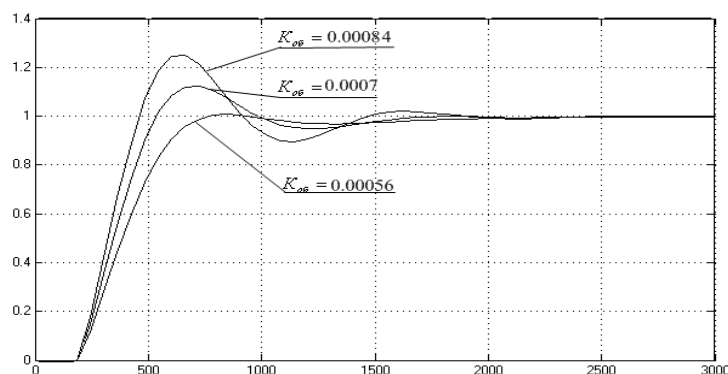


Рис. 2. Перехідний процес за каналом „завдання - вихід ” ( $T_{об} = 450 \text{сек}$  ,  $\tau = 200 \text{сек}$ )

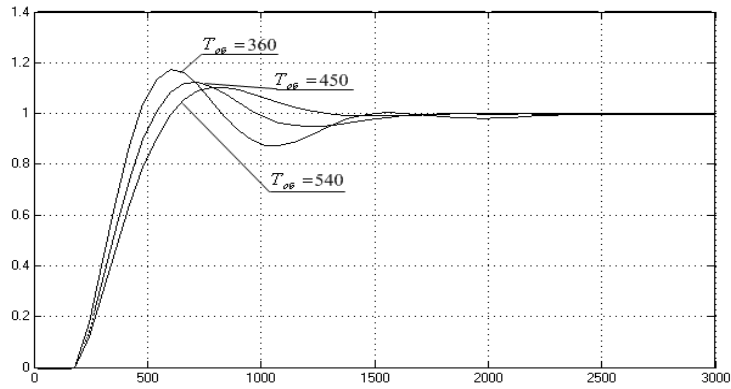


Рис. 3. Перехідний процес за каналом „завдання - вихід” ( $K_{об} = 0.0007 \frac{\text{кПа}}{\%PO}$ ,  $\tau = 200$  сек)

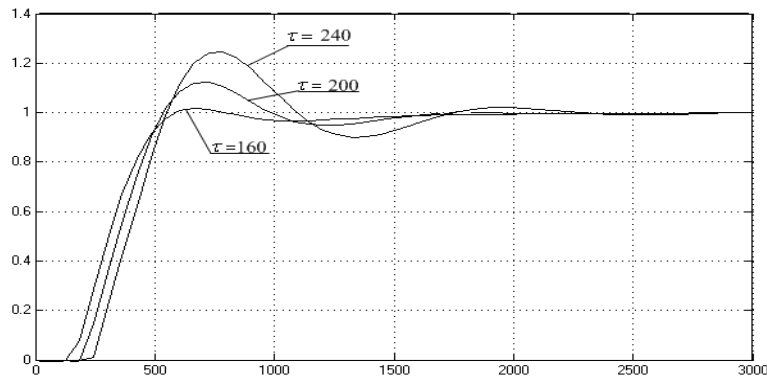


Рис. 4. Перехідний процес за каналом „завдання - вихід”

$$K_{об} = 0.0007 \frac{\text{кПа}}{\%PO}, T_{об} = 450 \text{сек}$$

За отриманими процесами визначимо прямі критерії якості, які занесені до табл. 1.

Таблиця 1

Коб, кПа/%PO	Тоб,сек	τоб, сек	Динамічний викид У <sub>1</sub> , кПа/%PO	Час регулювання τ <sub>p</sub> , с
<b>0,00056</b>	450	200	1,05	700
<b>0,0007</b>	450	200	1,12	1250
<b>0,00084</b>	450	200	1,25	1300
0,0007	<b>360</b>	200	1,17	1300
0,0007	<b>450</b>	200	1,12	1250
0,0007	<b>540</b>	200	1,1	1100
0,0007	450	<b>160</b>	1,02	500
0,0007	450	<b>200</b>	1,12	1360
0,0007	450	<b>240</b>	1,25	1600

Відносні коефіцієнти чутливості визначаються залежністю:

$$k_z = \frac{\frac{|R - R^{opt}|}{R^{opt}}}{\frac{|Z - Z^{opt}|}{Z^{opt}}}, [2]$$

де  $k_z$  - відносний коефіцієнт чутливості для змінного параметра  $Z$ ;  $Z$  - поточне значення параметра;  $Z^{opt}$  - оптимальне значення параметру;  $R$ ,  $R^{opt}$  - відповідно поточне значення критерію якості та значення при оптимальних параметрах.

Для  $K_{об}$  отримаємо:

$$k_{K_{об}-20\%} = \frac{\frac{|1,12 - 1,05|}{1,12}}{0,0007} = 0,31; k_{K_{об}+20\%} = \frac{\frac{|1,25 - 1,12|}{1,12}}{0,0007} = 0,58.$$

Розраховані значення відносних коефіцієнтів чутливості зведені до табл. 2.

Таблиця 2

Оптимальні параметри	Відносний коефіцієнт чутливості			
	$Y_1$		$\tau_p$	
	0		0	
$K_{об} = K_{об}^{onm} + 20\%$	0,58	0,45	0,2	1,2
$K_{об} = K_{об}^{onm} - 20\%$	0,31		2,2	
$T_{об} = T_{об}^{onm} + 20\%$	0,09	0,15	0,6	0,4
$T_{об} = T_{об}^{onm} - 20\%$	0,22		0,2	
$\tau_{об} = \tau_{об}^{onm} + 20\%$	0,58	0,53	0,88	2,02
$\tau_{об} = \tau_{об}^{onm} - 20\%$	0,44		3,16	

Аналізуючи отримані результати дослідження впливу зміни параметрів системи на прямі критерії якості, можна відмітити, що дана САР не є грубою, так як для грубої САР значення коефіцієнтів чутливості не повинні перевищувати 0,1.

За результатами дослідження отриманої системи на грубість можна сказати, що система є не грубою, і малі зміни якогось з параметрів об'єкту управління викличуть достатньо великі зміни критерію якості функціонування САР.

#### Література:

1. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию / Под ред. Ю. И. Дытнерскоо. Изд. 2-е, перераб. и доп. М.: Химия, 1991. - 494 с.
2. А. И. Волжинский, В. А. Константинов. Ректификационные насадочные колонны (часть 1): Учебное пособие. — СПб.: СПбГТИ (ТУ), 2003. — 27 с.
3. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. - М., 2005. - 753 с.
4. Александров И.А. Ректификационные и абсорбционные аппараты. – М.: Химия, 1978. - 280 с.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Жомирук Р.В.

## Оптимізація процесу забезпечення теплового режиму будівель і споруд мікрорайону

**Костецький А.В.,**

*Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне*

Системи теплопостачання будівель та споруд належать до числа найбільш ресурсоємних технологічних об'єктів у комунальному господарстві та промисловості. Для зменшення величини теплоспоживання необхідно регулювати температуру теплоносія в системах опалення будівель навчальних закладів, а саме зменшення її температури вночі.

Метою роботи є автоматизація процесу керування тепловими режимами навчальних закладів шляхом створення та впровадження системи контролю температурних режимів і керування індивідуальними тепловими пунктами окремих споруд.

Розв'язати зазначену проблему може диспетчеризація теплових пунктів в окремих будівлях. Вбудовані в електронні регулятори температури теплоносія промислові інтерфейси зв'язку (RS-232, RS-485) дозволяють достатньо просто, крім виконання безпосередньо основних завдань, реалізувати оперативний контроль режимів роботи та віддалене керування виконавчими механізмами теплового пункту будівлі. При цьому як лінії зв'язку локальної автоматики з обладнанням рівня диспетчеризації можуть використовуватись існуючі як провідні, наприклад, телефонні чи оптоволоконні лінії, так і бездротові мережі, наприклад, стільникова мережа GSM.

У роботі приведено автоматизовану систему диспетчерського керування тепловими пунктами будівель навчальних закладів. Система складається з промислового обладнання та забезпечує завдяки розробленому програмному забезпеченню поточний контроль температурних режимів систем опалення навчальних закладів.

Розроблено автоматизовану систему, її апаратне та програмне забезпечення, за допомогою якої можна здійснювати контроль за станом теплових систем віддалених будівель та оперативно вносити зміни в режими їх роботи.

Система включає стандартне промислове обладнання, забезпечує необхідний рівень надійності та швидкодії, має комунікацію з мережею Internet.

### **Література:**

1. Пирков В.В. Сучасні теплові пункти: Автоматика и регулювання // Такі справи. – 2007. – 252 с.
2. Електронний регулятор температури ECL 200. Тех. документація. – М.: Danfoss, 2007. – 18 с.

## Управління процесом горіння в котлоагрегаті

**Ільчук П.Ф.,**

*Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне*

Горіння - складний фізико-хімічний процес перетворення вихідних речовин в продукти згорання в ході екзотермічних реакцій, що супроводжується інтенсивним виділенням тепла. Горіння досі залишається основним джерелом енергії в світі і залишиться таким в найближчій перспективі. У 2010 році приблизно 90% всієї енергії виробленої людством на Землі, добувалося спалюванням викопного палива або біопалив, і за прогнозами Управління енергетичних досліджень і розробок (США) ця частка не впаде нижче 80% до 2040 року при одночасному зростанні енергоспоживання на 56% в період з 2010 по 2040 рік.

Природний газ - це найпоширеніше паливо на сьогоднішній день.

Основним паливним компонентом природного газу є метан -  $\text{CH}_4$ . Його вміст у природному газі досягає 98%. Метан не має запаху, не має смаку і є нетоксичним. Межа його займистості знаходиться від 5 до 15%. Саме ці якості дозволили використовувати природний газ, як один з основних видів палива. Небезпечною для життя є концентрація метану більше, ніж 10%, так може настати задуха, внаслідок нестачі кисню. Для виявлення витoku газу, газ піддають одоризації, інакше кажучи, додають сильнопахучу речовину (етилмеркаптан). При цьому газ можна виявити вже при концентрації 1%. Крім метану в природному газі можуть бути присутніми горючі гази - пропан, бутан і етан.

Основними параметрами регулювання горіння палива є:

- співвідношення газу і повітря, які подаються на пальники
- коефіцієнт надлишку повітря.
- коефіцієнт корисної дії котла.

Для забезпечення якісного горіння газу необхідно в достатній кількості підвести повітря в зону горіння і домогтися гарного перемішування газу з повітрям. Оптимальним вважається співвідношення 1:9. Тобто на одну частину газу припадає дев'ять частин повітря. Але при такому співвідношенні може відбутися неповне згорання газу. Неповне згорання газу відбувається внаслідок недостатньої кількості повітря. При цьому візуально в полум'я з'являються язички кіптяви. Небезпека неповного згорання газу полягає в тому, що чадний газ може стати причиною отруєння персоналу котельні. Вміст  $\text{CO}$  в повітрі 0,01-0,02% може викликати легке отруєння. Більш висока концентрація може призвести до важкого отруєння і смерті. Утворена сажа осідає на стінках котлів погіршуючи тим самим передачу тепла теплоносію, знижує ефективність роботи котельні. Сажа проводить тепло гірше метану в 200 разів. Для того щоб уникнути такого, пальник настроюють на велику кількість надходження повітря. В такому випадку згорання пройде при надлишку повітря. Цей надлишок повітря називають коефіцієнтом  $\alpha$ . Однак згорання при надлишку повітря характеризується додатковою втратою тепла. Щоб втрати тепла були невеликими надлишок повинен підтримуватись в певних межах.

Таким чином, при утриманні надлишку повітря в оптимальних межах:

1. Збільшується в процентному співвідношенні вміст вуглекислого газу в димових газах.
2. Зменшується в процентному відношенні вміст незгорівших залишків кисню в димових газах.
3. Збільшується ККД завдяки зменшенню втрат тепла.

Отже, важливим завданням при управлінні процесом горіння є дотримання коефіцієнту альфа в оптимальних межах, щоб втрати тепла були найменшими і при цьому газ згоряв повністю.

У доповіді розглянуті способи управління процесом горіння. Отримано графік залежності вмісту  $\text{CO}$  і  $\text{O}_2$  у димових газах від коефіцієнту  $\alpha$ . На графіку визначена зона оптимального спалювання тобто значення коефіцієнту альфа при яких спалювання буде оптимальне. Далі був розглянутий спосіб оптимізації процесу горіння. Періодично, через встановлені проміжки часу, шляхом крокового переміщення щонайменше одного з регулюючих органів, встановлених на трубопроводах подачі палива і повітря, здійснювати процедуру пошуку такого співвідношення подачі палива-повітря змінюючи положення регулюючого органу (регулюючих органів) один чи кілька кроків у бік зменшення подачі палива і/або збільшення повітря і контролювати концентрацію оксиду вуглецю, при цьому вплив на регулюючий орган продовжувати до першого виміру, коли концентрація оксиду вуглецю не стане менше 0,005%. Даний спосіб дозволяє підтримувати коефіцієнт надлишку повітря в оптимальних межах, тобто встановити кількість повітря, що йде на горіння, трохи більше необхідного теоретично. Це, з одного боку, забезпечує повноту спалювання палива

(відсутність недопалення), а, з іншого боку, процес горіння відбувається при мінімально необхідній кількості повітря.

Також була представлена схема пристрою для реалізації даного способу управління процесом горіння.

#### **Література:**

1. А.А. Коваль, А.М. Куприянов, А.М. Левин и др. "Способ управления процессом горения". Заявка 2679756/24-26 от 23.10.1978 г. А.с. 817398, опубликовано 30.03.1981 г. Бюл. 12.

2. <http://findpatent.com.ua/patent/210/2100703.html>

3. А.П. Ковалев, Н.С. Лелеев, Т.В. Веленский. "Парогенераторы", М., 1985 г., с. 48-60; 117-125 и др.

### **Інтегрована система стільникового зв'язку і передавання даних на основі когнітивного радіо**

**Пономаренко О.І.,**

*НТУУ "КПІ", кафедра звукотехніки і реєстрації інформації*

В області стільникового зв'язку критичним ресурсом є радіочастотний спектр (РЧС). Сформована тенденція до регулювання РЧС шляхом надання ексклюзивного доступу до радіочастотного ресурсу власникові ліцензії призвела до неефективного використання спектра. На тлі стрімкого зростання бездротового передавання трафіку і фізичних обмежень поширення радіосигналу в системах стільникового зв'язку гостро стоїть проблема дефіциту РЧС.

Одним з перспективних напрямків досліджень, які дозволяють ліквідувати проблему дефіциту РЧС, є створення систем на принципах когнітивного радіо і їх інтеграція з діючими системами стільникового зв'язку. Основна ідея "когнітивного радіо" полягає в можливості спільного використання РЧС декількома користувачами на умовах, що виключають взаємні перешкоди. Для цього система когнітивного радіо повинна бути здатна визначити в реальному масштабі часу вільні ділянки спектра частот та / або вільні тимчасові позиції в структурі сигналів, випромінюваних діючими засобами радіозв'язку ("білі плями").

Основним недоліком існуючих підходів до побудови систем когнітивного радіо на сьогоднішній день є здійснення моніторингу зайнятості РЧС зі стаціонарних позицій, при якому не враховується детальний розподіл спектра частот в безпосередній близькості від пристрою зв'язку. Відсутність апріорної інформації про динаміку зміни спектра частот ускладнює вирішення завдання визначення "білих плям".

Завдання підвищення швидкості передачі даних в умовах дефіциту спектра частот здатна вирішити інтегрована система стільникового зв'язку і передачі даних на принципах когнітивного радіо. Побудова подібної системи передбачає накладення на існуючу топологію мережі GSM взаємодоповнюючої мікростільникової мережі стандарту LTE, що працює в тому ж діапазоні частот.

Розглядаються принципи побудови системи на основі когнітивного радіо і забезпечення електромагнітної сумісності в загальній смузі частот системи GSM з мікростільниковою системою передачі даних LTE.

*Науковий керівник – ас. Тітков Д.В.*

## Автоматизація основних етапів роботи цеху розливу пива на ТОВ "Рівень ЛТД"

Тищук В.С.,

*Навчально-науковий інститут автоматики, кібернетики та обчислювальної техніки,  
Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне*

На даний час робота цеху відбувається в напівавтоматичному режимі і потребує певного втручання з боку обслуговуючого персоналу. Також присутні засоби захисту та контролю процесу роботи є дещо застарілими, тому було вивчено роботу виробничої лінії, та запропоновано проект автоматизації даного цеху.

Технологічний процес роботи цеху розливу пива можна поділити на 7 основних етапів, а саме:

- миття пляшок;
- бракераж після миття;
- розлив пива та закупорювання пляшок;
- бракераж наповненої тари;
- етикетування пляшок;
- датування пляшок;
- вкладання пляшок та відвантаження ящиків.

1. Миття пляшок відбувається в апараті німецької фірми KRONES у 8 етапів в різних його зонах. Для забезпечення сировини для миття були внесені певні зміни в автоматизацію даного процесу. На трубопроводах було встановлено запобіжні клапани, та датчики тиску для контролю проведення процесу мийки з належною якістю. Для подачі пляшок на машину є стіл, що забезпечує їх автоматичне завантаження.

2. Після миття пляшки необхідно проінспектувати на наявність браку(бруд, тріщин). На даний момент бракераж здійснюється оператором. Планується заміна оператора на бракеражний автомат Visorline FM 97 36P (апарат має ротаційний принцип дії).

3. Після бракеражу відбувається наповнення тари сировиною та закупорювання пляшок з допомогою моноблока Rotus 60. В проекті автоматизації передбачено встановлення датчика наявності тари перед апаратом, для захисту від «холостого» розливу пива за принципом «ні пляшки - ні розливу». Також передбачено встановлення теплообмінника, для підтримки необхідної температури сировини. Температура підтримується зміною витрати холодоагента (холодної води) в залежності від температури сировини. Це унеможливило «вистрілювання» пива, і вихід порожньої тари з розливу.

4. Після закупорювання, пляшки проходять повторний бракераж, щоб відсіяти погано закупорену тару чи тару із сторонніми домішками

5. Після повторного бракеражу відбувається наклеювання етикетки з допомогою етикетувального апарату KHS

6. Після цього на етикетку наноситься дата виробництва. В роботі пропонується автоматизувати даний процес за допомогою каплеструменевого маркувальника Linx 4900. Це дозволить проводити датування в автоматичному режимі без участі оператора.

7. Після датування формуються ящики з готовою продукцією, які відвантажуються на склад. Пляшка потрапляє по стрічковому транспортеру на укладчик (МЕCHANIK 3) на накопичувальний стіл. Пляшки розподіляються по окремих рядах. Після того, коли ряд завантажений (контроль завантаженості ряду здійснюється фотодатчиками), вмикаються механізми який здійснює захоплення пляшок пневматичним(вакуумним) способом.

Отже, в даній роботі, було розроблено проект автоматизації деяких етапів роботи цеху розливу пива на ТОВ «Рівень ЛТД»

Це дозволяє зменшити «людський фактор» та кількість обслуговуючого персоналу, дозволить забезпечити якісний процес миття тари шляхом контролю подачі сировини в пляшкоий апарат. Автоматизація процесу датування що дозволяє в режимі реального часу режимі проводити маркування тари. І мінімізувати людське втручання в процес. Встановлення датчика наявності тари та теплообмінника на розлив дасть змогу уникнути «холостого» розливу сировини чи «вистрілювання» пляшки після наливу.

#### **Література:**

1. И.Я. Веселов, А.С. Шатхан. Развитие пивоваренной промышленности СССР. – 1955.
2. Калунянц К.Є. Устаткування підприємств пивоварної і безалкогольної промисловості. – М.:Пищепром, 1987
3. Пальчевський Б. О. Автоматизація технологічних процесів (виготовлення і пакування виробів): навч. Посіб. – Львів: Світ, 2007. – 392 с.
4. М.М. Благовещенская, Н.О.Воронина, А.В. Казаков и др., «Автоматика и автоматизация пищевых производств», - М.: Агропромиздат, 1991.

*Науковий керівник – доц. Филипчук Л. В.*

### **Моделювання системи керування процесом свердловинного гідровидобутку корисних копалин з використанням системи моделювання Simulink Matlab**

**Ващук Л.В.,**

*Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне*

Складність і умови проведення технологічного процесу підземного гідророзмиву створюють проблеми оперативного контролю за технологічними параметрами. В роботі пропонується здійснювати управління процесом гідромоніторного розмиву на основі контролю відстані між насадкою гідромонітора і стінкою вибою та швидкості розмиву породи.

Сучасні ультразвукові, акустичні та лазерні дальноміри дають змогу проводити вимірювання відстані безконтактним способом з високою точністю та швидкістю. Використання ПЛК дозволить реалізовувати програмним способом складні закони регулювання та логічні схеми обробки інформації, будувати складні системи керування процесами свердловинного гідровидобутку.

Пропонується наступний алгоритм роботи системи. Сигнал з дальноміра надходить до програмованого логічного контролера, який по різниці вимірюваних відстаней за певний час обраховує швидкість розмиву та видає керуючий сигнал за ПІД-законом на перетворювач частоти (ПЧ) і змінює таким чином тиск води у гідромоніторі, що призводить до зміни швидкості розмиву. При досягненні певної відстані між стінкою вибою та насадкою гідромонітора, ПЛК видає сигнал на висунення чергової секції гідромонітора. Використання телескопічного гідромонітора дає змогу збільшити розміри камери розмиву без використання значно вищих тисків робочого агента. Після висунення останньої секції гідромонітора контролер збільшує тиск до максимально можливого. Для підтримання постійної лінійної швидкості струменя по стінці вибою використовується частотнорегульований привід для обертання гідромонітора навколо осі. При збільшенні відстані від насадки гідромонітора до стінки вибою лінійна швидкість струменя по стінці вибою збільшуватиметься, тому ПЛК подає сигнал керування за ПІ-законом на ПЧ та зменшує кутову швидкість обертання гідромонітора. Також для деяких технологічних схем видобутку необхідно керувати кутом повороту гідромонітора, тобто встановлювати сектор



виймання породи. Після завершення розмиву на певній глибині ПЛК видає сигнал про необхідність зміни положення гідромонітора по висоті.

Моделювання процесу гідромоніторного розмиву проводилось в пакеті Matlab/Simulink.

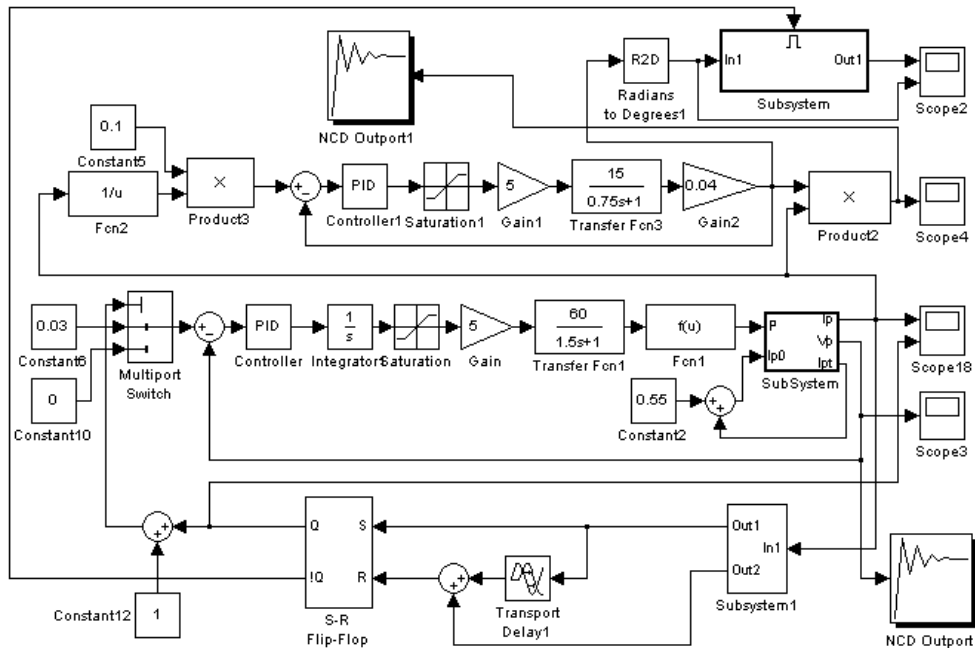


Рис. 1. Структурна схема системи керування гідромоніторним розмивом

Результатом моделювання системи керування гідромоніторним розмивом є перехідні характеристики та графіки переключень технологічних режимів роботи, зняті при завданні швидкості розмиву 0,03 м/с та при настроюваннях ПІД-регулятора швидкості розмиву  $K_p = 30$ ,  $K_i = 4$ ,  $K_d = 25$ ; завданні ПІ-регулятора швидкості руху струменя по стінці вибою 0,1 м/с та настроюваннях  $K_p = 3,3$ ,  $K_i = 5,75$ . Пошук настроювань регуляторів проводився з допомогою блоків параметричної оптимізації NCD Output та NCD Output1 із бібліотеки Simulink.

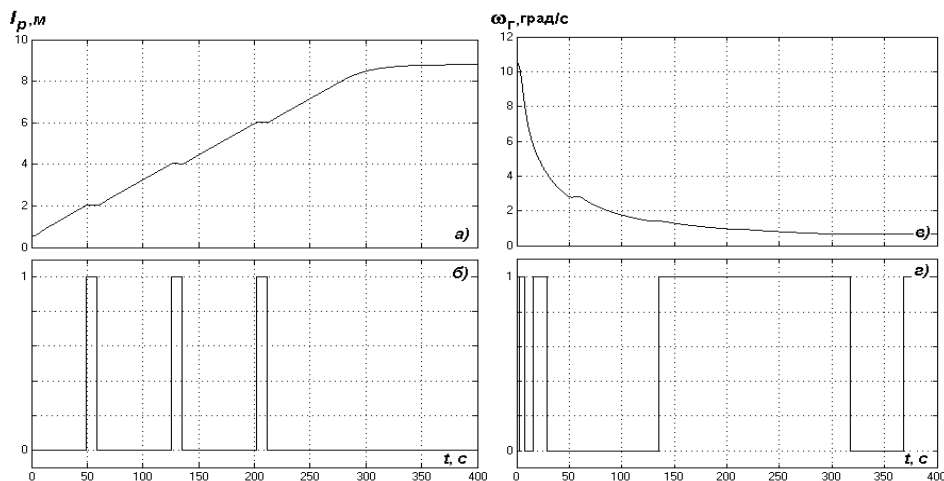


Рис. 2. Перехідні характеристики системи: а) по дальності розмиву; б) управління подачею секцій телескопічного гідромонітора; в) по кутовій швидкості гідромонітора; г) управління напрямком обертання гідромонітора

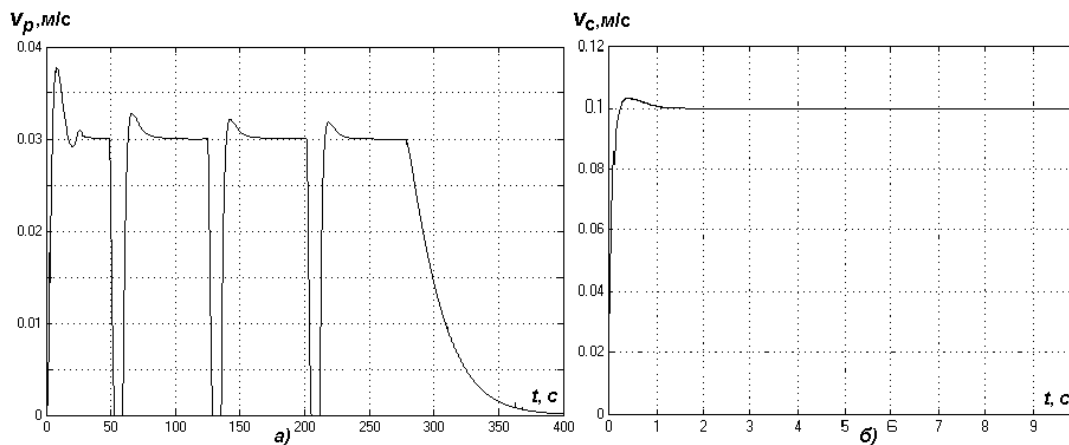


Рис. 3. Перехідні характеристики системи: а) по швидкості розмиву; б) по швидкості руху струменя по стінці вибою

**Висновки:** Наведена імітаційна Simulink-модель може бути використана при проектуванні та розрахунку систем управління процесом гідромоніторного розмиву та основою для побудови гнучких систем управління з використанням адаптивних, екстремальних, самонастроювальних та нечітких методів керування, що дозволить використовувати їх для видобутку різних корисних копалин.

#### **Література:**

1. Проблеми та перспективи застосування свердловинної гідротехнології для розвитку мінерально-сировинної бази Рівненсько-Волинського регіону. Маланчук З.Р., Калько А.Д., Боблях С.Р. – Матеріали сьомої міжнародної промислової конференції 2007 г., п. Славское. 134-136 с.
2. Маланчук З.Р. Научные основы скважинной гидротехнологии. – Ровно: РГТУ, 2002. – 372 с.
3. Современные системы управления / Р. Дорф, Р. Бишоп; Пер. с англ. Б.И. Копылова. – М.: Лаборатория базовых знаний, 2004. – 832 с.
4. Аренс В.Ж. Физико-химическая геотехнология: учебное пособие. - М.: Изд-во Московского гос. горного ун-та, 2001. - 656 с.
5. Цяпко Н.Ф. Современное состояние гидроотбойки угля в Кузбассе // Труды ВНИИ Гидроугля. - 1967. - Вып. XI.

### **Забезпечення екологічної безпеки шляхом очищення стічних вод від токсичних домішок**

**Куцак В.В., Бідун О.А.,**

*Навчально-науковий інститут автоматики, кібернетики та обчислювальної техніки,  
Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне*

Проблема забруднення води є дуже актуальною в нас час. В Україні, як і в інших європейських країнах, значна увага приділяється вирішенню проблеми захисту водних ресурсів від забруднення недостатньо очищеними стічними водами. Великий відсоток забруднень спричинений великим вмістом важких металів та токсичних речовин. Найбільше розповсюдження в процесах вилучення важких металів отримав реагентний метод, головною складовою якого є регулювання таких параметрів стічних вод, як величини рН та Eh водного середовища. Проведення процесу очищення води в проточних спорудах перетворюється в значну проблему, оскільки потребує постійної зміни кількостей хімічних реагентів, точне

дозування яких практично неможливе навіть при наявності складних систем автоматизації процесу очищення. Також використання надлишкової кількості реагентів призводить до вторинного забруднення води. Тому даний час стоїть питання знаходження ефективних способів очищення стічних вод та керування цими процесами. Основними джерелами забруднення стічних вод є промислові підприємства машинобудування, приладобудування, електроніки, радіотехніки та на інших виробництвах внаслідок хімічної та електрохімічної гальванічної обробки різних деталей та обладнання. Оскільки стічні води мають багато забруднень, одночасно виміряти концентрацію кожного компонента неможливо, тому в процесі очищення використовуються такі параметри, як активна реакція середовища рН та окисно-відновний потенціал Eh. Аналіз впливу реагентів на ступінь осадження показує, що коагулянти, флокулянти і осаджувачі сприяють утворенню малорозчинних сполук важких металів, а окисники та відновники, залежно від їх кислотно-лужних властивостей, можуть прискорювати або гальмувати процеси осадження металів. Аналіз якісного впливу найбільш характерних компонентів стічної води на ефективність процесів очищення показує, що він має різнонаправлений характер, тобто може підвищувати або знижувати ефективність очищення шляхом осадження, окиснення чи відновлення металовмісних домішок. Очищення стоків від домішок забезпечується поєднанням двох технологічних процесів: повним та швидким змішуванням реагентів із всім об'ємом стічної води та необхідною тривалістю протікання хімічних процесів. Тому під час очищення стічних вод від важких металів для забезпечення цих двох процесів необхідно застосовувати таку споруду, як змішувач-реактор. Такі реактори бувають різних типів та конструкцій. За типом функціонування вони поділяються на проточні та непроточні, за способом змішування найпоширенішими є гідравлічні та механічні. Для ефективного регулювання Eh та рН найдоцільнішим є використання непроточного механічного ЗР. Такі змішувачі-реактори дозволяють вести поточний та кінцевий контроль за величиною Eh та рН, що забезпечує повне знешкодження забруднень, та при необхідності проведення лабораторного контролю за якістю очищення перед випуском знешкоджених стічних на подальші очисні споруди.

Отже, для ефективного проходження процесу очищення стічних вод від важких металів та інших забруднюючих домішок пропонується комплексне регулювання параметрів рН та Eh із застосуванням систем автоматизованого керування. Проведення даного процесу залежно від ступеня та типу очищення рекомендується у відповідних змішувачах-реакторах. В подальших дослідженнях планується побудова математичної моделі змішувача-реактора як об'єкта керування в умовах багатокомпонентних сумішей, коли кінетика хімічних реакцій є невідомою. Таким чином можна синтезувати моделі для різних типів технологічних процесів очищення стічних вод за результатами експериментальних досліджень зі стоками.

#### **Література:**

1. Правила приймання стічних вод підприємств у комунальні та відомчі системи каналізації населених пунктів України. / Наказ Держбуду України від 19.02.2002 року № 37. – К : Держбуд України, 2002. - 26 с.
2. Рогов В. М. Электрохимическая технология изменения свойств воды / В. М. Рогов, В. Л. Филипчук. – Львов :Вища школа, 1989. - 121 с.
3. Филипчук В. Л. Очищення багатокомпонентних металовміщуючих стічних вод промислових підприємств / Филипчук В. Л. – Рівне : УДУВГП, 2004. - 232 с.

*Науковий керівник – доц. Филипчук Л. В.*

Невпинний сучасний розвиток комп'ютерних та інформаційно-телекомунікаційних технологій є основою для побудови і подальшого становлення інформаційного суспільства. Разом з тим, суттєво зростають потоки інформації в усіх сферах людської діяльності. Тому необхідною умовою функціонування інформаційного суспільства є використання інтелектуальних пристроїв, систем і мереж різного призначення, включаючи системи дистанційного моніторингу комп'ютерних мереж (КМ). У роботі [1] проведено аналіз технологій моніторингу КМ, тому доцільно зазначити, що моніторинг КМ необхідний для отримання оперативної та достовірної інформації, що визначає динаміку станів об'єктів моніторингу та здійснює прогнозування їх загрозливих станів.

Оскільки вартість засобів моніторингових мереж та ефективність їх використання суттєво залежать від методів і алгоритмів обробки, кодування, аналізу і передачі даних (тобто методи і алгоритми істотно впливають на складність і вартість програмно-апаратних засобів мереж, систем та пристроїв), на сучасному етапі розвитку комп'ютерних технологій актуальним завданням є розробка методів і алгоритмів оперативної багатофункціональної обробки та передачі інформації, ефективних за обчислювальною складністю та точністю алгоритмів обробки і кодування інформації в місцях її виникнення (зародження).

Ефективне вирішення проблем дистанційного моніторингу КМ, які невпинно зростають, здійснюється шляхом встановлення на об'єктах малогабаритних засобів введення даних моніторингу, обробки, кодування та передачі пакетів інформації на центральну станцію мережі [2].

Основна проблема організації тривалого моніторингу КМ полягає в тому, що програмно-апаратні засоби ОС повинні вирішувати комплекс питань, пов'язаних з введенням, обробкою, кодуванням та передачею інформації в режимі, максимально наближеному до реального часу. Відповідно, інформативні дані від об'єктів з мінімальними затримками, які в найкращому випадку не перевищують 3-5 с, повинні доставлятися в центральну (локальну) базу даних. Значення такої затримки можна пояснити комфортним сприйняттям візуальної інформації.

Ефективність функціонування КМ дистанційного моніторингу станів об'єктів суттєво залежить від методів обробки первинних даних, алгоритмів аналізу станів об'єктів тривалого моніторингу, кодування двійкових масивів.

### Література:

1. Кадет М.В. (Сорока М.В.), Станіславова О.В., Гузій М.М. Аналіз технологій моніторингу комп'ютерних мереж // Науковий журнал — Наукоємні технології. — К.: НАУ.- №1. -2009.- С. 46 – 50.
2. Шевчук Б.М., Задірака В.К., Гнатів Л.О., Фрасер С.В. Технологія багатофункціональної передачі інформації в моніторингових мережах. — К.: Ін-т кібернетики ім. В.М. Глушкова НАН України, 2010. — 367 с.

Науковий керівник – к.т.н., доц. Макаренко В.В.

## Відмовостійкість та висока готовність кластерної системи

Валєєв А.Р.,

НТУУ «КПІ», кафедра звукотехніки та реєстрації інформації

Однією з основних проблем побудови обчислювальних систем в усі часи залишається завдання забезпечення їх тривалого функціонування. Це завдання має три складових: надійність, готовність і зручність обслуговування. Всі ці три складових припускають, в першу чергу, боротьбу з несправностями системи, породжуваними відмовами і збоями в її роботі. Ця боротьба ведеться за всіма трьома напрямками, які взаємопов'язані і застосовуються спільно. Підвищення надійності засноване на принципі запобігання несправностей шляхом зниження інтенсивності відмов і збоїв за рахунок застосування електронних схем і компонентів з високої і надвисокої ступенем інтеграції, зниження рівня перешкод, полегшених режимів роботи схем, забезпечення теплових режимів їх роботи, а також за рахунок вдосконалення методів збірки апаратури. Одиницею вимірювання надійності є середній час напрацювання на відмову (MTBF - Mean Time Between Failure).

Підвищення готовності передбачає придушення в певних межах впливу відмов і збоїв на роботу системи за допомогою засобів контролю і корекції помилок, а також засобів автоматичного відновлення обчислювального процесу після прояву несправності, включаючи апаратну і програмну надмірність, на основі якої реалізуються різні варіанти відмовостійких архітектур. Підвищення готовності - є спосіб боротьби за зниження часу простою системи. Одиницею виміру тут є коефіцієнт готовності, який визначає ймовірність перебування системи в працездатному стані в будь-який момент часу. Статистично коефіцієнт готовності визначається як  $MTBF / (MTBF + MTTR)$ , де MTTR (Mean Time To Repair) - середній час відновлення (ремонт), тобто середній час між моментом виявлення несправності і моментом повернення системи до повноцінного функціонування.

Нижче наведені загальноприйняті в даний час визначення, які ми будемо використовувати для різних типів систем, властивістю яких є та чи інша форма зниження планового і непланового часу простою:

**Висока Готовність (High Availability).** Справжні конструкції з високим коефіцієнтом готовності для мінімізації планового і непланового часу простою використовують звичайну комп'ютерну технологію. При цьому конфігурація системи забезпечує її швидке відновлення після виявлення несправності, для чого в ряді місць використовуються надлишкові апаратні і програмні засоби. Тривалість затримки, протягом якої програма, окремий компонент або система простоє, може перебувати в діапазоні від декількох секунд до декількох годин, але більш часто в діапазоні від 2 до 20 хвилин.

**Еластичність до відмов (Fault Resiliency).** Ряд виробників комп'ютерного обладнання ділить весь діапазон систем високої готовності на дві частини, при цьому у верхній його частині виявляються системи еластичні до відмов. Ключовим моментом у визначенні еластичності до відмов є більш короткий час відновлення, яке дозволяє системі швидко відкотитися назад після виявлення несправності.

**Стійкість до відмов (Fault Tolerance).** Відмовостійкі системи мають в своєму складі надлишкову апаратуру для всіх функціональних блоків, включаючи процесори, джерела живлення, підсистеми вводу / виводу і підсистеми дискової пам'яті. Якщо відповідний функціональний блок неправильно функціонує, завжди є гарячий резерв. У найбільш просунутих відмовостійких системах надлишкові апаратні засоби можна використовувати для розпаралелювання звичайних робіт. Час відновлення після виявлення несправності для перемикання відмовили компонентів на надлишкові для таких систем зазвичай менше однієї секунди.

**Безперервна готовність (Continuous Availability).** Вершиною лінії відмовостійких систем є системи, що забезпечують безперервну готовність. Продукт з безперервною готовністю, якщо він працює коректно, усуває будь-який час простою як планове, так і непланове. Розробка такої системи охоплює як апаратні засоби, так і програмне забезпечення і дозволяє проводити модернізацію (upgrade) і обслуговування в режимі on-line. Додатковою вимогою до таких системам є відсутність деградації в разі відмови. Час відновлення після відмови не перевищує однієї секунди.

Всі згадані типи систем високої готовності мають спільну мету - мінімізацію часу простою. Є два типи часу простою комп'ютера: планове і непланове. Мінімізація кожного з них вимагає різної стратегії і технології. Планове час простою звичайно включає час, прийняте керівництвом, для проведення робіт з модернізації системи і для її обслуговування. Непланове час простою є результатом відмови системи або компонента. Хоча системи високої готовності можливо більше асоціюються з мінімізацією непланових простоїв, вони виявляються також корисними для зменшення планового часу простою.

Висока готовність не дається безкоштовно. Загальна вартість подібних систем складається з трьох складових: початкової вартості системи, витрат планування і реалізації, а також системних накладних витрат. Для реалізації системи високої готовності користувачі повинні на початку закупити власне систему (або системи), що включає один або кілька процесорів в залежності від необхідної обчислювальної потужності і передбачуваної конфігурації, додаткове програмне забезпечення і додатковий дисковий простір.

Для того, щоб знизити вартість системи, слід ретельно оцінювати дійсно необхідний рівень готовності (тобто здійснювати вибір між високою готовністю, стійкістю до відмов і / або стійкістю до стихійних лих) і вкладати гроші тільки за забезпечення безпеки найбільш критичних для діяльності компанії додатків і даних.

#### **Література:**

1. Survey of Text Mining I: Clustering, Classification, and Retrieval (2003) – Michael W. Berry and Malu Castellanos, 2004 – 254 с.
2. Clusters for High Availability: A Primer of HP Solutions (2nd Edition) – Prentice Hall; 2 edition 2001, – 336 с.
3. Pro Linux High Availability Clustering Edition – Apress, 2014 -168 с.

*Науковий керівник – д.т.н., проф. Савченко Ю. Г.*

### **Класифікація обчислювальних кластерів за функціональністю вузлів**

**Валєєв А.Р.,**

*НТУУ «КПІ», кафедра звукотехніки та реєстрації інформації*

Вузли обчислювального кластера можуть являти собою повнофункціональні комп'ютери, які можуть працювати і як самостійні одиниці. Продуктивність такого кластера зазвичай невисока. Високодоступних і відмовостійких кластерів так само дуже мало або вони зовсім відсутні.

Для створення високопродуктивних обчислювальних кластерів системні блоки вузлових комп'ютерів роблять достатньо простими. Тут немає необхідності забезпечувати комп'ютери вузлів графічними картами, моніторами, дисковими накопичувачами і іншим периферійним обладнанням. Периферійне устаткування встановлюють тільки на одному або небагатьох керівних комп'ютерах (HOST-комп'ютерах). Такий підхід дозволяє значно зменшити вартість системи.

Для класифікації кластерів виберемо такі ознаки (рис. 1):

- класифікація за стандартністю комплектуючих;
- класифікація за функціональною спрямованістю.



Рис.1. Класифікація обчислювальних кластерів

**За стандартністю комплектуючих** можна виділити два класи кластерних систем:

- обчислювальний кластер, що будується цілком зі стандартних комплектуючих;
- при побудові кластера використовують ексклюзивні або нешироко поширені комплектуючі.

Обчислювальні кластери першого класу характеризують низькою вартістю і простотою обслуговування. Широке поширення кластерні технології отримали як засіб створення саме відносно дешевих систем суперкомп'ютерного класу із складових частин масового виробництва.

Кластери другого класу дозволяють отримати дуже високу продуктивність, але є, природно, більш дорогими.

**За функціональністю** кластерні системи можна розділити на:

- високошвидкісні кластерні системи (High Performance);
- кластерні системи високої готовності (High Availability).

Високошвидкісні кластери використовують в областях, які вимагають значної обчислювальної потужності.

Кластери високої готовності використовують всюди, де вартість можливого простою перевищує вартість витрат, необхідних для побудови відмовостійкої системи.

**Високошвидкісні кластери.** Продуктивність обчислювального кластера, очевидно, залежить від продуктивності його вузлів. З іншого боку, продуктивність кластера, як і всієї системи з розподіленою пам'яттю, сильно залежить від продуктивності комунікаційного середовища. Зазвичай при побудові обчислювальних кластерів використовують досить дешеві комунікаційні середовища. Такі середовища забезпечують продуктивність на один - два порядки нижчу, ніж продуктивність комунікаційних середовищ суперкомп'ютерів. Тому знаходиться не так багато завдань, які можуть досить ефективно вирішуватися на великих кластерних системах.

Вплив продуктивності комунікаційного середовища на загальну продуктивність кластерної системи залежить від характеру виконуваного завдання. Якщо завдання вимагає частого обміну даними між підзавданнями, які вирішують різні вузли обчислювального кластера, то швидкодії комунікаційного середовища слід приділити максимальну увагу. Відповідно, чим менше взаємодіють частини завдання між собою, тим менше уваги можна приділити швидкодії комунікаційного середовища.

**Кластери високої готовності.** Серед різноманіття типів сучасних обчислювальних систем високої готовності НА-кластери забезпечують високий рівень відмовостійкості за найнижчої вартості. Взагалі для того, щоб обчислювальна система мала високі показники

готовності, необхідно, щоб її компоненти були максимально надійними, щоб система була відмовостійкою, а також була передбачена «гаряча» заміна компонентів (без зупинки системи). Завдяки кластеризації у випадку відмови одного з комп'ютерів системи, завдання можуть бути автоматично (операційною системою) перерозподілені між іншими (справними) вузлами обчислювального кластера. Таким чином, відмовостійкість кластера забезпечують дублюванням всіх життєво важливих компонентів обчислювальної системи.

Найпопулярнішими комерційними відмовостійкими системами в даний час є двовузлові кластери.

#### **Література:**

1. Survey of Text Mining I: Clustering, Classification, and Retrieval (2003) – Michael W. Berry and Malu Castellanos, 2004 – 254 с.
2. Clusters for High Availability: A Primer of HP Solutions (2nd Edition) – Prentice Hall; 2 edition 2001, – 336 с.
3. Pro Linux High Availability Clustering Edition – Apress, 2014 -168 с.

*Науковий керівник - д.т.н., проф. Савченко Ю.Г.*

### **Переваги використання протоколу точного часу РТР для побудови мереж синхронізації**

**Сіліна О.О.,**

*НТУУ "КПІ", кафедра звукотехніки і реєстрації інформації*

Протоколи мережного і прецизійного часу NTP і РТР дозволяють забезпечити порівняння часу з точністю, яка залежить від масштабу мережі (WAN, MAN або LAN). Протокол NTP у своїй останній версії не дає точність, яка необхідна для сучасних додатків, і тому він залишився хорошим засобом для часової синхронізації, яке широко використовується в синхронізації серверів, розподілених баз даних і т.д. Але для побудови мережі тактової мережної синхронізації підходить логічне продовження протоколу NTP – це протокол РТР.

На відміну від протоколу NTP, за яким обмін пронумерованими мітками часу відбувається одночасно з багатьма серверами і, як правило, в режимі рівноправного обміну (peer-to-peer), в протоколі РТР зустрічний метод порівняння шкал часу суттєво доопрацьовано.

Стандарт IEEE 1588 передбачає, що протокол РТР надає стандартний метод синхронізації пристроїв в мережі з точністю до 10 нс. Даний протокол забезпечує синхронізацію ведених пристроїв від ведучого, засвідчуючи, що події та часові мітки на всіх пристроях використовують одну і ту ж часову базу. У протоколі передбачено два ступені для синхронізації пристроїв: визначення ведучого пристрою і корекція розбіжності в часі, викликані зсувом відліку годинника в кожному пристрої і затримками в передаванні даних мережею. Під час ініціалізації системи протокол РТР використовує алгоритм "найкращих ведучих годинників" для визначення найточнішого джерела синхронізації в мережі. Такий пристрій стає ведучим, а всі інші пристрої в мережі – ведені і підлаштовують свій годинник за ведучим пристроєм.

Різниця в часі між ведучим і веденим пристроями є комбінацією зміщення відліку годинника і затримки передавання синхронізуючого повідомлення. Тому корекція часового зсуву повинна виконуватися в два етапи: обчислення затримок передавання і зсуву, а потім їх корекція.

Стандарт IEEE 1588 не визначає частоту синхронізації ведучого і веденого пристроїв. В результаті синхросигнали з більш низькою частотою матимуть менш точну часову роздільну



здатність, що призводить до менш точних часових міток в синхронізуючих повідомленнях. Стабільність частоти опорних генераторів також є показником якості при реалізації протоколу.

На якість синхронізації пристроїв впливає топологія мережі і рівномірність трафіку. У мережі з великою кількістю пристроїв і високим навантаженням каналів передавання даних точність трансляції синхронізації буде гіршою. Тому для передавання сигналів синхронізації переважно використовують окрему мережу передавання даних.

Таким чином, протокол RTP доцільно використовувати для синхронізації пристроїв в мережах з комутацією пакетів.

#### **Література:**

1. Телегин С. А. Протокол RTP для синхронизации сетей NGN / С. А. Телегин // Первая миля. – 2009. – №5-6. – С. 20-23.

2. Савчук А. В. Шапошников В. Н. Черняк И. П. Синхронизация текущего времени: протокол прецизионного времени / А. В. Савчук В. Н. Шапошников И. П. Черняк // Зв'язок. – 2008. – №2. – С. 28-33.

*Науковий керівник – к.т.н., доц. Макаренко В.В.*

### **Порівняльний аналіз сучасних осцилографів**

**Довженко О.О.,**

*НТУУ «КПІ», кафедра звукотехніки та реєстрації інформації*

Фактично всі лабораторні дослідження сучасної апаратури потребують візуалізації сигналів. Для цього використовують аналогові та цифрові осцилографи. Кожен з цих типів має свої недоліки та переваги. Порівняння наведено в таблиці 1.

Табл. 1. Порівняльний аналіз аналогових та цифрових осцилографів

Аналогові осцилографи	Цифрові осцилографи
<b>Переваги:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Відносно невелика вартість</li> <li>- Відсутність фіксованої роздільної здатності дисплею</li> </ul>	<b>Переваги:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Зручність в користуванні</li> <li>- Дуже невеликі розміри</li> <li>- Наявність автоматичних розрахунків (напруга, частота, час фронту та спаду імпульсів, швидке перетворення Фур'є тощо)</li> </ul>
<b>Недоліки:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Великі розміри та вага</li> <li>- Потрібен час для прогріву</li> <li>- Вигорання люмінофору</li> <li>- Неможливість збереження результатів вимірювань</li> <li>- Потребує кваліфікованого користувача</li> </ul>	<b>Недоліки:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Відсутність гальванічної розв'язки</li> <li>- Потребує відносно потужний комп'ютер</li> </ul>

Для прикладу розглянемо цифрові осцилографи фірми Instrustar серії ISDS2xx. На ринку представлено багато різних осцилографів, але саме ця фірма вигідно відрізняється від конкурентів. Осцилографи серії ISDS2xx мають в своєму складі:

- двоканальний осцилограф з еквівалентною смугою частот від 20 до 60 МГц в залежності від моделі;

- двоканальний аналізатор спектру з величезною кількістю варіантів цифрової обробки сигналів;
- восьми канальний логічний аналізатор;
- двоканальний реєстратор з можливістю запису осцилограм з налаштовуваною частотою дискретизації обсягом до 4 гігабайт для подальшої обробки в таких програмах, як MathCad, Matlab та інших.
- DDS генератор, який може керуватись програмно і в смузі частот до 20 МГц формує сигнали прямокутної, трикутної, пилкоподібної, синусоїдальної напруги, білий шум, та суму з кількох сигналів перерахованої форми.
- автоматизований комплекс для побудови АЧХ резонансних контурів, фільтрів, підсилювачів тощо;
- вбудований генератор прямокутних імпульсів частотою 1 кГц для точного налаштування компенсаційної ємності в щупах осцилографа.

### **Висновки**

Таким чином, можна стверджувати, що сучасні USB осцилографи можуть замінити цілий комплекс застарілого обладнання при набагато менших розмірах і відносно невеликій вартості. Наприклад, Instrustar ISDS220B при розмірах 180\*140\*30 мм фактично замінює собою осцилограф, аналізатор спектру та універсальний генератор. Це дозволяє забезпечити нормальне робоче місце при обмеженій площі. Окремо треба зазначити, що використання подібного вимірювального комплексу сильно скорочує час на оформлення результатів вимірювань в електронній або паперовій формі.

*Науковий керівник – к.т.н., доц. Швайченко В.Б.*