

ХАРКІВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Корсунов Анатолій Рувімович

УДК 621.396.781(014)

ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНИХ СУПЕРЕЧНОСТЕЙ ТА ЇХ ВИРІШЕННЯ НА РАННІХ ЕТАПАХ
РОЗРОБКИ ЦИФРОВИХ РЕГУЛЯТОРІВ ПАРАМЕТРІВ СИГНАЛУ В
ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

05.12.02-Телекомунікаційні системи та управління ними

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Харків - 2001

Дисертація є рукопис

Робота виконана в Українській інженерно-педагогічній академії

Науковий керівник

доктор технічних наук,
професор
Ягуп Валерій Григорович
УПА, професор кафедри АРЕ

Офіційні опоненти:

доктор технічних наук, професор, Поповський Володимир Володимирович, Харківський державний технічний університет радіоелектроніки ;

кандидат технічних наук, Галасв Юрій Михайлович, Інститут радіофізики та електроніки НАН України, м.Харків, старший науковий співробітник.

Провідна установа

НВО "Хартрон" Міністерство промислової політики України, м. Харків, (відділ №17020)

Захист відбудеться " 17__ " квітня _____ 2001 р. о 13³⁰ _____ годині на засіданні спеціалізованої ради Д 64.820.01. у Харківській державній академії залізничного транспорту, 61050, м. Харків, пл. Фейербаха, 7

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Харківської державної академії залізничного транспорту

Автореферат розісланий _16 березня _____

Вчений секретар

спеціалізованої вченої ради _____

Книгавко М.В.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. За той період, коли Україна досягла самостійності, відбулись значні зміни в суспільстві та науково-технічних сферах. Особливо це помітно в системах телекомунікацій, в яких, можна сказати, відбувся якісний перехід до нових інформативних технологій.

Проблема управління параметрами сигналів телекомунікаційних систем на несучій частоті вирішується взагалі аналоговими методами шляхом окремо виконаних напівпровідникових регуляторів. Зрозуміло, що подібні засоби формування параметрів сигналів неспроможні увійти в коло методів цифрового та мікропроцесорного керування, властивих для епохи загальної комп'ютеризації телекомунікаційних систем.

Використання цифрових методів в даній сфері має ряд переваг в зрівнянні з аналоговими методами, зокрема, дає можливість сформувати сигнали управління в форматі цифрових кодів, що дозволяє вказані пристрої об'єднати в загальний комплекс комп'ютерного керування, відповідає необхідності в використанні сопрягаючих пристроїв, що веде до зниження матеріальних витрат і до підвищення надійності систем.

Оскільки експериментальне дослідження цифрових регуляторів пов'язано з необхідністю включатись в телекомунікаційні лінії з неперервним режимом роботи, то на етапі проектування особливий інтерес викликає розробка перш за все методик, алгоритмів та структур фізичного і комп'ютерного моделювання напівпровідникових цифрових регуляторів, виявлення при цьому протиріч в їх функціонуванні і створення на цих засадах розрахункових методів та реальних напівпровідникових цифрових регуляторів, пристосованих зокрема до самотестування, оскільки телекомунікаційні канали працюють в значних просторових та часових межах.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Результати, наведені в дисертаційній роботі, отримані при виконанні НДР за науково-дослідницькою тематикою кафедри "Автоматика та радіоелектроніка" УПА та на базі хоздоговірних тематик "Гамма", г/д №81-91, г/д №80-23, "Шацк- МРП", г/д №77-23, договір № 43/80, госбюджетна робота за тематикою вищої школи "Нові інформаційні технології та їх використання в навчальному процесі кафедри Автоматики і радіоелектроніки" №6-13 в період 1996 -2000 р.р. Автор дисертації приймав безпосередню участь у виконанні вказаних робіт, був їх виконавцем, та відповідальним виконавцем.

Мета і задачі дослідження. Метою дисертаційної роботи є розробка методик вирішення технічних протиріч, виникаючих при проектуванні цифрових регуляторів параметрів телекомунікаційних каналів та сигналів, з урахуванням електродинамічного стану регуляторів, з їх допомогою створення та дослідження структурних схемотехнічних рішень і способів керування

електронними регулюючими пристроями з контролем їх стану і на цій основі підвищення ефективності і надійності цифрових регуляторів параметрів інформаційних сигналів в телекомунікаційних системах. Досягнення поставленої мети потребує вирішення наступних задач:

- проведення аналізу сучасного стану цифрових методів управління параметрами каналів зв'язку телекомунікаційних систем та інформаційних сигналів;
- розробка методик розрахунку процесів масштабування, підтримки рівня сталої потужності та постійної чутливості в архітектурах телекомунікаційних каналів, де розповсюджуються інформаційні сигнали, різні за своєю інтенсивністю;
- проведення числових і фізичних експериментів та аналіз одержаних результатів з метою вибору режимів роботи цифрових регуляторів параметрів телекомунікаційних каналів, з урахуванням виявлених технічних протиріч;
- розробка принципів цифрового відображення регулюючих характеристик;
- створення та дослідження фізичних та математичних моделей елементів, що електронно управляються (ЕКЕ) та цифрових регуляторів на їх базі;
- створення та дослідження методів і пристроїв тестування та самотестування для автоматичного контролю стану цифрових регуляторів в системі оперативного контролю менеджера директорій;
- розробка методів і схем побудови цифрових регуляторів для телекомунікаційних каналів з можливістю їх тестування, масштабування та адаптації до електромагнітної ситуації в системах мікропроцесорного управління.

Наукова новизна одержаних результатів. На основі аналізу телекомунікаційних систем та пристроїв керування їх параметрами обґрунтована доцільність застосування цифрових регуляторів в цифрових телекомунікаційних каналах, зокрема:

- вперше сформульовано принцип цифрового відображення регулюючих характеристик (РХ) ЕКЕ з використанням перших різностей значень струмозадаючих сигналів керування електродинамічним станом ЕКЕ;
- вперше запропоновано підхід до керування рівнем інформаційного сигналу в каналі зв'язку з використанням функціонального перетворення цифрозадаючого сигналу з урахуванням форми РХ ЕКЕ і заданого виду закону управління;
- удосконалена порогова модель регулювання чутливості приймальних трактів телекомунікаційних систем з управлінням на несучій частоті;
- вперше обґрунтовано доцільність розрахунку струмозадаючих режимів з урахуванням нелінійності РХ ЕКЕ;
- вперше одержана адаптаційна модель управління швидкодією цифрового регулятора рівня сигналу в телекомунікаційних системах;

- подальший розвиток дістали моделі стискування динамічного діапазону інформаційного сигналу та синтезована форма масштабування в телекомунікаційних мережах, яка об'єднує сумуючі та перемножуючі форми вказаного масштабування;
- вперше запропонована модель демпферування різких скидів сигналу, який регулюється, в перехідних процесах масштабування в каналах передачі;
- вперше сформульовано принцип побудови цифрового регулятора з одиночним накопиченням;
- вперше запропонована методика електронного моделювання різних видів РХ ЕКЕ, що дозволило перевести формування вибраних видів РХ в автоматичний режим з використанням сітьових серверів телекомунікаційних мереж;
- удосконалені та досліджені фізичні та математичні моделі ЕКЕ на частоті переноски інформаційного сигналу;
- вперше сформульовано принцип побудови самотестуємого цифрового регулятора з контролем стану функціонального ядра, яке складається з струмозадаючих ключів;
- запропонован підхід до подальшого розвитку формування видів законів регулювання з неравномірною дискретизацією РХ та квантуванні сигналів управління;
- вперше створені моделі тест-процесорів по самотестуванню вказаних цифрових регуляторів, які сумісні з мікропроцесорними комплексами;
- дістала подальшого розвитку модель сигнатурного аналізатора, виконуючого функції по прийняттю рішення справність/несправність на рівні значень 0 або 1 в кодовій системі мікропроцесорного керування;
- вдосконалені методи самоконтролю, які доповнені новими - динамічне та статичне самотестування.

Практичне значення одержаних результатів. Результати роботи були використані при проектуванні і створенні у п/я В-8751 макета формувача сигналу за темою “Пролог”, по г/д темам “Гамма”, “Шацк - МРП” за планом упровадження підприємства п/я В-8751; в Особливому конструкторському бюро Московського енергетичного інституту згідно акту про впровадження за договором №43-80, г/д №77-23, г/д 81-91 за планом впровадження нової техніки підприємства п/я В-2645, а також в учбовому процесі кафедри “Автоматика та радіоелектроніка” УІПА .

Результати досліджень можуть також служити основою для пристроїв масштабування сигналів в телекомунікаційних каналах, стабілізації рівня потужності на виході збуджувачів передавачів та рівня чутливості приймачів, які включені в систему серверів телекомунікацій.

Особистий внесок здобувача в наукові результати роботи є:

- розробка способів цифрового регулювання рівня інформаційного сигналу за методом одиночного накопичення значень коефіцієнта передачі телекомунікаційних каналів ;

- розробка моделей компресії сигналу та захисту приймачів;
- розрахунок струмозадаючих режимів з урахуванням нелінійності РХ ЕКЕ;
- створення адаптаційної моделі управління швидкодією цифрового регулятора рівня сигналу в телекомунікаційних системах;
- розробка моделі масштабування сигналів в телекомунікаційних каналах, яка об'єднує сумуючі та перемножуючі форми вказаного масштабування;
- запровадження та дослідження методів цифрового відображення РХ ЕКЕ з використанням математичних засобів апроксимації нелінійних функціональних залежностей;
- розроблено спосіб формування цифрових моделей різного виду РХ ЕКЕ в автоматичному режимі;
- удосконалені та досліджені фізичні та математичні моделі ЕКЕ на частоті переноски інформаційного сигналу;
- запропонована і розроблена модель самотестуємого цифрового регулятора рівня сигналу в телекомунікаційних системах, за принципом контролю стану функціонального ядра, яке складається з струмозадаючих ключів.

Апробація результатів дисертації. Основні положення дисертаційної роботи були повідомлені, обговорені і схвалені на науково-технічних конференціях, в тому числі на 3-ій міжнародній науково-технічній конференції “Контроль и управление в технических системах” (м. Вінниця) в 1995 на 2-й міжнародній науково-технічній конференції “Метрологія в електроніці” (м. Харків) в 1997 р., на 2-й науково методичній конференції “Використання комп'ютерних технологій в навчальному процесі” (м. Харків) в 1998 р., на міжнародних конференціях по інформаційним технологіям microCAD'98, microCAD'99, microCAD'2000 (м. Харків) в 1998, 1999, 2000 р.р., на міжнародній науковій конференції “Інформаційна інфраструктура вищих навчальних закладів” (м. Херсон) в 1999 р., на науково-технічній конференції Харківського військового університету в 1999 р., на 4-му міжнародному молодіжному форумі “Радіоелектроніка та молодь в ХХІ столітті” (м. Харків) в 2000 р. Пристрій цифрового самотестуємого регулятора рівня сигналу для частоти 3 ГГц експонувався на ВДНГ СРСР, де був удостоєний срібної медалі.

Публікації. За матеріалами дисертації опубліковано 36 наукових робіт, у тому числі: 21 стаття у центральних періодичних наукових журналах, що рецензуються, 3 статті у науково-технічних збірниках, 1 робота у тезисах міжнародної конференції, 11 авторських свідоцтв.

Обсяг та структура дисертації. Дисертація містить вступ, 5 основних розділів з таблицями і рисунками (ілюстрації займають 58 окремих сторінок), висновки, список використаних джерел з 143 найменувань на 11 сторінках та 4 додатки на 49 сторінках. Повний обсяг роботи 264 сторінки.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

У вступі розкрито сутність і стан наукової проблеми, обґрунтовано актуальність і ступінь досліджень теми дисертації, сформульовано мету та основні задачі, відображено наукову новизну, практичну цінність та рівень впровадження наукових досліджень, структуру роботи та конкретний особистий внесок автора.

Перший розділ містить огляд літератури за темою і видів напрямків дослідження, присвячених особливостям керування параметрами сигналів телекомунікаційних систем.

Розглянуті характерні принципи побудови і контролю напівпровідникових регуляторів параметрів електрорадіосигналів, задачі управління шляхом цифрового відтворення заданої регулюючої характеристики (РХ) та алгоритми роботи цифрових регуляторів при апроксимації вказаних регулюючих характеристик. В існуючих спосібах використовуються максимально спрощені моделі відтворення РХ, що веде до накопичення помилок, або ж застосовується аналіз РХ без урахування електродинамічного стану регуляторів.

Таким чином є необхідність подальшого удосконалення цифрових регуляторів параметрів сигналу телекомунікаційних систем, оскільки існуючі мали ряд вказаних недоліків, пов'язаних, також, з недостатнім динамічним діапазоном регулювання рівня сигналів в тракті, з недостатньою точністю установки значення вихідних сигналів на базі аналогових елементів, при яких має місце невисокий рівень повторювання параметрів регуляторів.

Особливо це давало ознаки при виконанні вказаних операцій на базі мікропроцесорних систем, оскільки виникла необхідність створення спеціальних цифрових автоматизованих систем сопрягання аналогових пристроїв з цифро-кодовими командами управління.

Було сформульовано такі основні завдання дисертаційної роботи:

- вдосконалення відомих, та розробка ряду нових модифікацій методів цифрового відображення РХ ЕКЕ;
- вирішення питань апаратного забезпечення телекомунікаційних систем для технічного впровадження вказаних напрямків регулювання параметрів цих каналів;
- виявлення технічних протиріч характерних для автоматичного регулювання параметрів сигналу цифровими методами і розробка спосібів та алгоритмів управління для цифрових регуляторів, при яких вирішуються вказані протиріччя;
- розробка нових методів тестування та самотестування цифрових регуляторів параметрів інформаційного сигналу в телекомунікаційних системах.

Сформульован основопологаючий принцип організації цифрового відтворення функції регулюючої характеристики $f(x)$ функцією $k(x)$ за допомогою зважених сум деяких фіксованих (базисних) функцій:

$$K(x) = \sum_{i=1}^n a_i f_i(x), \quad x \in (b, g)$$

де a_i - вагомні коефіцієнти, (b, g) - область зміни аргументу x , $f_i(x)$ - базисні функції.

Звідси виникає протиріччя між високою точністю та збільшенням при цьому апаратурних витрат. Тобто, чим точніше апроксимація, тим більше матеріальні витрати.

Задачі теорії цифрового відтворення РХ розпадаються на два класи. Перший пов'язано з розробкою та реалізацією принципів побудування процедури апроксимації РХ, другий - з її аналізом, та створенням на цій базі методів цифрового управління і тестування. В існуючих засобах тестування застосовуються спеціалізовані програми та набори спеціальних тестів, що підвищує витрати на експлуатацію телекомунікаційних систем. Саме тому стоїть задача винайти нові методи контролю та тестування.

В другому розділі досліджено принципи цифрового відтворення РХ на базі ступінчатої та кусочно-ступінчатої апроксимації регулюючої характеристики атенюатора, як об'єкта регулювання ступеневим електричним сигналом. При ступінчатій апроксимації прийнято представляти РХ набором фіксованих коефіцієнтів передачі, з необхідною точністю віддзеркалюючи закон управління.

При подібній апроксимації пристрій регулювання характеризується постійним значенням коефіцієнту передачі на визначеному інтервалі зміни вхідного сигналу та стрибкоподібним перетворенням коефіцієнта передачі при переході на інший інтервал зміни вхідного сигналу.

В узагальненому вигляді задана функція $f(x)$ в разі ступінчатої та кусочно-ступінчатої апроксимації замінюється наступним виразом:

$$f(x) = f_0(x) + \sum f'(x_i) \phi\{\text{sign}(x - x_i)\}$$

де n —кількість ділянок апроксимації;

$\text{sign}(x-x_i)$ —функція знаку різності $(x-x_i)$ слідуючого вигляду $\phi=1$ при $(x-x_i)>0$ та $\phi=0$ при $(x-x_i)<0$.

В умовах дискретного регулювання сигналу задана точність ступінчатої апроксимації характеристики ЕКА, як функції залежності коефіцієнта передачі k_α від сигналу управління x_n , $k_\alpha=f(x_n)$, досягається вибором постійного кроку зміни коефіцієнта передачі $\varepsilon_\alpha \leq \Delta$ - припустимого відхилення, тобто $k_\alpha(x_i)/k_\alpha(x_{i+1})=const=\varepsilon_\alpha$. Звідси $k_{\alpha i} = k_{\alpha n}/\varepsilon_\alpha^{(n-1)}$, де $k_{\alpha i}$ - поточне значення коефіцієнта передачі, а $k_{\alpha n}$ максимальне значення коефіцієнта передачі.

Дискретизуючи графічне представлення РХ та вибираючи значення x_i для кожної дискрети будемо гістограму $x_i = \phi(n)$. Схемна реалізація одержаного графічного рішення пов'язана з побудовою узагальненої декодувальної матриці. Подальше удосконалення ступінчатої апроксимації пов'язане з переходом від абсолютних значень x_i до їх приросту $\Delta x_i = x_{i+1} - x_i$ та переходом до методу суми виразу першого значення з сумою приросту всіх наступних дискретів сигналу управління:

$$x' = x_1 + \sum \Delta x_i$$

В разі кусочно-лінійної апроксимації функція $\phi(x)$ задається вузлами апроксимації та подається відрізком прямої,

$$\phi(x) = \phi(x_i) + [\phi(x_{i+1}) - \phi(x_i)] / (x - x_i)(x_{i+1} - x_i)$$

де $\phi(x_i)$ та $\phi(x_{i+1})$ - значення функції $\phi(x)$ в вузлах апроксимації i та $i+1$.

Число ділянок апроксимації N та координати вузлів x_i визначаються за допомогою заданої помилки апроксимації $\epsilon_{анпр}$.

За допомогою розробленого методу можна визначити мінімально необхідну кількість ділянок, що апроксимуються, та нахилів γ_i , з довжиною ділянок кратною мінімальній ділянці апроксимації $\Delta x_{s \min}$. При цьому друга похідна M не має зміни знаку $sign M = const$, тобто вважаємо, що функція $F(x)$ є кусково-гладкою. Таке обмеження не накладає умов на звуження класу РХ, які зустрічаються на практиці.

Третій розділ роботи присвячений розробці цифрових методів регулювання рівня передачі сигналів в телекомунікаційних каналах з потрібною точністю відображаючи закон управління. Точність наближення визначається розкидом параметрів ланцюгів системи дискретного регулювання.

Метою розробки вказаних методів є виявлення мінімально необхідної кількості дискрет регулятора при заданій похибці апроксимації. шкали значень коефіцієнтів передачі K_i при РХ, які мають форму монотонно спадаючої функції.

Стосовно дискретного регулятора телекомунікаційних каналів область завдання функції ототожнюється з інтервалом, який обмежує динамічний діапазон регулювання в інтервалі $[x_{min}, x_{max}]$, а $F_i = f(x_i); i = 1, 2, \dots, n$. Поводження функції в проміжку дискрети неістотне. Різниця між двома наступними значеннями аргументу $h_i = x_{i+1} - x_i$ називається кроком апроксимації. Подібні ґратовані функції вирішуються як для $h_i = var$, так і для $h_i = const$. При зафіксованому числі рівновідстаючих точок в інтервалі $[x_{min}, x_{max}]$, коли $N = 2^n$ відстань між ними дорівнює

$$h_i = h = (x_{max} - x_{min}) / (2^n - 1)$$

Прийнято доповнювати ґратовану функцію $F(x)$ до кусково-ступінчатої функції $\Phi_c(x)$ таким чином, що в кожному інтервалі h_i зміни аргументу x функція постійна $F = \Phi_c(x) = F(x_i)$ при $x \in [x_i; x_{i+1}]$.

Останнє дозволяє в залежності від поведінки функції в середині між двома найближчими значеннями аргументу говорити про розглянуту раніш ступінчасту апроксимацію, або про кусочно-лінійну апроксимацію. В останньому випадку кількість ділянок визначається також за допомогою заданої похибки наближення $\Delta_{\text{ш}}F$ і в загальному випадку має вигляд:

$$F(x) = \sum \psi_i(x) F_i(x)$$

де $\psi_i(x)$ — функція логіки, яка має приймати значення 1 або 0 в залежності від ідентифікації аргументу x з інтервалом $[x_i; x_{i+1}]$; $F_i(x)$ — функція i -ї дільниці кусочно-лінійної апроксимації.

В роботі розроблено і досліджено алгоритм побудови дискретних регуляторів відповідно до вибору метода апроксимації. Так для аналого-цифрових ДР із зворотнім зв'язком перетворення напруги в код має два вигляди: параметричне з постійним кроком дискретизації і квантування та із змінним кроком дискретизації і квантування сигналу.

Подібні перетворювачі дозволяють реалізувати метод амплітудного компандування сигналу, при якому послідовно реалізується звуження та розширення сигналу в динамічному діапазоні з рівномірною та нерівномірною шкалою квантування. Останнє широко застосовується в пристроях шумоподавлення для підвищення стійкості систем передачі сигналу від перешкод через канал, а також цифрових систем збереження сигналів з високою якістю відтворення. При цьому шаг квантування Δ потрібно вибрати таким чином, щоб забезпечити необхідне відношення сигнал/шум, аби снизити шуми обмеження, оскільки в данному разі виникає протиріччя при виборі Δ , а саме: для сигналів з великим рівнем вказане відношення може бути занадто високим, а кількість рівнів квантування розрядності коду N непересічно перевищеним, що веде до підвищення розрядності коду перетворення m , знижує швидкість передачі цифрового сигналу, ускладнює апаратуру.

Розроблена структурна схема пристрою зв'язку з компандуванням сигналу приведена на рисунку 1.

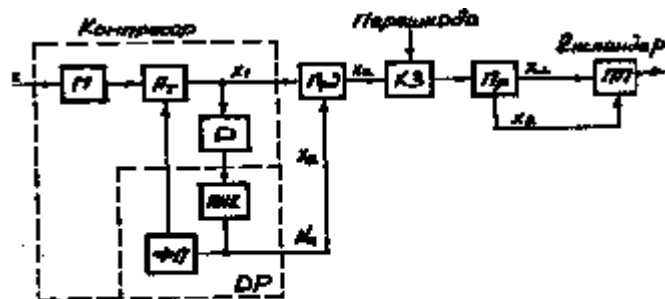


Рисунок 1 - Компандування сигналу в каналі зв'язку

Підсилювач П, атенюатор АТ, дискретний регулятор ДР та детектор утворюють компресор з передаточною функцією обернено пропорційною рівню сигналу. Динамічний діапазон сигналу,

що передається, стискається так, щоб під час самого великого рівня не перевантажити передавач ПРД, а під час найнижчого рівня виконувалась умова перевищення сигналу над перешкодами в каналі зв'язку /КЗ/.

На рисунку 2 відображена часова діаграма перехідного процесу в системі аналого-цифрового ДР. При дозволяючій здатності виміральної установки в 1 дБ можна детально вивчити дискретний характер обробки неузгодження при рівнях вимірювання динамічного сигналу > 10 дБ.

Рисунок 2 - Осцилограмма процесу автоматичного звуження динамічного діапазону сигналу цифровим регулятором.

Верхня осцилограма на рисунку 2 відображає зміну вхідного сигналу на 10 дБ над номінальним рівнем, а далі повернення сигналу до номінального рівня. На нижній осцилограмі спостерігається процес стискування зміни сигналу з допомогою ДР. Видно, що повернення сигналу до номінального рівня відбувається з шість тактів. Час стискування при збільшенні сигналу та при зменшенні однаков (ціна шкали 10 мс/на поділ), тобто, процес симетричен відносно знаку керування.

В четвертому розділі роботи досліджені способи керування цифровими регуляторами параметрів сигналу з заданим виглядом функціонального перетворення. Відомо, що РХ

атенюаторів в основному мають нелінійний характер. Крім того, практично відсутній аналітичний опис для більшості нелінійних характеристик. Це приводить до висновку, що зручно подібні РХ апроксимувати однією з математичних форм, розглянутих раніш. В роботі розроблено способи розбиття динамічного діапазону регулювання сигналу на внутрішні інтервали під час дискретизації. Сюди відносяться розбиття на рівні інтервали h_0 , які визначають межі зміни аналогової складової x_a сигналу x . Аналогова складова x_a в даному випадку, змінюється в інтервалі $[x_m; x_m+h_0]$, а кількість інтервалів визначається як

$$n_u = (x - x_a) / h_0.$$

Аналітична форма сигналу під час подібного регулювання буде подана сумуючим виразом:
 $x = x_a + n_u h_0$

Розбиття на нерівні інтервали динамічного діапазону сигналу x визначає регулювання сигналу в межах кожного із них в D разів. Аналітично такий закон регулювання подається перемножуючим виразом: $x = x_a D_0^{n_u}$, де D_0 —динамічний діапазон зміни аналогової складової x_a сигналу x в межах одного інтервалу регулювання, n_u —номер інтервалу регулювання, в якому знаходиться сигнал.

Дослідження показали, що відомі перетворювачі мають слідуючі недоліки: циклічність переключення при виході сигналу, що перетворюється, за межі регулювання, випадкові зпрацьовування по імпульсній перешкоді.

З урахуванням попередніх методик розроблено схему перетворювача вільного від вказаних недоліків.

Зменшити час обробки сигналу неузгодження в подібних системах можна за допомогою перемножуючого аналого-цифрового перетворювача.

Час відробки зміни сигналу x в інтервалі складає в разі сумуючого $t_{від} = n h_0 T_0$; де T_0 —період слідування тактових імпульсів. В разі перемножуючого перетворення ця величина має вигляд: $t_{від}^+ = h_0^{n_u} \cdot T_0$ тобто час відробки в інтервалі зміни сигналу x в останньому випадку значно менше при одному й тому ж значенні T_0 та h_0 для розглянутих способів звуження сигналу.

Структурна схема перемножуючого АЦП розроблена на базі підсилювача з дискретно-регульованим значенням передаточної функції. Сигнал на виході підсилювача в інтервалі h_0 змінюється по закону вхідного сигналу, тобто як аналоговий. При виході за межі інтервалу він ділиться з коефіцієнтом відношення $x/h_0^{n_u}$. Вихідний сигнал порівнюється з порогами зпрацьовування схеми порівняння СП x_{01} та x_{02} . $x_{01}/x_{02} = h_0$. Зміна динамічного діапазону сигналу по виході складає $D_{вих} = D_0$ в той же час по входу він змінюється як $D_{вих} = D_0^{n_u}$ і коефіцієнт звуження динамічного діапазону виявляється рівним:

$$\eta = D_0^n / D_0 = D^{n-1}$$

Виявляється явне технічне протиріччя—з одного боку підвищення точності відробки неузгодження веде до збільшення тривалості процесу обробки, а зниження тривалості веде до зменшення точності. Щоб зняти вказане протиріччя розроблено дискретний регулятор динамічного діапазону сигналу з адаптивними властивостями по відношенню до параметрів вхідного сигналу. Даний пристрій автоматично перебудовує швидкість звуження динамічного діапазону сигналу. Для цього введена схема порівняння (СП), яка має чотири пороги спрацьовування x_{01} та x_{02} , які визначають ширину динамічного діапазону D_{0n} на виході при регулюванні перемножуючого типу, та вкладена поміж x_{01} та x_{02} зона з опірною напругою x_{03} та x_{04} , яка визначає інтервал при регулюванні по типу зміщення.

Із всієї різноманітності каскадів з коефіцієнтом передачі, що регулюється, найбільшу перевагу отримали електрично-керовані атенюатори/ЕКА/.

Для моделювання було використане те, що РХ вказаних атенюаторів, тобто залежність струму діода I_d від прикладеної напруги описується експоненціальною характеристикою:

$$I_d = I_0 e^{\frac{U_d}{S}}$$

де I_0 —початковий струм діода (тепловий), S —постійний коефіцієнт, що залежить від типу діода.

Під час постійного кроку регулювання h_0 залежність послаблень k_α які вносяться, під дією струму управління (сигналу регулювання x_p), носить нелінійний характер. Останнє веде до різкої зміни сигналу на початкових ділянках РХ і невиправданого затягування регулювання на кінцевій ділянці накопичення в системах автоматичного звуження динамічного діапазону радіосигналу. Для вирішення цього протиріччя використовується нерівномірна дискретизація по x_p .

При значних динамічних дпапазонах сигналу, що змінюється, цифрове функціональне перетворення досягається розбиттям РХ на декілька рівних підінтервалів із введенням автоматичної корекції на кожному підінтервалі, тобто за методом кусочно-ступінчатої апроксимації.

Таким чином, в ДР сигнал x_p подається імпульсним потоком f_0 , окремі лінійні ділянки якого реалізуються в наступному вигляді: $f_0 = f_{0i} + k_i f_{1i}$, де f_{0i} —постійна частота, яка задає ступінчасту зміну в середині лінійної ділянки, f_{1i} —частота переходу на ділянках кривої, k_i —постійні двоїчні шифри, які задають коефіцієнт діління частоти f_0 .

При постійній частоті імпульсів потоку, час звуження динамічного діапазону сигналу, буде постійним. В той же час сам сигнал, що оброблюється, може мати різну швидкість зміни, що

викликає необхідність вирішення вказаного протиріччя застосуванням дискретного регулятора з змінною частотою тактування.

Розроблено інструментарій, що дозволяє відсліджувати швидкість сигналу, що змінюється, під час його звуження. Приріст частоти імпульсів ΔiN_c при цьому за проміжок часу виразиться як:

$$\Delta iN_c = 2^n (f_0)^{-1} - 2^{n-1} (f_0)^{-1}$$

Узагальнюючи, приходимо до цифрочастотного функціонального перетворювача, який містить імпульсний потік з керованою частотою, яка представляється як $f_g = f(\Omega)$.

П'ятий розділ роботи присвячений розробці та дослідженню методів контролю в структурі цифрових регуляторів за допомогою вбудованого тест-процесору.

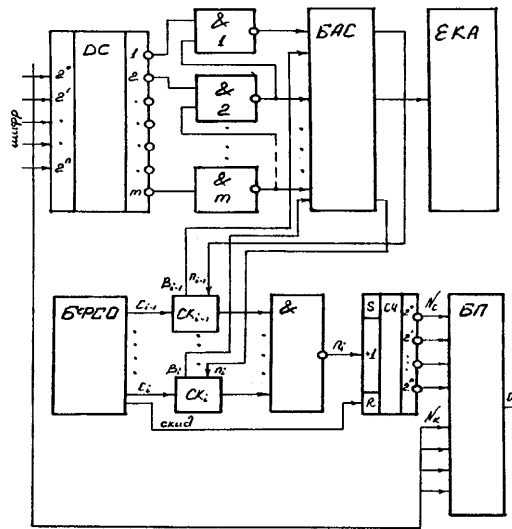
Принципи самоконтролю добре розроблені для схем на базі синхронних та асинхронних автоматів, обмежуючись даними моделями. Зіпсованості внутрішніх блоків схем, у вказаному випадку, еквівалентні по своїм наслідкам зіпсованостям елементів пам'яті, а несправності блока вихідного перетворювача фіксується по зміні ваги вихідного стану. Вся схема покривається елементами контролю. Помилковий стан таких елементів не фіксується в роботі автоматів та накопичується в часі, що веде до втрати самоконтролю.

Розглянуті протиріччя вказаного контролю ведуть до необхідності розробити та дослідити нові принципи самоконтролю цифрового регулятора виходячи із характерних специфічних особливостей, відрізняючих його від розповсюджених цифрових схем. Основні із них:

- схема містить крім цифрових елементів, ряд аналогових, а саме: транзисторні ключі, потенціометри і т. п., яким притримані різні рівні надійності;
- наявність в ЕКА елементів не цифрового ряду (р-і-п діоди, НВЧ-елементи і т. п.);
- елементи структури регулятора відрізняються по швидкодії.

Останнє викликає необхідність часової синхронізації між виробленням команд управління та їх виконанням.

Таким чином, при дискретному регулюванні необхідно контролювати на відмову перш за все струмозадаючі ключі, як найменш надійну складову частину регулятора. Наявність двох режимів роботи ключа було вихідною передумовою при розробці оригінальної концепції контролю режимів роботи дискретного регулятора в складі цифрових систем телекомунікацій (рисунок 3).



Мал. 6. Структурна схема знаходження відказів

В процесі р Рисунок 3 - Структурна схема знаходження відказів ормування сигналів опитування БФСО, схеми контролю СК формують вплив D_i та одержують інформацію p_i про стан ключа kn_i . Для встановлення факту відмови i -того ключа та виробці сигналу відмови O_i підраховується кількість сигналів вправності /невправності/ на реверсивному лічильнику Лч. На вхід блоку порівняння БП поступає цифровий шифр N_c з лічильника Лч та шифр команди управління N_k .

В випадку їх не збігу на виході блоку порівняння БП формується сигнал відмови O_i .

Подібний моніторинг доповнює інтегрований мережовий інтерфейс з можливістю динамічного вибору робочої швидкості під керуванням Telnet Manager, автоматичного масштабування роботи в лінійному режимі, повну синхронізацію в умовах розподіленої архітектури телекомунікаційних каналів.

ОСНОВНІ РЕЗУЛЬТАТИ ТА ВИСНОВКИ.

Дана робота є наслідком праці автора на протязі останніх 17 років, за період роботи в науково-дослідному центрі Української інженерно-педагогічної академії. Основні результати, одержані за 1990-1997 роки при здобутті відповідних наслідків по НДР "Гамма", та участі в науково-дослідних програмах з п/я В-2645 та п/я В-8751. Ряд результатів одержано за останні роки. Зважаючи на те, що широкий розвиток цифрових телекомунікаційних систем України тільки на активному початковому етапі, ця робота, на наш погляд, може принести велику користь для державних та корпоративних установ, зайнятих експлуатацією, розробкою та випуском обладнання телекомунікаційних каналів.

В результаті виконання роботи можна зробити наступні висновки:

1. Проаналізовані існуючі методи регулювання параметрів інформаційних сигналів в ТК, на основі чого зроблено висновок, що найбільш перспективним методом є метод цифрового регулювання параметрів з функціональним перетворенням РХ.
2. Доведено, що для використання ЕКА при масштабуванні зручно представляти РХ у вигляді експоненціальної характеристики або апроксимувати її ступінчатою, чи кусочно-лінійчатою залежністю. Розроблено алгоритми вказаних видів апроксимації, які дозволяють довести подібні функціональні перетворення до рівня структурних електричних схем.
3. Розроблені та досліджені методи управління цифровими регуляторами, як пристроями з керуємими імпульсними потоками, які дозволяють вирішити технічні протиріччя між вимогами по швидкодії та точністю регулювання.
4. Запропоновані методика визначення параметрів ступінчатої і кусочно-лінійчатої апроксимації РХ та розроблені алгоритми і методи структуризації схем, які дозволяють реалізувати знайдені параметри.
5. Проведено дослідження цифрових регуляторів ДДК, які мають вбудовані функціональні перетворювачі і відображено їх можливості реалізувати з допустимою точністю та швидкодією автоматичне регулювання чутливості і потужності в межах вибраного динамічного діапазону.
6. Розроблено методику розрахунку цифрового відображення РХ дискретних регуляторів при масштабуванні в каналах телекомунікацій з урахуванням режимів струмозадаючих елементів для регуляторів з управляємим електродинамічним станом, яка використовує моделі регуляторів трьох рівнів наближення, при використанні на різних етапах аналізу: з допомогою ступінчатої апроксимації при невеликих ДДК та з “одиначним накопичуванням” при високих рівнях наближення характеристик з невеликими інтервалами цифрового відображення.
7. Проведено дослідження, які показали, що використання управління багатодіодним регулятором за методом “одиначного накопичення” ослаблення дозволяє підвищити ДДК в режимі масштабування до 100 дБ та запобігти різкого скиду рівня коефіцієнту передачі в тракці за рахунок “демпферування” в блоці струмозадаючих ключів.
8. Проведено зрівняльний аналіз різних схем струмозадаючих ключів, які управляють електродинамічним станом регуляторів, що дозволив вибрати схему управління з мінімальними похибками встановлення коефіцієнту передачі в тракці телекомунікації, останні виникають за рахунок процесу насичення в струмових ключах, та часом переключення для однієї ступені регулювання ~ 1 мс.

9. Запропоновано спосіб управління цифровим регулятором з нелінійною характеристикою ЕКА, який забезпечує його роботу на лінійчатій частині характеристики на основі математичного рівняння для похибки апроксимації при кусочно-лінійчатому відображенні РХ з похибкою $\Delta\epsilon \approx \pm 0,3$ дБ.
10. Сформульовано принцип будувannya та розроблена принципова електрична схема регулятора з використанням мікропроцесора КР 580 ВМ80А, який дозволяє програмним способом реалізувати адаптивне регулювання сигналу в умовах змінної ЕМС в каналах телекомунікацій з кроком зміни рівня сигналу $h_0 \approx 1$ дБ.
11. Досліджено теоретично та експериментально цифровий регулятор для масштабування в каналах телекомунікацій з самотестуванням, який постійно сполучається з інтегрованим сітьовим інтерфейсом з можливістю динамічного вибору робочої швидкості, що дозволяє максимально автоматизувати процес управління параметрами телекомунікаційних каналів комп'ютерними засобами і тим самим підвищити швидкість, надійність, якість і конкурентну спроможність національних мереж телекомунікацій.
12. Результати роботи будуть використані при розробці та створенні систем телекомунікацій у п/я В-8751 та п/я В-2645.

ОСНОВНІ ПОЛОЖЕННЯ РОБОТИ ВІДОБРАЖЕНІ В ТАКИХ ПУБЛІКАЦІЯХ:

1. Корсунов А. Р. Программируемый и контролируемый аттенюатор в диапазоне 1...4 ГГц // Приборы и техника эксперимента.- 1993. -№5. -С. 118-123.
2. Корсунов А. Р. Имитатор отраженного сигнала в составе входного устройства приемника 1...4 ГГц // Приборы и техника эксперимента.- 1996. -№4. -С. 70-71.
3. Корсунов А. Р. Цифровой самотестирующийся аттенюатор для повышенного уровня мощности в частотном диапазоне 1-4 ГГц // Приборы и техника эксперимента.- 1996. -№5. -С. 87-91.
4. Корсунов А. Р. Многофункциональный регулятор с процессорным управлением для приемника диапазона 1-4 ГГц // Приборы и техника эксперимента.- 1997. -№6. -С. 66-73.
5. Корсунов А.Р. Многокаскадный СВЧ-переключатель с фазовым модулятором // Радиоизмерительные и информационные системы и устройства.- М. МЭИ.-1991.-с.174-179.
6. Корсунов А.Р. Устройство измерения напряженности электромагнитного поля с использованием АРУ радиоприемного устройства в диапазоне 1-4 ГГц// Метрологічне забезпечення в галузі електричних, магнітних та радіо-вимірювань.-Том 1.- Харків: Державне науково-виробниче об'єднання "Метрологія".- 1997.-Т.1.-С. 244-247.

7. Корсунов А.Р. Аналого-цифровые однопараметрические дискретные регуляторы с обратной связью и управляемым квантованием по времени // Информационные технологии: Наука, техника, технология, образование, здоровье.-Часть 3.-Харків: Харк. Держ. Політехн. Ун-т.-1999.-С.403-405.
8. Корсунов А.Р. Программируемая аппроксимация в однопараметрическом дискретном регуляторе уровня СВЧ-сигнала // Информационные технологии: Наука, техника, технология, образование, здоровье.-Часть 3.-Харків: Харк. Держ. Політехн. Ун-т.-1999.-С.406-408.
9. Корсунов А. Р., Тіщенко А. М. Цифровой сверхвысокочастотный аттенюатор с регулировкой и автоматической коррекцией// Приборы и техника эксперимента.- 1990. -№5. -С. 136-139.
10. Корсунов А. Р., Тіщенко А. М., Царенко В. Т. Наносекундный сверхвысокочастотный переключатель с глубоким уровнем ослабления // Приборы и техника эксперимента.- 1988. -№5. -С. 86-89.
11. Корсунов А. Р., Тіщенко А. М., Пелішок Н. Я. Наносекундный фазовый π -модулятор с переключателем // Приборы и техника эксперимента.- 1990. -№6. -С. 96-98.
12. Корсунов А. Р., Тіщенко А. М. Формирователь кодовых серий Баркера// Приборы и техника эксперимента.- 1991. -№4. -С. 116-118.
13. Корсунов А. Р., Тіщенко А. М. Программируемый цифровой аттенюатор в частотном диапазоне 80...100 ГГц // Приборы и техника эксперимента.- 1992. -№3. -С. 149-153.
14. Корсунов А. Р., Царенко В. Т. Устройство компрессии сигнала и защиты приемника для радиофизических измерений в диапазоне 1...4 ГГц // Приборы и техника эксперимента.- 1993. -№4. -С. 119-125.
15. Царенко В.Т., Корсунов А.Р., Чернин Э.А., Хачерашвили И.Г. Дискретный СВЧ-аттенюатор на р-і-п диодах// Радиотехника.-Харків: ХДУ, Вища школа.-1981.-Вип 58.-С.534-536.
16. Корсунов А. Р., Хуторненко С. В. Импульсный приемник контрольно-измерительной аппаратуры с распределенной системой АРУ //Технология приборостроения.-1998.-№2.-С.23-27.
17. Корсунов А. Р., Хуторненко С. В. Система сжиматель расширитель для радиоканала с регулировкой порога срабатывания // Технология приборостроения.-1998.-№2.-С.30-33.
18. Царенко В.Т. Корсунов А. Р. Бадалишев Ш.Х. Цифровой регулятор для автоматизированных радиотехнических устройств// Приборы и техника эксперимента.- 1984. -№5. -С. 122-124.
19. Корсунов А.Р., Сахацкий В.Д., Хуторненко С.В. Исследование роли места расположения источников излучений при иерархической структуре сот телекоммуникационных каналов // Технология приборостроения.-1999.-№1.-С.8-10.

20. Корсунов А.Р., Сахацкий В.Д., Хуторненко С.В. О текущем контроле эффективности экранирования помещений // Системы обработки информации.-Вип.3(9).-Харків: НАНУ, ПАНМ, ХВУ.-2000.-С.142-145

21. Царенко В.Т., Корсунов А.Р., Коваленко В.П., Чернин Э.А., Малышев Н.Л. Электрически управляемые аттенуаторы в имитаторе отраженного сигнала // Научно-технические проблемы проектирования антенных устройств и элементов СВЧ.-М.:МЭИ.-1981.-С.68-73.

22. Корсунов А.Р., Шульгин В.П. Использование в учебном процессе радиотехнического цикла процессорного моделирования САУ // Информационная инфраструктура высших учебных заведений.-Том.2.-Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна.-1999.-С.46-47.

23. Корсунов А.Р., Шульгин В.П. Процессорное регулирование уровня сигнала в приемном тракте с переменным шагом квантования // Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке.-Том 2.- Харьков:ХТУРЭ.-2000.-С.35-36.

24. Корсунов А.Р., Науменко А.Ю., Гикалов В.Н. Программируемая аппроксимация регулировочной характеристики электрически управляемого аттенуатора в дискретных регуляторах уровня СВЧ сигнала //Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке.-Том 2.- Харьков:ХТУРЭ.-2000.-С.37-38.

25. Устройство регулирования сигнала: А.с.1128371 СССР, МКИ Н 03 G 3/20/ А.Р.Корсунов, Ш.Х.Бадалишев (СССР).-№3671509/24; Заявлено 25.10.83; Оpubл. 07.12.84, Бюл.№45.-5с.

26. Устройство дискретной регулировки сигнала: А.с.1171986 СССР, МКИ Н 03 G 3/20/ А.Р.Корсунов, Ш.Х.Бадалишев (СССР).-№3607391/24; Заявлено 17.06.83; Оpubл.07.08.85, Бюл.№29.-3с.

27. Формирователь биполярных импульсов: А.с.1203691 СССР, МКИ Н 03 К 5/01/ А.Р.Корсунов, Ш.Х.Бадалишев (СССР).-№3584527/24; Заявлено 27.04.83; Оpubл. 07.01.86, Бюл.№1.-2с.

28. Амплитудный модулятор: А.с. 1256135 СССР МКИ Н03С 1/06/ А.Р.Корсунов,(СССР).- №3693520/24-09; Заявлено 25.01.84; Оpubл. 07.09.86, Бюл. № 33.-2С.

29. Устройство автоматической регулировки усиления: А.с. 1356204 СССР, МКИ Н 03 G 3/20/ А.Р.Корсунов, Л.С.Грабовский, В.П. Коваленко, Э.А.Чернин (СССР).-№4086823/24; Заявлено 02.07.86; Оpubл. 30.11.87, Бюл.№44.-4с.

30. Устройство с регулируемым коэффициентом передачи: А.с.1378015 СССР, МКИ Н 03 G 3/30/ А.Р.Корсунов, А.М.Тищенко (СССР).-№4061060; Заявление 28.04.86; Оpubл.29.02.88, Бюл.№8-3с.

31. Устройство защиты приемника: А.с.1566422 СССР, МКИ Н 01 Р 1/15/ А.Р.Корсунов, А.М.Тищенко (СССР).-№4429704/24; Заявлено 24.05.88; Опубл. 23.05.90, Бюл.№19.-3с.

32. Устройство автоматической регулировки усиления: А.с.1629329 СССР, МКИ Н 03 G 3/30/ А.Р.Корсунов, А.М. Тищенко (СССР).-№4641950/09; Заявлено 29.11.88; Опубл. 07.02.91. Бюл.№5.-4с.

33. Устройство защиты приемника: А.с.1665431 СССР, МКИ Н 01 Р 1/15/ А.Р.Корсунов, В.И. Пенкина (СССР).-№4727666/09; Заявлено 04.08.89; Опубл. 23.07.91. Бюл.№27.-2с.

34. Генератор последовательности импульсов: А.с.1378015 СССР, МКИ Н 03 G 3/30/ А.Р.Корсунов, А.М.Тищенко (СССР).-№3671509/24; Заявлено 25.10.83; Опубл. 07.12.84, Бюл.№45.-5с.

35. Устройство с программируемым и контролируемым регулированием коэффициента передачи: А.с.1774469 СССР, МКИ Н 03 G 3/20/ А.Р.Корсунов, В.П. Коваленко, В.И. Пенкина (СССР).-№4740675/09; Заявлено 20.07.89; Опубл. 07.11.92, Бюл.№41.-7с.

36. Корсунов А.Р. Дискретное управление уровнем сигнала в тракте несущей частоты с самотестируемым регулятором // 3-я международная научно-техническая конференция “Контроль и управление в технических системах”.-часть 2.-Винница: ВГТУ, ИК НАН Украины.-1995.-С.534-536.

АНОТАЦІЯ.

Корсунов А.Р. Дослідження технічних суперечностей та їх вирішення на ранніх етапах розробки цифрових регуляторів параметрів сигналу в телекомунікаційних системах. - Рукопис.

Дисертація на здобуття вченого ступеня кандидата технічних наук по спеціальності 05.12.02. “Телекомунікаційні системи та управління ними” - Українська інженерно-педагогічна академія, Харків, 2001.

Дисертація присвячена задачам створення цифрових регуляторів для систем телекомунікацій з найбільш перспективним методом цифрового регулювання з функціональним перетворенням команд управління. Розроблено алгоритми масштабування телекомунікаційних мереж, які дозволяють довести подібні функціональні перетворення до рівня структурних електричних схем. Засновані методи моделювання цифрових регуляторів як пристроїв управління імпульсними потоками, що дозволяють вирішити технічні суперечності між вимогами до швидкодії та точністю регулювання. Доведено, що метод ”одиначного накопичення“ при регулюванні коефіцієнта передачі в телекомунікаційних пристроях дозволяє запобігти різким скидів режиму регулювання при цифровому управлінні, що допомагає здійснити автоматичне регулювання чутливості та потужності в каналах зв'язку в межах вибраного динамічного

диапазону з самотестуванням на безвідмовну роботу регуляторів. Дано рекомендації що до практичного використання розроблених пропозицій та рішень.

Ключові слова: телекомунікаційні мережі, цифрові регулятори, методи апроксимації регулюючих характеристик, імпульсні потоки, самотестування, функціональне перетворення, тест-процесор, струмозадаючі ключі.

АННОТАЦІЯ

Корсунов А.Р. Исследование технических противоречий и их решения на ранних этапах разработки цифровых регуляторов параметров сигнала в телекоммуникационных каналах. - Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.12.02 “ Телекоммуникационные системы и управление ими”- Украинская инженерно-педагогическая академия. Харьков, 2001.

Диссертация посвящена задачам создания цифровых регуляторов параметров сигнала в телекоммуникационных сетях с масштабированием, регулировкой чувствительности и динамического диапазона на базе национального производства, с использованием отечественного производственного потенциала. Разработаны методы формирования необходимых регулируемых характеристик цифровых регуляторов с учетом специфических требований телекоммуникационных сетей особенно в современных условиях глубокого внедрения цифровых методов связи и управления на основе микропроцессорного регулирования. Выдвинут ряд предложений по созданию будущих средств: цифровые устройства регулирования параметров сигнала в канале связи на базе управления импульсным потоком, методов и алгоритмов решения технических противоречий, возникающих при необходимости достичь высокой скорости регулирования с сохранением при этом заданной точности установки уровня сигнала. При этом показано, что подобные алгоритмы управления позволяют проводить масштабирование в телекоммуникационных каналах, устанавливать чувствительность с приемной стороны, управлять уровнем мощности передатчиков, автоматически управлять уровнем динамического диапазона сигнала и его фазовыми характеристиками в сетях связи. Проведен анализ основных алгоритмов. Даны рекомендации по практическому использованию разработанных предложений и решений. Исходные предпосылки сформулированы на основе анализа современных образцов отечественной и зарубежной техники телекоммуникаций. При этом показано повсеместное применение элементов регулирования в канале связи. Полученные 11 авторских свидетельств подтверждают новизну, приоритетность и практическое значение разработок. Предложенная концепция самотестирования цифровых регуляторов с использованием встроенных элементов контроля

позволяет проводить профилактический контроль устройств в разветвленной телекоммуникационной сети без использования внешней аппаратуры, дистанционно, благодаря цифровым методам контроля от тест процессоров, совмещаемых с функциями Manager сети.

При синтезе алгоритмов управления импульсными потоками, проведено математическое моделирование этих алгоритмов в предположении о непрерывности потока и о том, что устройства регулирования могут иметь как линейные, так и нелинейные характеристики. Показано, что в данных системах появилась возможность формировать заданный вид характеристики, вводя ее в ППЗУ управляющего микропроцессора.

Введенные анализаторы активности сигнала позволяют придать определенные свойства адаптивности цифровым регуляторам к условиям электромагнитной обстановки вплоть до защиты входных устройств приемников при значительной перегрузке, что позволяет использовать существующую структуру коммуникаций для организации хорошо защищенных каналов связи, с динамическим выбором рабочей скорости, встроенной диагностикой работы под управлением Telnet Manager, сжатием и коррекцией ошибок. Подобная концепция построения телекоммуникационных каналов обеспечивает управление большим количеством xDSL портов на основе распределенной архитектуры. Так как процессоры находятся вблизи портов на каждой из канальных карт, система может масштабироваться автоматически, и полностью синхронизироваться благодаря расширению процессоров. Этот тип архитектуры приводит к системе, которая продолжает работать в линейном режиме в противоположность системам с централизованным процессором, производительность которых быстро ухудшается с увеличением количества интерфейсов абонента. Появляется возможность регулировки уровня выходного сигнала, учитывается зашумленность линий. Возможно оперативное изменение параметров системы, обновление программного обеспечения и управление аппаратурой связи, удаленной от центральной станции. Такой подход позволяет гибко подстраиваться под запросы операторов, программировать уровень выходной мощности, снижая вероятность выхода из строя.

Ключевые слова: телекоммуникационные сети, цифровые регуляторы, методы аппроксимации регулировочных характеристик, импульсные потоки, самотестирование, функциональное преобразование, тест-процессор, токозадающие ключи.

SUMMARY

Korsunov A. R. Research of technical contradiction and their decision on early stages designing work of digital controllers of parameters signal in telecommunication system.- Manuscript

Thesis for Doctor's degree of Candidade of Technical science on speciality 05.12.02 "Telecommunication system and their control".-"Ukranian Engineering and Pedagogical Academy". Kharkiv, 2001.

The thesis is developed to problems of creation of the digital controllers for scaling of telecommunication nets with regulation sensitive and dynamic scale with maximal involment of a national producer and application of domestic scientific and industrial potential. The option of tactic and technical task for research and designing work was developed and a number of proposals in relation to the most crucial elements of future facilities where submitted: digital controller, methods and algorithms decision typical contradictions, for example, the velocity and exact regulator and methods testing of telecommunication channels. The basic algorithms and methods were modeled. The recommendations as for practical application of the developed proposals and solutions were given.

Key words: telecommunication sets, digital controllers, methods of approximate of regulate characterictics, impulse stream, selftesting, functional transformation, test-processor, current key.