

Література

1. Гельман М.М. Аналого-цифрові перетворювачі для інформаційно-вимірювальних систем / Гельман М.М. – М. : Видавництво стандартів, 2009. – 317с.
2. Електричні вимірювання. Основи метрології і вимірювальна техніка : [підручник для студентів] / [Дорожовець М., Б.Стадник В.Мотало та ін.]. – Вид-во НУ “Львівська політехніка”, Львів, 2005. – Т. 2. – 654 с.
3. Петрушак О.М. Особливості вимірювання амплітуди періодичних сигналів / О.М. Петрушак, В.С. Петрушак // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2012. – № 1. – С. 200–203.
4. Специфікація до компонента ADC083000. Texas Instruments Incorporated, 2013. – 48 с. [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/adc083000.pdf>.
5. Специфікація до компонента MAX109. Maxim Integrated Products, 2008.-29с. Режим доступу до специфікації.: <http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX109.pdf>.

References

1. Gelman M. M. Analog to digital converter for the informatively-measuring systems / Gelman M.M. .-: Publishing house of standards, 2009 .- 317p.
2. Electric measurings. Textbook for students. Bases of metrology and measuring technique. Tom 2. [M. Dorogovec, B. Stadnik, V. Motalo and other] Publishing House NU “Lviv polytechnic”, Lviv, 2005.-654 p.
3. Petrushak O. M. Features measuring of amplitude of periodic signals / O. M Petrushak, V. S. Petrushak // Herald of Khmelnsky national university. Technical Sciences - 2012. - Issue 1. - pp. 200-203.
4. Data sheet for ADC083000. Texas Instruments Incorporated, 2013.-48p. Mode of access to data sheet.: <http://www.ti.com/lit/ds/symlink/adc083000.pdf>.
5. Data sheet for MAX109. Maxim Integrated Products, 2008.-29p. Mode of access to data sheet.: <http://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX109.pdf>.

Рецензія/Peer review : 21.3.2014 р. Надрукована/Printed :9.4.2014 р.
Рецензент: Ройзман В.П., д.т.н., проф.,
завідувач кафедру РЕА і ТК Хмельницький національний університет

УДК 621.376

І.С. КАТЕРИНЧУК, Д.О. ІВАНЬКОВ

Національна академія Державної прикордонної служби України імені Богдана Хмельницького
Ю.О. БАБІЙ
Хмельницький національний університет

МЕТОДОЛОГІЯ ВИЗНАЧЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ШИРОКОСМУГОВИХ ІМПУЛЬСНО-КODOВИХ МОДУЛЯТОРІВ

У статті висвітлено актуальну задачу з'ясування меж можливостей використання методів визначення характеристик при динамічних дослідженнях ІКМ. У свою чергу існує проблема продуктивності оцінювання динамічних характеристик ІКМ внаслідок великого обсягу обчислень, що може слугувати серйозною перешкодою при дослідженні характеристик широкосмугових сигналів. Методи оцінювання характеристик ІКМ широкосмугових сигналів з урахуванням адекватності процесів функціонування перетворювачів з реальними вхідними сигналами, а також розробка на їх основі ефективних засобів, що характеризується підвищеною продуктивністю є актуальною науковою задачею. Її аналіз висвітлення та результати наведені нижче.

Ключові слова: імпульсно-кодний модулятор, широкосмугові сигнали, методи визначення характеристик.

I.S. KATERUNCHYK, D.O. IVANKOV

National Academy of State Border Service of Ukraine named after Bogdan Khmelnsky
Y.O. BABIY
Khmelnsky National University

METHODOLOGY OF DETERMINING PERFORMANCE WIDEBAND PULSE CODE MODULATOR

Abstract – The article shows with the problem of finding out the actual limits opportunities for the use of methods for determining characteristics in dynamic studies of PCM. In turn, there is the problem of performance evaluation of dynamic response due to the large amount of PCM calculations that can serve as a major obstacle in the study of the characteristics of broadband signals. Methods for evaluating the characteristics of PCM broadband signals taking into account the adequacy of the functioning of converters with real input signals, and develop based on these effective measures, which is characterized by high productivity is urgent scientific problems. Its coverage and analysis results are given below.

Keywords: pulse code modulator, wideband signals, methods of characterization.

Вступна частина

Методології цифрового оброблення сигналів (ЦОС) у радіотехнічних пристроях і засобах телекомунікацій останнім часом розширюється на широкосмугові сигнали, такі як: телевізійні, сигнали

проміжної частоти засобів мобільного зв'язку та цифрових радіорелейних і радіолокаційних систем, групові сигнали аналогових багатоканальних систем передачі [1–3]. Ефективність оброблення широкосмугових сигналів безпосередньо залежить від властивостей імпульсно-кодового модулятора (ІКМ), що використовуються.

Експлуатація радіотехнічних і телекомунікаційних засобів з ІКМ в теперішній час показує, що повна відмова від визначення характеристик ІКМ, в процесі їх технічної експлуатації не дозволяє забезпечити необхідну якість функціонування цієї апаратури. З іншого боку, на основі набутого досвіду неможливо з достатньою точністю визначити потрібний об'єм і періодичність цих процедур, які дозволяють звести до мінімуму витрати на технічне обслуговування систем з ІКМ без зниження ефективності та якості їх функціонування. Для вирішення цієї проблеми на даному етапі експлуатації радіотехнічної та телекомунікаційної апаратури з ІКМ необхідно проведення досліджень стабільності основних параметрів і характеристик ІКМ з використанням для цієї мети автоматизованих засобів, які враховують специфічні властивості ІКМ широкосмугових сигналів. Такі дослідження та узагальнення необхідні й для більш обґрунтованого нормування якісних показників каналів з ІКМ, а також можуть бути основою для підвищення надійності апаратури, яка випускається. Таким чином, для виготовлення та технічного обслуговування радіотехнічних і телекомунікаційних пристроїв з ІКМ найбільш доцільними є методи та засоби визначення характеристик, які враховують специфічні властивості ІКМ широкосмугових сигналів і характеризуються високим ступенем адекватності результатів аналізу. Вагомий внесок в розробку теоретичних і практичних питань дослідження характеристик ІКМ внесли наукові колективи на чолі з Стекловим В.К., Шпігелем А.Р. Кестером У., Прокісом Д., Склярком Б. та іншими.

Один з основних показників якості функціонування ІКМ найбільш повно характеризують динамічна характеристика та залежності динамічних параметрів від частоти. Оцінювання характеристик ІКМ в робочому діапазоні частот є одним з важливих моментів виробництва та використання ІКМ, що забезпечує високу ефективність функціонування телекомунікаційних і радіотехнічних засобів, невід'ємною складовою яких є ІКМ широкосмугових сигналів.

Як відомо, основні особливості ІКМ визначаються дискретизацією у часі, квантуванням за рівнем і кодуванням. Квантування за рівнем призводить до того, що амплітудна характеристика каналу багато в чому визначається характеристикою квантувача, яка має ступінчастий вигляд. Така характеристика є причиною появи специфічних нелінійних спотворень – шумів квантування. В результаті чого вводиться новий показник якості телекомунікаційних і радіотехнічних засобів – відношення сигнал-шум квантування. Окрім того, ІКМ є причиною наявності специфічних особливостей при визначенні таких традиційних показників якості каналу, як амплітудна характеристика, амплітудно-частотна характеристика і шуми незайнятого каналу.

Таким чином, створення методів оцінювання характеристик ІКМ широкосмугових сигналів з урахуванням адекватності процесів функціонування перетворювачів з реальними вхідними сигналами, а також розробка на їх основі ефективних засобів, що характеризуються підвищеною продуктивністю обумовлює актуальність узагальнення існуючих засобів, які забезпечують повноту дослідження характеристик ІКМ широкосмугових сигналів.

Основний матеріал

Роботи вище зазначених наукових колективів умовно можна поділити на дві групи, які використовують при вирішенні проблеми визначення характеристик ІКМ два принципово різних підходи: визначення окремих параметрів ІКМ та визначення характеристик ІКМ, які найбільш повно описують функціонування модулятора в динамічному режимі.

Найбільш розповсюдженим є перший підхід. Він поєднує групу методів (статистичний, спектральний, сканувальний та інші). Популярність цього підходу можна пояснити його простотою, а також тим, що найчастіше він є безпосереднім розвитком ідей, добре розроблених при дослідженні ІКМ у статичному режимі. Проте, поза увагою авторів робіт, що реалізують даний підхід дослідження ІКМ, залишаються питання, які пов'язані з обґрунтуванням достовірності отриманих оцінок характеристик модуляторів. Адже визначення окремих динамічних характеристик ІКМ здійснюється на базі частіше всього синусоїдальних тестових сигналів і тому є адекватними лише для них. Нелінійність досліджуваних перетворювачів призводить до порушення принципу суперпозиції, тому висновки про динамічні властивості ІКМ при роботі з гармонічно багатим сигналом за результатами досліджень на одночастотних сигналах є некоректними і можуть бути використані лише як грубі оцінки динамічних характеристик. Однак, цей аспект проблеми частіше всього навіть не згадується. Ще однією проблемою при реалізації даного підходу в методологічному плані є відсутність безпосереднього зв'язку між характеристиками ІКМ, що визначались різними методами [2].

Втім другий підхід дослідження динамічних властивостей ІКМ на практиці не отримав значного розповсюдження, що в першу чергу, очевидно, пов'язано з трудомісткістю його реалізації та нетривіальними математичними проблемами. Це пов'язано з тим, що методи динамічного контролю, які орієнтовані на визначення повних динамічних характеристик, навіть для лінійних об'єктів призводять до розв'язання так званих „некоректних” задач. Це зробило можливим використання некоректних моделей як надійного інструменту, який отримав достатньо широке застосування при розв'язанні багатьох прикладних задач, але в задачах оцінювання динамічних характеристик ІКМ цей підхід не отримав широкого

застосування. Це обумовлено тим, що при розв'язанні некоректно поставлених задач, не містяться оцінки точності і тому залишається відкритим питання щодо можливості їх використання в задачах оцінювання динамічних характеристик ІКМ, де питання точності набувають пріоритетного значення.

Для зручності розрахунків та уявлення про роботу системи передачі з ІКМ, її умовно поділяють на три основні складові частини: індивідуальне обладнання; квантувач, цифровий груповий тракт. Характеристики ІКМ залежать від особливостей аналого-цифрового перетворювача і цифро-аналогового перетворювача, які є основою структури будь-якого модулятора. Лінійний тракт не впливає на характеристики квантувача і показники каналу, при умові, що ймовірність помилки в лінійному тракті відповідає заданим вимогам. Основні особливості ІКМ визначаються дискретизацією у часі, квантуванням за рівнем і кодуванням. Квантування за рівнем призводить до того, що амплітудна характеристика каналу багато в чому визначається характеристикою квантувача, яка має ступінчастий вигляд. Така характеристика є причиною появи специфічних нелінійних спотворень – шумів квантування. Окрім того, ІКМ є причиною наявності специфічних особливостей при визначенні таких традиційних показників якості каналу, як амплітудна характеристика, амплітудно-частотна характеристика і шуми незайнятого каналу. З деякої швидкості зміни сигналу, у динамічному режимі погіршується роздільна здатність ІКМ і, в свою чергу, зменшується реальне число розрядів коду, які використовуються для представлення неперервного сигналу. Тому для оцінки спотворень, які вносяться ІКМ в телекомунікаційних і радіотехнічних засобах, необхідно знати не тільки статичні, але й динамічні характеристики. Динамічні властивості цих засобів визначаються повними динамічними характеристиками: передатною функцією, АЧХ, ФЧХ, перехідною або імпульсною характеристикою.

Методи визначення характеристик ІКМ прийнято поділяти на чотири групи:

- візуального контролю;
- статистичних оцінок;
- спектрального аналізу;
- припасування до ідеальної синусоїдальної кривої.

До методів візуального контролю належать: метод аналізу відновленого сигналу, метод биття та метод аналізу обвідної. Статистичні оцінки характеристик ІКМ виконуються гістограмним методом та на основі зчеплених гістограм. Спектральні методи використовують дискретне перетворення Фур'є та дискретне перетворення Уолша.

У порівнянні з реальними, зразкові ІКМ видають номінальні (істинні) значення величини, що визначається з похибкою, значно меншою похибки досліджуваних ІКМ. Повна похибка ІКМ являє собою різницю між номінальним і вимірним значеннями вхідної величини та містять ряд складових, у тому числі зміщення нульового рівня, похибку, яка обумовлена відхиленням крутості характеристики (коефіцієнту) перетворення від заданого значення, похибки нелінійності характеристики перетворення та квантування за рівнем. Використання зразкового ІКМ з більшою роздільною здатністю в порівнянні з випробувальним перетворювачем дозволяє зменшити похибку випробувань, що і визначило особливість використання методу оцінювання динамічної характеристики ІКМ.

Основною відмінністю методів статистичних випробувань є визначенні гістограми кодів. Характеристику перетворення ІКМ у динамічному режимі можна визначити по вимірному статистичному ряду кодованих дискретних значень випробувального сигналу. При цьому, знаходять розподіл частоти вихідних кодів ІКМ і апроксимуючу розподілу функції густини ймовірностей. Відхилення останньої від відомої функції густини сигналу є мірою похибки характеристики перетворення. Умовами випробувань є незалежність і випадковість моментів часу дискретизації ТС. Як сигнал може бути використаний синусоїдальний сигнал і шум з експоненціальним або нормальним розподілом. Для того, щоб відліки ІКМ були незалежними, частота дискретизації не повинна бути синхронізована з частотою ТС. Число вибірок зазвичай має порядок сотень тисяч, що забезпечує статистичну достовірність результатів досліджень. Відносні частоти кодованих дискретних значень нормують до вхідного сигналу і отриману гістограму програмним шляхом аналізують на нелінійність. При використанні сигналу трикутної форми та визначенні гістограми ідеального ІКМ повинна бути отримана рівномірна густина кодових значень. Генерування сигналу трикутної форми є складною задачею, тому як тестові використовують сигнали синусоїдальної форми, що при визначенні відповідної гістограми дає нерівномірну густину ймовірності. Тому її нормують функцією густини ймовірності синусоїдального сигналу.

Дослідження ІКМ використовуючи методи з використанням шумоподібних сигналів і шумів з відомою функцією розподілу можна реалізувати за допомогою пристрою, який функціонує за принципом стробоскопічного перетворення. Послідовно встановлюючи всі рівні квантування, в режимі накопичення по заданим вихідним кодам ІКМ можна визначити його статистичну характеристику перетворення. По визначеним усередненим дискретним значенням можна побудувати статистичну нормувальну характеристику ІКМ і розрахувати таблицю статистичних поправок (математичних очікувань диференціальної нелінійності) для кожного кроку квантування у відповідній смузі частот вхідних сигналів.

Частотні методи визначення динамічних характеристик ІКМ базуються на представленні сигналів у частотній області на базі методології цифрового оброблення сигналів, тобто, з використанням базисів різноманітних функцій (Фур'є, Уолша та ін.) та дії відповідних ТС.

Метод порівняння спектральних густин потужності випробувального та вихідного сигналів також

дозволяє контролювати спотворення динамічної характеристики ІКМ по деформації цієї характеристики на його виході.

Метод порівняння амплітудних розподілів при достатньо малому кроці квантування і відповідно малому кроці між класами (інтервалами) гістограми розподілу частотей апроксимується відповідною функцією густини ймовірностей. Для цього частоти потрібно попередньо розділити на загальне число N спостережень, яке дорівнює сумі всіх частотей. При нормальному функціонуванні ІКМ функції густини випробувального та вихідного сигналів збігаються. Порушення роботи ІКМ призводить до деформації вихідної функції густини. Це порушення роботи ІКМ можна вважати як таке, що викликане шумами. Тоді характер деформації вихідної функції густини та її кількісні характеристики можуть слугувати мірою оцінки шуму, а отже, і виду порушень. Так, при відмові, або збої одного з розрядів ІКМ відсутність, або зменшення відповідної ординати гістограми частотей можна характеризувати як наявність внутрішнього імпульсного шуму. Якщо на виході ІКМ діє білий шум з нормальним розподілом, то наявність дворівневого імпульсного шуму призведе до зсуву вихідної функції густини для ненормованих частот. Амплітудний розподіл суміші шумів є сукупністю двох функцій нормальних розподілів з різними середніми значеннями, але рівними середньоквадратичними відхиленнями, причому зсув між середніми значеннями відповідає амплітуді дворівневого імпульсного шуму.

Методи випробувань на основі гармонічного аналізу з перетворенням Фур'є при визначенні частотних характеристик лінійних систем застосовують тестові синусоїдальні сигнали, які викликають відгук. При зміні частоти вхідного сигналу амплітуда та фаза вихідного сигналу будуть змінюватись відповідно з динамічною характеристикою досліджуваного ІКМ. Вони, в цьому випадку, визначаються комплексним коефіцієнтом передачі залежно від частоти. Далі, при визначенні параметрів вихідного сигналу враховують тільки його першу гармоніку, визначають співвідношення амплітуд вхідного та вихідного сигналів на частоті і отримують. Фазовий зсув визначають порівнянням положень максимумів (часового зсуву) цих сигналів. Мінімальний час визначення однієї точки характеристики визначається періодом частоти і часом перехідного процесу ІКМ. Усереднення за декілька періодів для кожної частоти збільшує точність вимірювання, але при цьому збільшується і час досліджень. Замість синусоїдальних можуть бути використані прямокутні або полігармонічні періодичні сигнали з відомими спектрами. При цьому, виконується гармонічний аналіз і розраховуються коефіцієнти Фур'є для всіх гармонік, що досліджуються. Час досліджень суттєво зменшується при паралельному гармонічному аналізі.

Своє місце знайшли алгоритми ДПФ, у тому числі алгоритми швидкого перетворення Фур'є, які використовуються для визначення ефективних значень корисного сигналу і шуму ІКМ. ДПФ дозволяє розрахувати не тільки шум квантування, але і паразитні гармоніки, а також частотні складові, які викликаються ефектом накладання. Як тестовий використовується моногармонічний сигнал [4].

Призначення зазначених методів полягає у визначенні характеристик ІКМ для забезпечення поставлених вимог, що висуваються до апаратури автоматизованого оцінювання характеристик сучасних ІКМ. У зв'язку з цим необхідне подальше удосконалення методів та засобів оцінювання характеристик ІКМ ширококугових сигналів. При цьому, необхідно враховувати особливості роботи вказаної апаратури, призначеної для обробки досить широкого класу сигналів. Тому досить перспективним шляхом покращення продуктивності та підвищення адекватності оцінювання характеристик ІКМ є використання підходів, що базуються на застосуванні цифрового оброблення сигналів та синтезі спеціальних класів сигналів, що адекватно відображають реальні умови функціонування ІКМ ширококугових сигналів.

Висновки

Підводячи підсумки вище зазначеного з питання застосування ІКМ можна сказати, що у теперішній час ІКМ ширококугових сигналів успішно використовуються у радіотехнічних пристроях та засобах телекомунікацій, при чому області впровадження ІКМ як засобів перетворення форм інформації постійно розширюються.

Виробники ІКМ ширококугових сигналів при оцінюванні характеристик далеко не в повній мірі враховують системні вимоги, які викликаються необхідністю корекції похибок перетворення і відновлення сигналів. Запропоновані користувачам окремі динамічні параметри ІКМ таку можливість не забезпечують. Але їх визначення вигідне виробнику, оскільки вони дозволяють здійснювати оперативний контроль придатності ІКМ при заданих витратах часу та засобів, що зменшує собівартість виготовлення ІКМ у порівнянні з оцінюванням повних динамічних характеристик.

Чинник продуктивності оцінювання характеристик ІКМ ширококугових сигналів є важливим і він повинен враховуватись при виборі методів для визначення потрібних користувачу характеристик. Разом з тим, при виборі цих методів необхідно враховувати і можливий спектральний склад процесів, які спостерігаються на вході ІКМ. Це означає, що при виконанні оцінки динамічних властивостей ІКМ доцільно використовувати методи, які характеризуються рівномірним спектром у всьому частотному діапазоні сигналів, що кодується (смузі пропускання ІКМ).

Отримання результатів частотними методами потребує більших затрат часу. Методи перехідних функцій в цьому відношенні неефективні, до того ж потрібні для них сигнали не завжди відтворюються по характеристикам. Відомі статистичні методи на базі гармонічних сигналів – трудомісткі та неадекватні умовам експлуатації ІКМ. Існуючі методи та засоби на сьогоднішній день не дозволяють однозначно судити про ефективність того чи іншого методу, і тому потрібно на базі досягнутих результатів проводити системні

дослідження.

Література

1. Кузьмин С.З. Цифровая радиолокация. Введение в теорию / С.З.Кузьмин. – К.: Изд-во КВІЦ, 2000. –428 с. – ISBN 966-7192-20-2.
2. Зубарев Ю.Б. Цифровое телевизионное вещание. Основы, методы, системы / Зубарев Ю.Б., Кривошеев М.И., Красносельский И.Н.– М.: НИИР, 2001. –568 с. – ISBN 5-88230-055-Х.
3. Мамаев М.С. Системы цифрового телевидения и радиовещания / Мамаев М.С., Мамаев Ю.Н., Теряев Б.Г. – М.: Горячая линия-Телеком, 2007. – 254 с. – ISBN 5-93517-277-1.
4. Цифровая связь : [справочник] / И.П. Панфилов, В.К. Стеклов, М.Л. Бирюков и др. ; Под ред. В.К. Стеклова. – К. : Техніка, 1992.–230 с. – ISBN 5-335-00883-0.

References

1. Kuzmyn S.Z. Tsyfrovaia radolokatsiya. Vvedeniye v teoriyu/ S.Z.Kuzmyn. – K.: Yzd-vo KVITs, 2000. –428 s. – ISBN 966-7192-20-2. [in Russian]
2. Zubarev Yu.B. Tsyfrovoe televyzyonnoe veshchaniye. Osnovi, metodi, systemi/ Yu.B. Zubarev, M.Y. Kryvosheev, Y.N. Krasnoselskiy.– M.: NYIR, 2001. –568 s. – ISBN 5-88230-055-Kh. [in Russian]
3. Mamaev M.S. Systemi tsyvrovoho televydeniya y radyoveshchaniya/ M.S.Mamaev, Yu.N. Mamaev, V.N.Teriaev. – M.: Horiachaia lyniia-Telekom, 2007. – 254 s. – ISBN 5-93517-277-1. [in Russian]
4. Steklov V.K. Tsyfrovaia svyaz: Spravochnik / Y.P. Panfylov, V.K. Steklov, M.L. Byriukov y dr.; Pod red. V.K. Steklova.–K.: Tekhnika, 1992.–230 s. – ISBN 5-335-00883-0. [in Russian]

Рецензія/Peer review : 26.2.2014 р. Надрукована/Printed :9.4.2014 р.
 Рецензент: Шинкарук О.М., д.т.н., професор, завідувач кафедри радіотехніки та зв'язку,
 кафедра радіотехніки та зв'язку, Хмельницький національний університет

УДК 616.314-74: 535.215.4

В.В. НИКИТЮК, В.Г. ДОЗОРСЬКИЙ, Г.М. ШАДРИНА
 Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

ОБҐРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ СИСТЕМИ ВІДБОРУ ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СИГНАЛІВ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СТУПЕНЯ ПОЛІМЕРИЗАЦІЇ СТОМАТОЛОГІЧНОГО МАТЕРІАЛУ

Розглянуто питання обґрунтування структури системи відбору фотоелектричних сигналів для задач застосування нового методу визначення ступеня полімеризації стоматологічних матеріалів. Показано, що для отримання якісного кінцевого продукту важливим є забезпечення оптимального часу експозиції. Тому важливим завданням є розробка автоматизованої системи контролю часу експозиції стоматологічних композитних матеріалів для досягнення їх оптимальних експлуатаційних властивостей.

Ключові слова: ультрафіолетове випромінювання, фотоелектричний сигнал, система відбору, полімеризація.

VYACHESLAV VYACHESLAVOVUCH NYKYTYUK,
 VASIL GRIGOROVICH DOZORSKYI, GALINA MIHAILIVNA SHADRINA
 Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University

GROUNDING OF THE SYSTEM STRUCTURE FOR THE SELECTION OF PHOTOELECTRICAL SIGNAL FOR THE DEFINITION OF DENTAL MATERIALS POLYMERIZATION DEGREE

There is a definition problem of dental materials polymerization degree in dent. The perspective method of definition is based on the working of photoelectrical signal, which is the result of ultraviolet radiation reflection from the dental material surface.

The work is devoted to the grounding problems of the system structure for the photoelectrical signal selection. Conducted justification of the structure and the choice of optimal technical characteristics of its components. We propose to use ultraviolet radiation polymerization lamps Woodpeker Led B as a source and photoelectric converter SR10SPD470-09 as the sensing element. Also, in the work grounded parameter values choice of these elements and the results of their use.

The photoelectric signals selection structure can be used as an integral part of modern dental polymerization illuminators. To control the dental materials polymerization degree system justified settings structural elements are optimal for the problems photoelectric signals selection and processing.

Keywords : ultraviolet radiation, photoelectric signal, selection system, polymerization

1. Постановка проблеми

У сучасній стоматології значного поширення набули композитні стоматологічні матеріали, які використовуються для усунення дефектів емалі зуба. Процес полімеризації таких матеріалів відбувається під дією ультрафіолетового (УФ) випромінювання. Проте для отримання якісного кінцевого продукту (пломби) важливим є забезпечення оптимального часу експозиції, оскільки недотримання або перетримання матеріалу під впливом УФ випромінювання призводить до погіршення якості пломби. Тому важливим