

# Аналіз спектрофотометричної оцінки ідентифікації фотополімерних пломбувальних матеріалів

Ужгородський національний університет, м. Ужгород, Україна

**Мета:** розробити алгоритми оцінки спектрофотометричної ідентифікації фотополімерних композитних матеріалів шляхом методів відбивання, поглинання та пропускання видимого світла.

**Об'єкт і методи.** Об'єкт – оптичні характеристики пломбувальних матеріалів та їх зміни залежно від вибраного ідентифікаційного критерію, діапазону світлових хвиль і відтинку досліджуваного зразка; методи – клінічні, рентгенологічні, фізико-математичні, лабораторні, статистичні й комп'ютерні.

**Результати.** У результаті дослідження вдалось ідентифікувати 962 зразки пломбувальних матеріалів, коефіцієнти пропускання, поглинання та відбивання світла яких співпали з даними еталонної бази (ефективність методу – 97,83 %).

**Висновки.** Отже, спектрофотометрія є достовірним методом визначення кольору та марки виробника для ідентифікації стоматологічного фотополімерного матеріалу, а її ефективність 97,83±2,12. Для вдосконалення процесу ідентифікації фотополімерних композитних матеріалів розроблено оригінальну комп'ютерну програму для автономної обробки спектрофотометричних досліджень.

**Ключові слова:** ідентифікація стоматологічних матеріалів, спектрофотометричний метод, судова стоматологія.

## Актуальність теми

Варіативна поширеність стоматологічних пломбувальних матеріалів обумовлює необхідність уніфікації критеріїв експертної оцінки їх якості, первинним серед яких є критерій ідентифікації матеріалу – його відповідності даним стоматологічної документації. Однак урахуовуючи результати епідеміологічного аналізу наявності та достовірності стоматологічних карт пацієнтів, було констатовано високий рівень помилок організаційного та виконавчого характеру, які унеможливають використання принципів програми DVI (Disaster Victims Identification) в ході ідентифікації осіб за стоматологічним статусом. Принцип програми побудований на співставленні прижиттєвих і посмертних даних реєстрації індивідуальних особливостей зубощелепного апарату та пошуку відповідностей, кількість, або ступінь сили аналогічності яких визначатимуть можливість проведення позитивної ідентифікації. Keiser-Nilsen сформулював у 1980 році критерій можливостей постановки аргументованих висновків про достовірність результатів ідентифікації підкреслив значення кожної окремої пломби як ідентифікаційного критерію з невисоким інформаційним значенням, аргументувавши це поширеністю амальгамних реставрацій та однорідністю принципів їх постановки, що в більшій мірі виключали ефект клінічної індивідуалізації наслідків ятрогенних терапевтичних втручань. Однак розширення можливостей реєстрації наслідків стоматологічного лікування з використанням новітніх методів отримання трьохвимірних рентгенологічних зображень, визначення щільності матеріалу адаптованим методом оптичної денситометрії, ідентифікації вогнищ прихованого карієсу на межі інтерфейсу пломба–тверді тканини зубів з використанням методу лазерної флюоресцентної спектроскопії, імплементації технік пошуку релевантних реперних точок і суперімпозиції зображень значно підвищили значення естетичних реставрацій у ході проведення судово-стоматологічних експертиз. Формування категорій і характеристик матеріалів, відносно яких відбувається диференціація брендів і хімічно різnorodних сполук (складових полімерних матриць та наповнювачів), полегшує процес їх ідентифікації в ході комплексного дослідження та одночасно згруповує сукупність критеріїв, за якими проводитиметься оцінка якості надання стоматологічних послуг. Оцінка анатомічної форми, крайової пігментації, крайової адаптації, гладкості поверхні, відповідності кольору, наявності контактного пункту, тріщин і гіперестезії об'єднана

в систему модифікованих критеріїв USPHSRyge, детальний розбір кожної із яких може слугувати окремим елементом у загальній сукупності ідентифікаційної вибірки. Проте серед чисельної кількості якісних характеристик відкритим залишається процес суб'єктивного трактування тієї чи іншої особливості стоматологічної реставрації, співмірності візуально видимих ознак даним відповідного балу градації порівняльної системи. З іншого боку, особливості хімічної структури та фізичних характеристик матеріалу дозволяють диференціювати його не тільки відносно показів до застосування, а й відносно фірми виробника. Актуальність визначення останнього продиктовано принципами функціонування страхової медицини, які передбачають надання конкретних стоматологічних послуг відповідно до умов страхового полісу клієнта в межах оптимальних сублімітів. І доки опція добровільного медичного страхування тільки набуває поширення в Україні, європейський та світовий досвід уже десятиліттями використовує принцип страхування стоматологічного здоров'я як складової загальної соматичного здоров'я. Юридичні аспекти надання стоматологічних послуг передбачають їх відповідність страховому полісу пацієнта (як клієнта страхової компанії) та наступним даним стоматологічної документації, заповненої після втручання. Виходячи з вищесказаного, аргументованою є необхідність пошуку єдиного стандартизованого критерію ідентифікації та підтвердження відповідності реставрації даним медичної документації, оскільки він вирішував би як проблеми сформовані у сфері ідентифікації (як допоміжного інформаційно значущого елемента одонтологічного статусу), так і уніфікував би алгоритм оцінки якості надання стоматологічних послуг з початковим етапом підтвердження відповідності матеріалу пломби та наступною якісною оцінкою її відповідності системі порівняльних критеріїв. Запровадження чи адаптація фізичного методу спектроскопії дозволить провести категоризацію відповідних фізичних показників адсорбції, відбивання та трансмісії світлового пучка найбільш поширених стоматологічних матеріалів, забезпечивши таким чином отримання кількісного показника як об'єктивного критерію відповідності, що достовірно визначатиме результат позитивної, можливої чи неможливої ідентифікації. З іншого боку, подібне розширення доказової бази особливостей одонтологічного статусу дозволить конкретизувати характерологічні ознаки кожної окремої реставрації, тим більше, що останнє передбачено новітньою версією

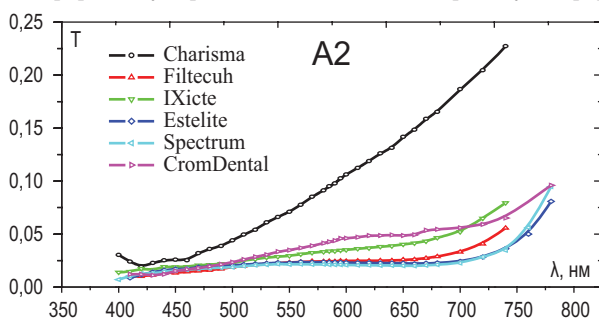
програми DVI Interpol у відповідних формах 630 і 650 з кодуванням деталізованої інформації відносно будь-яких специфічних втручань чи показників. Аналогічна спроба розширення критеріїв доказової бази стоматологічних реставрацій була запропонована групою авторів А. Sakuma, Н. Saitoh, Y. Makino, G. Inokuchi, М. Hayakawa, D. Yajima, які запропонували проводити деталізацію композитних реставрацій за допомогою комп'ютерної томографії. Такий підхід забезпечує верифікацію точної топографії, особливостей інтерфейсу та взаємовідношень пломб і реставрацій із суміжними тканинами та дозволяє одночасно визначити їх оптичну щільність за шкалою Хаунсвільда, що для композитних матеріалів у середньому знаходиться в діапазоні 660–800 HU. Однак можливість використання даного підходу обмежена потребою преформатування параметрів дослідження, роздільною здатністю об'ємного екранного зображення та попередньо відкаліброваною глибиною векселя, потужністю апаратної частини. Недарма Jackowski et al. при аналогічному дослідженні пломб за допомогою комп'ютерної томографії відмітив, що рентгенопакетів композитних матеріалів знаходиться в діапазоні ~11200–~14000 HU. Факт відмінності показників описаних вище аналогічних досліджень ще раз підкреслює необхідність уніфікації підходу ідентифікації стоматологічних матеріалів з формуванням єдиної бази еталонних показників, процес співставлення з якими й визначатиме відповідність ідентифікації.

Тому практична перевірка ефективності ідентифікації за допомогою фізичних методів дослідження дозволить встановити не тільки рівень відповідностей та достовірності отриманих результатів, а й доцільність імплементації методу з точки зору обсягу описової частини кількісних даних, фінансової можливості широкого впровадження, умов проведення та підходів до мінімізації похибок і ризику їх виникнення.

Також ідентифікації стоматологічних пломбувальних матеріалів в умовах *in vitro* дозволить експериментально аргументувати ефективність запропонованої методики з використанням принципів статистичної обробки результатів і сформулювати сукупність критеріїв, що визначають ключові ідентифікаційні показники лабораторного дослідження композитних пломбувальних матеріалів.

### Матеріали та методи

У ході практичного дослідження участь приймали дві групи осіб: експерти та дослідники, у кожному з яких входили по шість осіб науково-навчального центру судової стоматології ДВНЗ «Ужгородський національний університет». До моменту виконання дослідження було сформовано експериментальну вибірку видалених зубів у кількості 1248. Зуби видалені за показаннями, які стали матеріалом дослідження, безпосередньо після екстракції промивали фізіологічним розчином, після чого замочували в 10 % розчині формаліну строком на 5 днів. У цей період було сфор-



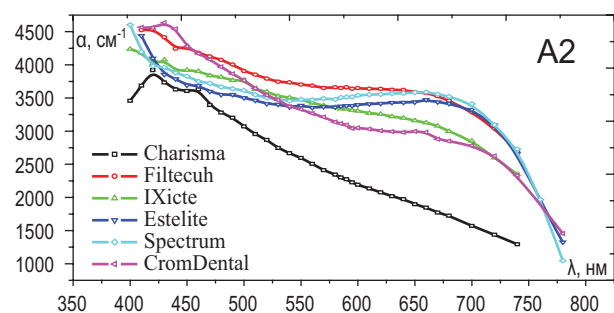
Мал. 1. Коефіцієнти пропускання фотоолімерних стоматологічних пломбувальних матеріалів класу кольору А2 різних фірм виробників.

мовано базу еталонних критеріїв коефіцієнтів пропускання, відбивання та поглинання світла еталонного зразка товщиною 1 мм, сформованого методом повної полімеризації у силіконовому шаблоні для наступних матеріалів Harisma A2, Harisma A3, Filtec (uH) A3, Filtec (uH) B3, I-Xcite A2, I-Xcite A3, CromDental EA2, CromDentalE A3, Estelite (ince), Gradia Direct, Harisma A1, Spectrum A2, Spectrum A3, Spectrum A3,5, Spectrum B2, Spectrum A1, Estelite A2, Estelite A3, Estelite OA1.

Далі дослідження виконувалося у дві стадії. На першій стадії група експертів провела навмисне препарування екстрагованих зубів за стандартними протоколами з урахуванням визначеного вище розподілу каріозних порожнин за Блеком. При такій умові можна стверджувати, що умови дослідження з точки зору пропорційного розподілу імітують природні умови, а модель дослідження максимально наближена до оригінальної. Після тотального протравлювання відпрепарованої поверхні за допомогою 37 % ортофосфатної кислоти, був проведений етап бондингу за допомогою системи 5-го покоління Adper Single Bond 2. Після цього відповідно було встановлено 1248 пломб: 879 пломб у боковій групі зубів (на молярах – 271, на пре молярах – 240) та 368 – у фронтальній (на різцях – 265, на іклах – 103) з врахуванням критеріїв розподілу сформованих за G.V. Black у ході клінічної реєстрації каріозних уражень і з матеріалів відтінків і виробників, аналогічним попередньо сформованій еталонній базі. Кожний зуб маркували чисельним індикатором відповідно до трафарету розшифровування з можливістю визначення кольору поставленої пломби та матеріалу виробника в ході перевірки результатів ідентифікації. Після завершення даної стадії для забезпечення повної полімеризації пломбувальних матеріалів зуби залишили на 5 діб.

Через визначений строк група дослідників, яка не була проінформована групою експертів, розпочала другу стадію дослідження. З кожної пломби за допомогою бора було сформовано досліджуваний зразок – пластинку композиційного матеріалу розміром 2 мм × 1 мм × 2 мм. Розміри досліджуваних пластинок перевіряли за допомогою штангенциркуля. Пластинки промаркували за допомогою цифрової нумерації для оптимізації процесу категоризації результатів. Після формування досліджуваних пластинок кожну з них досліджували методом спектрофотометрії, принципи роботи якого описані у попередніх розділах.

У результаті дослідження вдалося ідентифікувати 962 зразки пломбувальних матеріалів, коефіцієнти пропускання, поглинання та відбивання світла яких співпали з даними еталонної бази (ефективність методу – 97,83 %). Перевірки ідентифікації зі співставленням даних цифрового маркування підтвердила ефективність методу. Відтак можна стверджувати, що ефективність методу ідентифікації стоматологічних пломбувальних матеріалів з верифікацією їх специфічних оптичних властивостей в діапазоні досліджуваних світлових хвиль досягає ефективності



Мал. 2. Коефіцієнти поглинання фотоолімерних стоматологічних пломбувальних матеріалів класу кольору А2 різних фірм виробників.

97,83±2,12 %. Величина відносної похибки у 2,12 % може бути пов'язана із впливом суб'єктивних факторів у ході проведення перевірки групою дослідників, формуванні досліджуваної пластинки товщиною більш ніж 1 мм, похибками у процесі реєстрації показників змін світлового променя.

Результати вимірювання та обчислення оптичних властивостей стоматологічних матеріалів (коефіцієнтів відбивання, пропускання та поглинання світла), а також їх табличне та графічне порівняння з показниками бази еталонів при товщині зразка 1 мм різних виробників представлені нижче для об'єктивізації залежності показників від довжини хвилі світлового променя, виробника та відтінку матеріалу.

### Інтерпретація результатів

Для того щоб ідентифікувати фотополімерний стоматологічний матеріал, не обов'язково знімати всю криву залежності коефіцієнта пропускання (відбивання, поглинання).

Достатньо вибрати три інтервали довжин хвиль, в яких є найбільша різниця між коефіцієнтами пропускання (відбивання, поглинання), у нашому випадку це інтервали:

1. Від 420 нм до 460 нм.
2. Від 620 нм до 660 нм.
3. Від 720 нм до 740 нм.

Поставити досліджуваний зразок у спектрометр на відповідний діапазон, знати вимір коефіцієнта відбивання (поглинання, поглинання) та ідентифікувати за атласом.

### Висновок

Отже, спектрофотометрія є достовірним методом визначення кольору та марки виробника для ідентифікації стоматологічного фотополімерного матеріалу, а її ефективність становить 97,83±2,12. Для вдосконалення процесу ідентифікації фотополімерних композитних матеріалів розроблено оригінальну комп'ютерну програму для автономної обробки спектрофотометричних досліджень.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Adams B. J. Establishing personal identification based on specific patterns of missing, filled, and unrestored teeth // Journal of forensic sciences. – 2003. – Т. 48. – №. 3. – С. 487–496.
2. Adams B.J. The diversity of adult dental patterns in the United States and the implications for personal identification // Journal of forensic sciences. – 2003. – Т. 48. – №. 3. – С. 497–503.
3. Ajaj R. et al. Infrared Spectroscopic Analysis of Restorative Composite Materials Surfaces and Their Saline Extracts: дис. – State University of New York at Buffalo, 2009.
4. Alshali R.Z. et al. Qualitative and quantitative characterization of monomers of uncured bulk-fill and conventional resin-composites using liquid chromatography/mass spectrometry // Dental Materials. – 2015. – Т. 31. – №. 6. – С. 711–720.
5. Anusavice K.J., Shen C., Rawls H.R. Phillips' science of dental materials. – Elsevier Health Sciences, 2012.
6. Asmussen E., Juergensen K.D. A microscopic investigation of the adaptation of some plastic filling materials to dental cavity walls // Acta Odontologica. – 1972. – Т. 30. – №. 1. – С. 3–21.
7. Avon S.L. Forensic odontology: the roles and responsibilities of the dentist // Journal-Canadian Dental Association. – 2004. – Т. 70. – №. 7. – С. 453–458.
8. Azrak B. et al. Usefulness of combining clinical and radiological dental findings for a more accurate noninvasive age estimation // Journal of forensic sciences. – 2007. – Т. 52. – №. 1. – С. 146–150.

## Анализ спектрофотометричной оценки идентификации фотополімерных пломбирочных материалов

*С.Б. Костенко*

**Цель:** разработать алгоритмы оценки спектрофотометрической идентификации фотополімерных композитных материалов путем методов отражения, поглощения и пропускания видимого света.

**Объект и методы.** Объект – оптические характеристики пломбирочных материалов и их изменение в зависимости от выбранного идентификационного критерия, диапазона световых волн и оттенка исследуемого образца; методы: клинические, рентгенологические, физико-математические, лабораторные, статистические и компьютерные.

**Результаты.** В результате исследования удалось идентифицировать 962 образца пломбирочных материалов, коэффициенты пропускания, поглощения и отражения света которых совпали с данными эталонной базы (эффективность метода – 97,83 %).

**Выводы.** спектрофотометрия является достоверным методом определения цвета и марки производителя для идентификации стоматологического фотополімерного материала, а ее эффективность составляет 97,83±2,12. Для совершенствования процесса идентификации фотополімерных композитных материалов разработана оригинальная компьютерная программа для автономной обработки спектрофотометрических исследований.

**Ключевые слова:** идентификация стоматологических материалов, спектрофотометрический метод, судебная стоматология.

## Spectrophotometer, evaluation and identification of the photopolymer that are used in tooth filling

*S. Kostenko*

**Object:** to develop algorithms for estimation spectrophotometric identification of photopolymer composite materials by methods of reflection, absorption and transmission of visible light.

**Object and methods.** Object – the optical characteristics of filling materials, and their changes depending on the criteria of identification, a range of light waves and shade of the sample; methods – clinical, radiological, physical, mathematical, laboratory, statistical and computer.

**Results.** The study identified 962 samples of filling materials, transmittance, absorption and reflection of light which coincided with the data of the reference base (the efficiency of the method is 97.83 %).

**Summary.** Spectrophotometry is a reliable method of determining the color and brand of the manufacturer to identify dental photopolymer material, and their performance 97.83±2.12. To improve the identification process of the photopolymer composite materials has developed an original computer program for off-line processing of spectrophotometric studies.

**Key words:** identification of dental materials, method of spectrum – photometric in forensic dentistry.

*Костенко Світлана Борисівна – асистент кафедри ортопедичної стоматології ДВНЗ Ужгородський національний університет.  
Тел.: +38 (067) 388-25-19. E-mail: kostenkosb@gmail.com.*

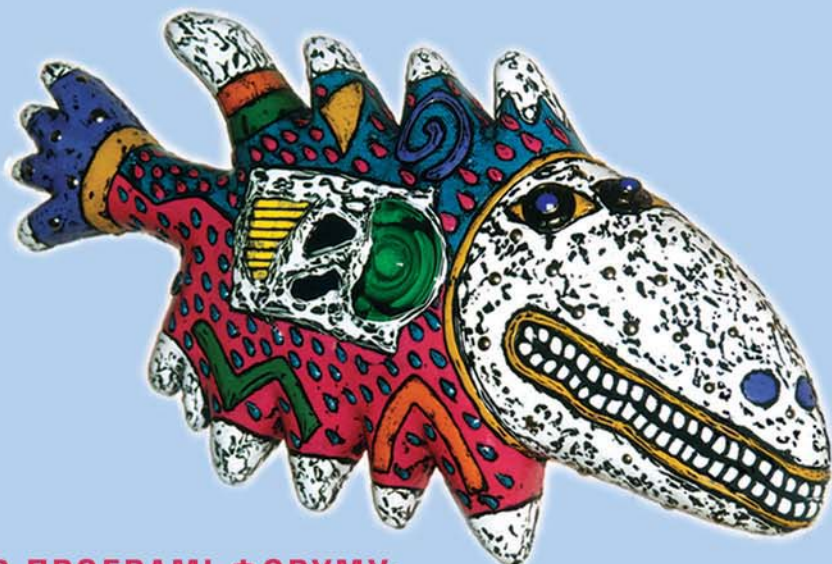
# 72-й КИЇВСЬКИЙ МІЖНАРОДНИЙ СТОМАТОЛОГІЧНИЙ ФОРУМ ТА ВИСТАВКА

**МЕДВІН:**  
Стоматологічні виставки  
№1 в Україні

## ЕКСПОСТОМАТ `2016

УКРАЇНА, КИЇВ,  
вул. САЛЮТНА, 2-Б,  
СТ. М. "НИВКИ"

 КИЇВ ЕКСПО ПЛАЗА



**В ПРОГРАМІ ФОРУМУ:**  
Міжнародний лекторій АСУ  
"Сучасні технології лікування та  
профілактики в практичній стоматології".  
Демонстрації на стендах учасників  
та виставковому майдані.



**АСОЦІАЦІЯ  
СТОМАТОЛОГІВ  
УКРАЇНИ**  
ЗАРЕЄСТРОВАНО В FDI

ЗА ПІДТРИМКИ:  
 КОМІТЕТ ВЕРХОВНОЇ РАДИ УКРАЇНИ  
З ПИТАНЬ ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я,  
МАТЕРИНСТВА ТА ДИТИНСТВА;  
МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ.

### План стоматологічних виставок на 2016 рік

72-й Київський міжнародний стоматологічний форум та виставка  
**МЕДВІН: ЕКСПОСТОМАТ**  
КИЇВ 17 - 19 лютого

5-й Івано-Франківський міжнародний стоматологічний форум та виставка  
**МЕДВІН: СТОМАТОЛОГІЯ**  
ІВАНО-ФРАНКІВСЬК 17 - 19 березня

73-й Київський міжнародний стоматологічний форум та виставка  
**МЕДВІН: СТОМАТСАЛОН**  
КИЇВ 6 - 8 квітня

Запорізький міжнародний стоматологічний форум та виставка  
**МЕДВІН: СТОМАТОЛОГІЯ**  
ЗАПОРІЖЖЯ 20 - 22 квітня

22-й Одеський міжнародний стоматологічний форум та виставка  
**МЕДВІН: СТОМАТСАЛОН**  
ОДЕСА 18 - 20 травня

74-й Київський міжнародний стоматологічний форум та виставка  
**МЕДВІН: СТОМАТОЛОГІЯ**  
КИЇВ 29 - 31 серпня

23-й Одеський міжнародний стоматологічний форум та виставка  
**МЕДВІН: СТОМАТЕКСПО**  
ОДЕСА 21 - 23 вересня

75-й Київський міжнародний стоматологічний форум та виставка  
**МЕДВІН: ЕКСПОДЕНТАЛ - 2016**  
КИЇВ 23 - 25 листопада  
Підсумкова виставка АСУ 2016 року

**УПОРЯДНИК  
ВИСТАВКОВА КОМПАНІЯ  
"МЕДВІН":**  
Тел./факс: + 380 44 501-03-44  
E-mail: [mail@medvin.kiev.ua](mailto:mail@medvin.kiev.ua)  
[www.medvin.kiev.ua](http://www.medvin.kiev.ua)

**ВИСТАВКИ  
МЕДВІН**