

**ТЕМБЪРЪТ КАТО ПОНЯТИЕ В МУЗИКАТА
И ВЪВ ФОНЕТИКАТА И КАТО КОЛИЧЕСТВЕН
ПОКАЗАТЕЛ В ПРОСТЕТИЧНАТА
ДЕНТАЛНА МЕДИЦИНА**

Руси Николов

Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“

Маджед Хусеин

Дентален кабинет, бул. „Свобода“ 15, гр. Пловдив

**THE TIMBRE IN MUSIC AND PHONETICS AND AS A
METRIC IN DENTAL PROSTHETIC TREATMENT**

Rusi Nikolov

Paisii Hilendarski University of Plovdiv

Madzhed Husein

Dental office, Svoboda Blvd. 15, Plovdiv

The notion of timbre is often introduced figuratively as *the tone color of a sound*. This metaphor is justified insofar as timbre, *in music*, is not a definitional sound attribute, although an important one. As for the speech sounds, however, it is basically the timbre that ensures the sound-phoneme associations, hence the significant role of the models and tools for a reliable quantitative assessment of the speech sound quality and the speech sound alteration. This paper makes an argument for the practical use of the ‘center of gravity’ effect in vowel spectra when taken into account by the new tool used here to evaluate sound alteration in prosthetic treatment of edentulous patients.

Key words: Timbre, Acoustic-Perceptual Modeling, Denture Prosthesis

Тембърът е една от основните перцептивни характеристики на звука, обособена спрямо останалите – сила, височина и продължителност, наречени прозодични. Прозодичните характеристики се определят лесно както концептуално, така и количествено, защото са скаларни (с възможно количествено изражение чрез едно-единствено

число), каквито са и техните основни физични корелати, съответно интензитет, основна честота и времетраене. Концептуалната яснота и сетивната еднозначност (на съпоставително равнище – по-голяма или по-малка стойност) на прозодичните характеристики позволяват впрочем още в учебните програми за средното образование по физика да се разшири чисто физичната тематика, като се навлезе в областта на психоакустиката.

Прозодичните характеристики са ирелевантни на равнище фонематичен код, защото не влияят функционално на речевите звукове (включително в звуковата система на английския език, където се противопоставят кратки и дълги гласни; действително, една силно удължена гласна /i/ например ще остане разпознаваема, т.е. различна от кардиналната, екстремно предна и затворена /i/).

Очевидно е, че промените в силата и/или във височината на отделния речеви звук също не променят смислоразличителната му функция в думата. Остава тембърът. Затова е парадоксално, че тембърът във фонетиката, който е най-надеждната и обикновено единствената същностна характеристика на отделния речеви звук, се дефинира традиционно и продължава да се дефинира като негова окраска: „Тембърът представлява специфична окраска на звука“ (Михайлов 2018: 35). Безспорно е, както е казано в същия източник, че „всеки човек има свой собствен тембър“ (Михайлов 2018: 36), но единствено съществено за фонетиката като лингвистична дисциплина е, че *всеки речеви звук има свой собствен тембър*, и по-точно относително константни за езиковата общност тембрални характеристики, които определят мястото на звука във фонемната система на езика. Другите „окрасъчни“ тембрални характеристики на звука, специфични за всеки индивид, са също идентификационни – но не за звука, а за говорещия – и следователно са не по-маловажни, но за области като фоностилистиката, актьорското майсторство, криминалистиката и индустрията на устройства за гласова идентификация.

Не е целесъобразно също така да се асоциират понятията тембър и качество на речевия звук, като се противопоставят на „количеството“ на звука, защото без количествено измерение тембърът губи реалната си научна и приложна стойност.

Не може да се определи като строго научна и актуалната, широко разпространена дефиниция на тембъра, включително в най-авторитетни научни публикации, в частност в наскоро публикувания сборник, представляващ *„първи съвременен изчерпателен обзор на научните методи и изследвания на перцептивните и когнитивните*

аспекти на тембъра и на неговото акустично моделиране“¹ (Сиденбърг и др. 2019: хiii). За дефиниране на тембъра е приложен методът на изключването: „Тембърът е, грубо казано, всяко едно свойство на звука, различно от височината, дължината и силата, което позволява да оценим два звука като различни“² (Сиденбърг и др. 2019: хiii). Аналогична е дефиницията на Американския национален институт по стандартизация на акустичната терминология (ANSI, 1960)³, цитирана и дискутирана в същия труд: „Тембърът е този атрибут на слуховите усещания, който позволява да се възприемат два звука като различни при идентични експериментални условия и при идентични стойности на силата и височината на двата звука“⁴ (Сиденбърг и др. 2019: 4).

Всяка характеристика, в частност слухово-перцептивна, има диференциращ потенциал и следователно да се каже, че тембърът позволява да се разграничат два звука, е толкова неинформативно, колкото и твърдението, че разликите между две неща позволяват да различим нещата. Ниско информативно е и да се дефинира нещо, като се каже какво не е.

Нашата критика към подобни дефиниции не е нещо ново или оригинално (те са многобройни и в цитирания по-горе фундаментален труд със заглавие „Тембър: акустика, перцепция и познавателна стойност“), но е необходимо да се предложи алтернатива, която е наложителна в областта на фонетиката, заимстваща все още дефиницията от музикалната теория. Тембърът на речевите звукове наистина се проявява като „окраска“, защото не всички честотни компоненти на звука имат перцептивна тежест при разпознаването му в речта. Това обаче не е основание тембърът във фонетиката да се дефинира като „окраска на звука“, защото от двата аспекта на тембъра интерес за фонетиката представлява този, който е езиково релевантен.

¹ “the first comprehensive modern account of research topics and methods on the perception, cognition, and acoustic modeling of timbre”.

² “Roughly defined, timbre is thought of as any property other than pitch, duration, and loudness that allows two sounds to be distinguished.”

³ Американски национален институт по стандартизация ANSI, 1960 American Standard Acoustical Terminology. New York: American National Standards Institute, 1960.

⁴ “Timbre. That attribute of auditory sensation which enables a listener to judge that two nonidentical sounds, similarly presented and having the same loudness and pitch, are dissimilar.”

Парадоксът в „музикалната“ дефиниция произтича от факта, че тембърът е точно тази характеристика и единствената от всички характеристики на речевите звукове, която корелира с фонематичната стойност на звуковете. Това е отразено и в класификацията на звуковете, приета от Международната фонетична асоциация, където продължителността на звуковете – кратки, дълги и полудълги – е включена към супрасегментните, а не към сегментните звукови характеристики⁵. Следователно тембърът за лингвиста не е окраска на звука, а основна характеристика на основната (най-малката) градивна единица в системата на естествените езици. В известен смисъл тембърът за лингвиста е това, което е цифрата за математика.

Тембърът е окраска на звука в музиката, защото музикалният тон/нота се дефинира с неговата височина, а музикалният мотив се дефинира с относителните височина, продължителност и сила на последователните тонове. Един и същи музикален мотив, изпълнен на музикални инструменти с различни резонансни характеристики, остава разпознаваем независимо от различния за различните инструменти тембър на един и същ тон. И в устната реч, но извън фонетиката, когато се интересуваме от индивидуалните произносителни характеристики на говорещия, а не от езиково релевантните, константните характеристики на речевите звукове, тембърът може да се определи безспорно като окраска на звука.

Тембърът като представителен (за дадена езикова общност) акустико-перцептивен образ на фонемата има важни приложения не само в описанието на естествените езици, но и в чисто приложни области, като чуждоезиковото обучение и медицината. Затова е важно той да бъде строго дефиниран и оптимално моделиран – едновременно адекватно, икономично и с възможност за количествено съпоставяне.

Двойствената природа на тембъра – като „окраска“ и като идентификационна характеристика – предопределя главното предизвикателство при изучаването му в експерименталната фонетика – моделиране на тембъра на базата на езиково релевантните характеристики на спектъра, т.е. на характеристиките, които позволяват да се представи звукът с оптимално количество информация – минимална като количество и същевременно достатъчна за надеждното му идентифициране в речта.

⁵ <https://www.internationalphoneticassociation.org/IPAcharts/IPA_chart_orig/pdfs/IPA_Kiel_2020_full.pdf> (15.01.2023).

Тембърът на звука е, най-общо казано, перцептивният корелат на формата на неговата спектрална обвивка. Корелацията е сложна за моделиране, защото различните честотни компоненти на спектъра участват с различна перцептивна тежест във формирането на тембъра в зависимост от честотата, относителния интензитет на честотния компонент, но и в зависимост от рецептора (състояние на слуховия апарат, фонологични филтри и други субективни фактори).

Спектърът съдържа изчерпателна аналитична информация за звука в даден момент от времето. Спектралната информация е аналитична, защото е извлечена от първичния дигитален запис на звуковата вълна чрез математически анализ, който позволява да се определят елементарните съставни компоненти на звука – прости (синусоидални) звукове, всеки от които се характеризира със своята честота и амплитуда.

При умерен звуков интензитет (над прага на чуваемост и под прага на болката) тембърът зависи обективно от спектралната форма (образно казано, от обвивката на спектралната графика), т.е. от съотношенията на интензитета на честотните компоненти на звука.

От функционална гледна точка тембърът на звука може да съдържа три вида данни с различна степен на релевантност: 1) за източника на звука; 2) за звука като различителна единица в комуникационен код и 3) шум, т.е. компоненти без информационна стойност. Задачата за моделиране на тембъра на звука на функционално езиково равнище може да се опрости значително чрез прилагане на следния критерий за сравнителна оценка на адекватността на различните акустико-фонетични модели на речевите звукове:

При акустико-фонетично моделиране – с използване на два различни модела – на звуковете от един и същ корпус, съставен от записи на един и същ текст, прочетен от различни носители на езика, надеждна индикация за по-висока степен на релевантност на единия модел спрямо другия е получаването (при равни други условия) на по-малка вариативност на равнище различни говорители и едновременно с това на по-голяма вариативност на равнище различни фонемни.

Този критерий е приложим за всеки комуникационен код, а неговите основанията могат да се илюстрират например чрез простия пример с кода на Морз: декодирането е максимално надеждно, когато дългите сигнали са осезаемо по-дълги от късите и когато сигналите в съобщението от един и същ вид са еднакво дълги. Аналогично различните фонемни в речевото съобщение трябва да са реализирани с осезаемо различни звукове, а различните звукови реализации на една и съща

фонема да притежават константни характеристики независимо от артикулационните особености на говорещите. В процеса на еволюция на звуковите системи на естествените езици се наблюдава, разбира се, и обратна тенденция – на постепенна неутрализация до пълно изчезване на някои слабо продуктивни звукови опозиции в резултат на противодействието на закона за най-малкото усилие⁶ (Мартине, 1970, 176 – 177), от една страна, и от друга страна – на тенденцията за максимален контраст между звуковите единици. С оглед на това е неоправдано да се прави сравнителна оценка на един акустичен модел на гласните звукове чрез измерване на разстоянието например между предноезичната и задноезичната гласна /a/ във френския език ([a] – [ɑ]) с оглед на незначителната или дори несъществуваща функционална тежест на тази опозиция при съвременното състояние на системата на езика.

Въз основа на този критерий е усъвършенстван двуформантният модел на гласните чрез отчитане на перцептивната интеграция на близките (по психоакустичната скала на Барк) гласови форманти (Чистович & Люблинская, 1979: 185 – 195) и е разработен софтуер⁷, позволяващ практическото приложение на новия модел както в чуждоезиковото обучение, така и в медицинските изследвания, в частност – в протетичната дентална медицина.

Възстановяването на дъвкателната функция чрез поставяне на сменяеми цели протези на пациенти с изцяло обеззъбени челюсти оказва влияние и върху говорната функция на устната кухина. Значимостта на този въпрос е свързана със значимостта на говорната функция: качеството на живота на пациента се подобрява с нейното подобряване, но и с по-добрата информираност на пациента за закономерните временни затруднения и причините за тях. Протезата възстановява почти напълно и геометрията на устната кухина, а следователно и нейните резонансни свойства. Логично е да се предположи, че това ще доведе до нормализиране на говорната функция на устната кухина. Доказано е обаче, че почти всички произносителни параметри се влошават непосредствено след поставяне на протезата: средната стойност на основния тон се повишава, дебитът на речта намалява, наблюдават се и по-големи отклонения на тембъра на звуковете спрямо нормативните стойности в съпоставка с отклоненията преди пос-

⁶ « L'homme ne se dépense que dans la mesure où il peut ainsi atteindre aux buts qu'il s'est fixés. »

⁷ <<http://web.uni-plovdiv.bg/rousni/>> (15.01.2023)

тавянето на протезата (Хусеин, 2021). Този парадокс може да се обясни с две причини.

Т.нар. компенсаторни механизми позволяват на пациента с липсващи зъби да усвои нови артикулационни навици, възстановяващи, макар и частично, качеството на говорните звукове. Непосредствено след поставянето на протезата той трябва да се реадаптира и постепенно да възстанови изгубените навици. (Изследванията във времето показваха, че произносителните параметри се възстановяват в нормативните стойности за период, не по-дълъг от 45 дни.) Вторият неблагоприятен фактор е новото проприоцептивно състояние, водещо до психологически дискомфорт и първоначален стрес, който предизвиква необичайно повишаване на височината на гласа, което от своя страна е допълнителен неблагоприятен фактор за качеството на гласните звукове.

Разликата в тембъра на две звукови реализации в цитирания по-горе труд е оценена количествено чрез математически алгоритъм за оценка на разликата между съответните спектрални форми в честотен диапазон, съдържащ честотните компоненти с доказана перцептивна тежест в езиково отношение. Този метод е обективен и универсален, защото е приложим както за гласните, така и за съгласните звукове. При гласните звукове обаче при наличието на нови методи и инструменти, позволяващи акустико-фонетично моделиране със значително по-точно отчитане на връзката *акустичен сигнал – когнитивен образ*, възникна необходимостта от допълнителна проверка на направените изводи. За тази цел е приложено подобреното двуформантно моделиране на гласните с отчитане на доказаната от Чистович и Люблинская перцептивна интеграция на достатъчно близките (по психоакустичната скала на Барк) форманти, като за гласните в българския език такива перцептивно „сливащи се“ форманти се оказват вторият и третият формант на предните гласни.

Измерванията са направени върху наличния експериментален корпус, описан в цитирания по-горе труд, като е приложена аналогична статистическа обработка. Изненадващо резултатите за гласните не се потвърдиха. С висока степен на сигурност на статистическия извод се установи, че качеството на гласните звукове при прилагане на чисто лингвистичния модел не се променя непосредствено след поставянето на протезата. За илюстрация и възможност за частично възпроизвеждане на измерванията може да се използват достъпните онлайн⁸ два

⁸ <<http://web.uni-plovdiv.bg/rousni/wavs>> (15.01.2023)

звукозаписа на изречение, произнесено от пациент преди и след поставяне на протезата. Колкото до субективния слухов анализ, не е трудно да се установи, че в тембъра има все пак чувствителна разлика.

Тези привидно противоречиви резултати говорят всъщност в полза и на двата метода. При лингвистичното моделиране се отчитат единствено езиково релевантните характеристики на гласните, което обяснява факта, че получаваме идентични гласни (каквито са те действително на фонологично равнище, въпреки че звучат различно), показва, че са извлечени успешно езиково релевантните спектрални компоненти за тяхното моделиране. От друга страна, при интегралното приложение на спектралната форма в съпоставката между гласните се отчитат и двата аспекта на спектъра – както смислоразличителния, така и този, който позволява да говорим за тембъра като за окраска на звука.

ЛИТЕРАТУРА

- Мартине 1970:** Martinet, A. *Eléments de linguistique générale*. Paris: Armond Colin, 1970.
- Михайлов 2018:** Михайлов, М. *Фонетика на съвременния български книжовен език*. [Mihaylov, M. *Fonetika na savremenniya balgarski knizhoven ezik*.] Смолян: Пловдивски университет „Паисий Хилендарски“, Филиал – Смолян, 2018.
- Сиденбърг и др. 2019:** Siedenburg, K., Saitis, C., McAdams, S., Popper, A. N., Fay, R.R. *Timbre: Acoustics, Perception, and Cognition*, ASA Press (Acoustical Society of America) and Springer, 2019.
- Хусеин, 2021:** Хусеин, М. *Фонетика и цели протези. Съвременни методи на изследване*. [Hussein, M. *Fonetika i tseli protezi. Savremenni metodi na izsledvane*.] Пловдив: Университетско издателство „Паисий Хилендарски“, 2021.
- Чистович & Люблинская, 1979:** Ludmilla A. Chistovich, Valentina V. Lublinskaya, The ‘center of gravity’ effect in vowel spectra and critical distance between the formants: Psychoacoustical study of the perception of vowel-like stimuli. // *Hearing Research* Volume 1, Issue 3, August 1979, 85 – 195.