

**АКУСТИЧНО МОДЕЛИРАНЕ НА ГЛАСНИТЕ
С ОПТИМИЗИРАНО ОТЧИТАНЕ
НА ПЕРЦЕПТИВНИТЕ ДАННИ**

Росина Какова

Университет по хранителни технологии – Пловдив

**ACOUSTIC MODELLING OF VOWELS WITH OPTIMIZED
READING OF PERCEPTIVE DATA**

Rosina Kakova

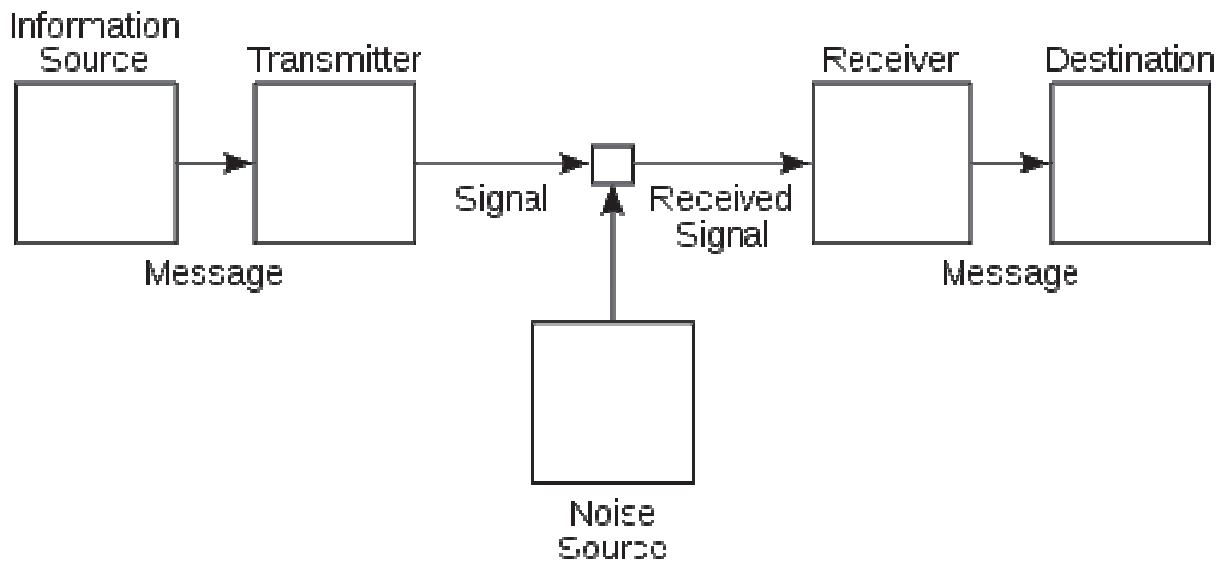
University of Food Technologies – Plovdiv

Learning new and relatively complex articulation habits requires continuous practice. A positive effect is achieved when the subject has proper feedback on the outcome of his actions. This is the purpose of the *TREFL* program in the field of corrective phonetics. This software-provided method offers the possibility of practical modelling of vowels, taking into account frequency integrations in their mental acoustic image. In contrast to the classical two-formant vowel model, the new model gives a more realistic representation of vowels at the perceptual level.

Key words: Acoustic Analysis, Third Vowel Formant, Foreign Languages Learning, Pronunciation

Еволюцията на интересите в областта на науката отразява промените в обществото в сферата на икономиката, на политиката и не на последно място – в областта на технологиите. Тази констатация е особено съотнесима с изследването на речта, чийто възход съвпада с развитието на телефонията, на някои аспекти на военното дело, като криптографията и радиокомуникацията. С Теория на информацията Клод Шанън представя обществената комуникация като система от три елемента – източник, съобщение и адресат, и два процеса – кодиране и декодиране, и така поставя началото на търсенето на оптимал-

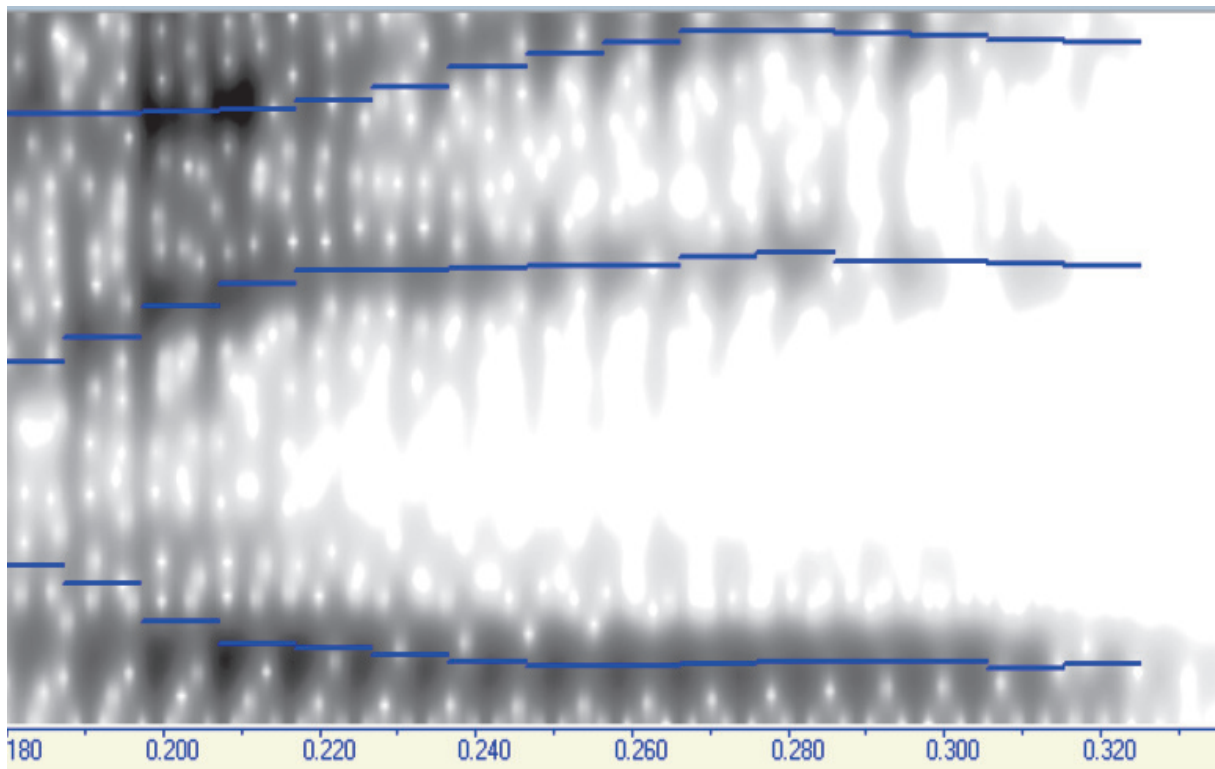
ното предаване на съобщение и анализа на всяка система от знаци (Шанън 1948).



Фигура 1. Схема на Шанън, която показва процеса на предаване на съобщение и получаване на съобщение

В този смисъл възприемането на речта може да се разглежда като конвертиране на акустичен сигнал в поток от лингвистични единици. Това предполага обезпечаването на изследванията на речта, в частност – на обучението по чужд език, с адекватни софтуерни методи. Изследователите фонетици разполагат със съвременни средства за получаване на актуални данни за произношението на говорители, които използват най-вече за правилно усвояване на произношението. Ефективността на тези технологични средства, дори и да са най-съвременни информационни технологии, е силно зависима от адекватността и уместността на основните езикови модели. Добрият езиков модел на произносителна единица е представяне, което е едновременно достатъчно адекватно и икономично по отношение на количеството информация, което съдържа. Всеки звук от естествен език е акустичен обект, изключително богат на различни честоти с различна интензивност. Въпреки това много малко акустични характеристики и техните перцептивни корелати са от езиково значение, тоест важни за идентифицирането на звуковата единица, която има различителна функция (фонемата). Доказано е, че само две цифрови стойности, обозначени като F1 (първи формант, този с пониска стойност) и F2 (втори формант), обикновено са достатъчни за идентифициране на гласната. Този класически модел на гласните се използва широко за описание на вокалните системи на естествените езици, но също и в методите за корекция на произношението, тъй като ус-

тановява доста добра връзка между акустичния образ на гласната, от една страна, и артикулационните жестове, които съответстват на този образ, от друга страна. Следователно всяко отклонение от акустично представената норма на произношение автоматично предоставя полезна информация за конфигурацията на подвижните органи на артикулационния апарат: закръгляне на устните, форма и положение на езика, положение на мекото небце, на долната челюст, на ларинкса. Това акустично-артикулационно отношение не е еднозначно, което означава, че е възможно до известна степен да се произнесе един и същ звук, възприет като една и съща езикова единица, с различни конфигурации на гласовия канал. Това е още една причина да се даде възможност за непрекъснатата и обективна обратна връзка за качеството на звуковете, произнесени от обучаемия. Класическият двуформатен гласен модел е широко използван и точно поради тази причина е важно да бъде подобрен. Експерименталната работа показва, че за определени езици и за някои гласни паралелните оценки – акустични и перцептивни – могат да бъдат противоречиви. Целта на настоящата статия е да се предложи ново акустикофонетично описание на вокалната системи на френския език посредством компютърния инструмент *TREFL – Translation REFerence Library*, проектиран и създаден от доц. д-р Руси Николов, който дава възможност за моделиране на гласните, като се отчитат честотните интеграции в акустичния образ на някои гласни, по-специално – незакръглените предни гласни [i], [e] и [ɛ]. Технологичната платформа на този модел го прави еквивалентен на класическия двуформантен модел по отношение на непосредствената им практическа приложимост, но по-пълното отчитане на перцептивната реалност при някои гласни позволява да се избегнат експерименталните парадокси при използването на класическия модел. По-пълното отчитане на перцептивната реалност се свежда, най-общо казано, до необходимостта да се отчита и третият формант при акустичното моделиране на гласните. Според Нгуйен и Ада-Декер „отчитането на третия формант при гласните може да се окаже полезно, по-специално в езици, в които закръглянето на устните е различителен признак, както е във френския, немския или шведския например. Влиянието на третия формант върху перцептивната оценка на гласните е установено от Чистович и Люблинская, които доказват, че слушателите интегрират две спектрални пикови стойности, ако честотната разлика между тях не надвишава 3 – 3,5 Bark. При предните гласни се наблюдава тенденция за интегриране на втория и третия формант, между които разстоянието не надвишава 3,5 Bark“ (Нгуйен и Ада-Декер 2013: 245).



Фигура 2. Френската гласна [i] – висока честота на втория формант, незначителна честотна разлика между втория и третия формант

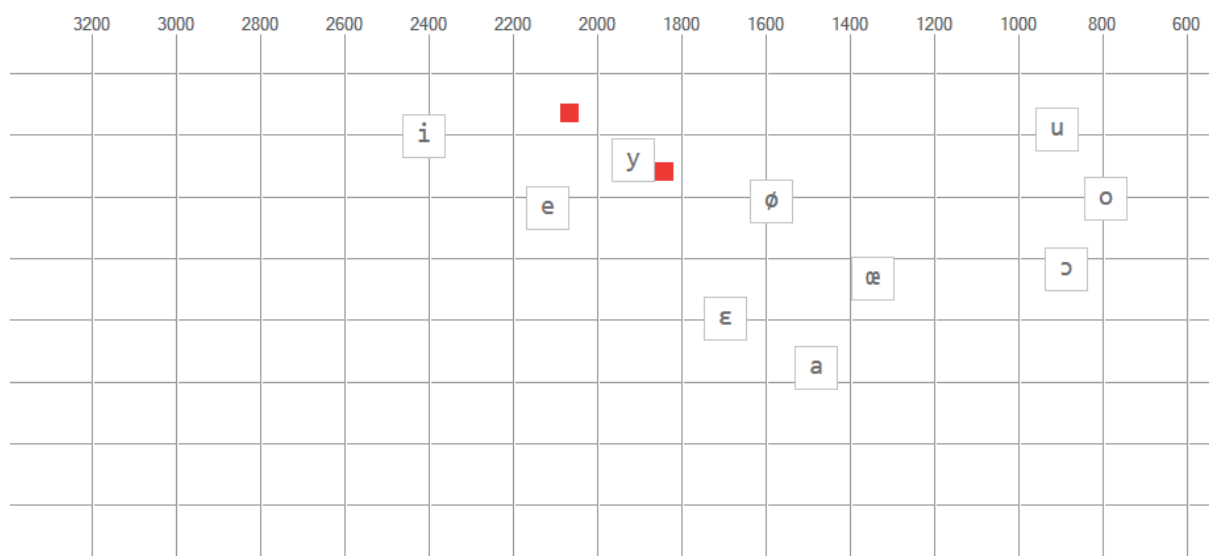
Въз основа на резултатите от редица психо-акустични експерименти скалата на Bark е дефинирана така, че критичните ленти на човешкия слух имат ширина от един Bark. Чрез представяне на спектралната енергия по тази скала се получава по-точно съответствие с обработката на спектралната информация в ухото. Скалата варира от 1 до 24 Bark, което съответства на първите 24 критични ленти на слуха.

За настоящото изследване е използван фонетичният модул на *TREFL*, който интегрира различни програми за акустичен анализ на речта, като създава условия за взаимодействие с програмата *SIL Speech Analyzer*, добавяйки нови функции с приложение в сравнителната и корективната фонетика. Програми като *Speech Analyzer*, *Praat*, *Speech Filing System*, *Real-time Spectrum* и *Real-time Spectrogram* се използват широко в експерименталната фонетика и езиковото обучение като професионални инструменти за акустичен анализ на речта, предварително записана или в реално време. Една от важните функции, която добавя *TREFL*, е наслагването на графики. *Speech Analyzer* и *Praat* позволяват да се съчетават в общо координатно пространство различни графики за един и същ изказ, например спектрограмата и основната честота, но за сравнителната и корективната фонетика е по-

важна възможността за суперпозиция на еднотипни графики. Очертанията на първите три форманта на българската гласна [и], съпоставени с очертанията на френската гласна [i], позволяват да се направи непосредствена и пълна оценка на акустичните разлики между двете гласни, а за целите на корективната фонетика могат да се сравняват реализациите на говорителя с избрани модели. С *TREFL* лесно се записват графики от произволен вид и също толкова лесно се отварят и наслаговат, автоматично преоразмерени, в координатното пространство на друга графика от същия вид, в същата или в друга програма (Николов 2014: 240). Паралелната употреба със софтуерната система *Speech Analyzer* разширява възможностите за анализ и оценка на речта и предоставя обратна информация за характеристиките на звуковете. Предлага се подход, който позволява да се отчете значителната вариативност на стойностите на първия и втория формант и с оглед на нуждите в чуждоезиковото обучение – да се адаптира класическият акустичен модел на гласните към индивидуалните анатомични особености и трайните артикулационни навици у изучаващия езика. *Speech Analyzer* в съчетание с *TREFL* предлагат редица предимства в сравнение с останалите програми. Позволява бързо отчитане на стойностите на формантите по интерактивен начин чрез спектрограмата на гласната или чрез графика на спектъра. Програмата предоставя графичен образ на средните стойности на изследваните гласни, а потребителят подбира надеждни стойности и може да направи голям брой измервания, които да интерпретира. Възможно е да се създават и записват серии от вокални реализации. Представените резултати имат описателна стойност за системата на френските гласни и могат да се прилагат на практика в чуждоезиковото обучение.

Значението на третия формант при акустичното моделиране на гласните изпъква най-вече при съпоставка на българските гласни с френските поради акустични съвпадения на първия и втория формант и в същото време – пълната липса на съвпадение на перцептивно равнище. „Най-затворената предна гласна [и] в българския език е много близка и често съвпада в акустичното пространство F2-F1 с полузатворената предна [e] или затворената предна, но закръглена гласна [y] във френския език. Тези съвпадения са резултат от следните обстоятелства. Френските гласни са екстремни по своите характеристики: предните са максимално предни, затворените са максимално затворени и т.н. Това обуславя споменатото акустично съвпадение, което компрометира модела F2-F1. Дори тогава, когато има пълно акустично съвпадение по двата форманта между тези гласни, слуховият анализ показва недвус-

мислено, че гласните са различни, а гласните са различни, защото закръглянето на устните обективно води до намаляване на стойността не само на втория, но и на третия формант“ (Николов 2016: 44). В такива проблемни случаи при определени условия според измерванията, направени от Чистович и Люблинская (Чистович и Люблинская 1979: 185), се отчита перцептивната интеграция на втория и третия формант в един психо-акустичен формант като „център на тежестта“. Съвпадението на акустично равнище между различни варианти на една гласна има при налично съвпадение на перцептивно равнище.



Фигура 3. Българската гласна [u] в думата „три“ в акустичния триъгълник на френските гласни и френската гласна [i] в думата „Paris“ – различни акустико-артикуляционни параметри

За целта на изследването е използвана базата данни на програмата *TREFL*, която съдържа колекции от папки с името на говорителя, съдържащи звукови файлове, от които се извличат и анализират вокалните реализации.

Влиянието на третия формант не може да се пренебрегне с оглед на необходимостта от функционално обвързване на акустичното описание на гласните с тяхната перцептивна оценка. Усвояването на по-добро произношение на чужд език може да се оптимизира чрез получаване на адекватна обратна информация за перцептивния ефект на артикулационните жестове на говорителите, и в частност – чрез приложение на представения тук акустико-фонетичен модел и инструментален метод за неговото приложение.

ЛИТЕРАТУРА

- Нгуйен, Ада-Декер 2013:** Nguyen, N., Adda-Decker, M. *Méthodes et outils pour l'analyse phonétique des grands corpus oraux*. Lavoisier, Paris : Hermes Science Publications, 2013.
- Николов 2014:** Николов, Р. Генериране и управление на езикови ресурси с многофункционалната програма *TREFL*. [Nikolov, R. Generirane i upravlenie na ezikovi resursi s mnogofunktsionalnata programa TREFL.] // *Езикови ресурси и технологии за българския език*. София: Издателство на БАН „Проф. Марин Дринов“, 2014, 231 – 247.
- Николов 2016:** Николов, Р. Значение на третия формант в сравнителния анализ на българските и френските гласни. [Nikolov, R. Znachenie na tretiya formant v sravnitelniya analiz na balgarskite i frenskite glasni.] // *Научни трудове на ПУ „Паисий Хилендарски“*, Филология. Том 54, кн. 1, 42 – 47. Пловдив: УИ „Паисий Хилендарски“, 2016.
- Чистович, Люблинская 1979:** Chistovich, L. A., Lublinskaya, V. V. 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, 1979, 185 – 195.
- Шанън 1948:** Shannon, C. A Mathematical Theory of Communication. // *The Bell System Technical Journal*. New York: 1948, 379 – 423.