

Зора ЈАЧОВА  
Лидија РИСТОВСКА  
Људмил СПАСОВ

УДК:159.937.24:159.946.3  
Изворен научен труд

## ТРАНЗИЦИИТЕ НА ФОРМАНТИТЕ КАКО АКУСТИЧНИ ЗНАЦИ ЗА МЕСТОТО НА АРТИКУЛАЦИЈА ВО ПЕРЦЕПЦИЈАТА НА ГОВОРОТ

### Кратка содржина

Транзициите на формантите ја рефлектираат вкупната промена на формата на вокалниот тракт во текот на продукцијата на говорот. Целта на студијата беше да се анализира транзицијата на F1 и на F2 на македонските вокали во контекст на консонанти. Студијата вклучува 12 родени говорители на македонски јазик (средна возраст  $42,7 \pm 11,9$  години).

Вокалот /o/ во контекстот на дентално-алвеоларен пловив /do/ имаше десцендентна транзиција на F2 во траење од 38 ms и размер на транзицијата 772 Hz, а во контекстот на веларен пловив /zo/ десцендентна транзиција на F2 во траење од 25 ms и размер 85 Hz. Вокалот /a/ во контекстот на алвеоларен фрикатив /sha/ имаше десцендентна транзиција на F2 во траење од 25 ms и размер 324 Hz, а во контекстот на лабијален фрикатив /fa/ имаше асцендентна транзиција на F2 во траење од 38 ms и размер 214 Hz. Вокалот /y/ во контекстот на палатален фрикатив /ju/ имаше десцендентна транзиција на F2 во траење од 48 ms и размер 1084 Hz. Локусот на F2 за дентално-алвеоларен консонант беше 1900 Hz, за веларен 2100 Hz, за алвеоларен 1700 Hz, за лабијален 1200 Hz и за палатален консонант беше 2600 Hz.

Локусот на F2 е највисок за палаталните консонанти, а најнизок за лабијалните консонанти. Транзицијата на F2 е акустичен знак за местото на артикулација.

**Клучни зборови:** КОАРТИКУЛАЦИЈА, ТРАНЗИЦИЈА НА ФОРМАНТ, АРТИКУЛАЦИЈА, ПЕРЦЕПЦИЈА НА ГОВОР

### Вовед

Коартикулацијата генерално се дефинира како влијание на еден фонетски сегмент врз друг (Marchal, 2009). Таа е преклопување помеѓу артикулациите на соседните фонеме. Артикулаторите постојано се движат додека зборуваме, така што формата на вокалниот тракт за одредена фонема е под влијание на формите за фонемата што ѝ претходи и што ја следи (Goldstein, 2010). Генерално, коартикулаторните ефекти може да се поделат во две групи: лево кон десно или преносни ефекти, кај кои својствата на сегментот се пренесуваат за да влијаат на својствата на следниот сегмент и

десно кон лево или антиципаторни ефекти, кај кои својствата на сегментот влијаат на својствата на претходните сегменти (Tatham и Morton, 2006).

Мерењето на формантите е еден од елементите на акустичната анализа на вокалите. Првите два форманти се најважни за идентификување на вокалот (Raina, Chakraborty и Velankar, 2014). Формантот е концентрација на акустична енергија околу одредена фреквенција на звучниот бран и кореспондира со резонанцијата на вокалниот тракт. Формантите може да се видат многу јасно на широкопојасен спектрограм каде што се прикажуваат како темни појаси. Тие се означени како F1, F2, F3, F4 итн. почнувајќи со најниската фреквенција (Gunasekar, и сор., 2017). F1 примарно е поврзан со висината на јазикот, така што високите вокали имаат ниска фреквенција на F1, а ниските вокали имаат висока фреквенција на F1. F2 најмногу се поврзува со поместувањето на јазикот кон напред, така што задните вокали имаат ниска фреквенција на F2, а предните вокали имаат висока фреквенција на F2 (Ludlow, Kent и Gray, 2019).

Движењата на вокалниот тракт продуцираат транзиции на фреквенциите на формантите. Транзициите на формантите ја рефлектираат вкупната промена на формата на вокалниот тракт во текот на продукцијата на говорот (Stoyn и Bunton, 2010). Централниот дел на вокалот каде што фреквенцијата е релативно стабилна се нарекува *стабилна состојба* (Maltby, 2002). Транзицијата на формантот се дефинира како промена од 20 Hz или повеќе во интервал од 20 ms. Алтернативно, стабилната состојба на вокалот се претпоставува дека постои ако стапката на промена во формантот е помала од 20 Hz во интервал од 20 ms (Blomgren и Robb, 1998). Голем број студии ја демонстрирале важноста на транзициите на формантите на вокалот што следи за идентификација на местото на артикулација на консонантите (Baken и Orlikoff, 2000; Kishon-Rabin, Dayan и Michaeli, 2003; Kerdpol, 2012).

Важен концепт во опишувањето на транзициите на формантите е локусот на формантот. Локусот претставува видлива точка на потекло на формантот за секое место на артикулација на консонантите (Ladefoged и Johnson, 2011). Локусот на F2 е од особен интерес бидејќи тој помага да се дефинираат транзициите на F2 што игра важна улога во фонетското одлучување и интелигибилноста на говорот. Локусот е претпоставена фреквенција за одредено место на артикулација. Времетраењето на транзицијата на формантот е интервалот во кој се јавува значителен дел од транзицијата на формантот. Транзицијата може да има различни форми, како десцендентна, речиси рамна или асцендентна (Ludlow, Kent и Gray, 2019). Генерално, транзицијата на F2 со нискофреквентен локус укажува на перцепција на лабијален глас, таа со повисок локус укажува на перцепција на алвеоларен глас и варијабилен, локус зависен од вокалот, укажува на палатален или на веларен глас (Raphael, Borden и Harris, 2011).

Целта на студијата беше да се анализира транзицијата на F1 и на F2 на македонските вокали кои следат по консонанти со различно место на

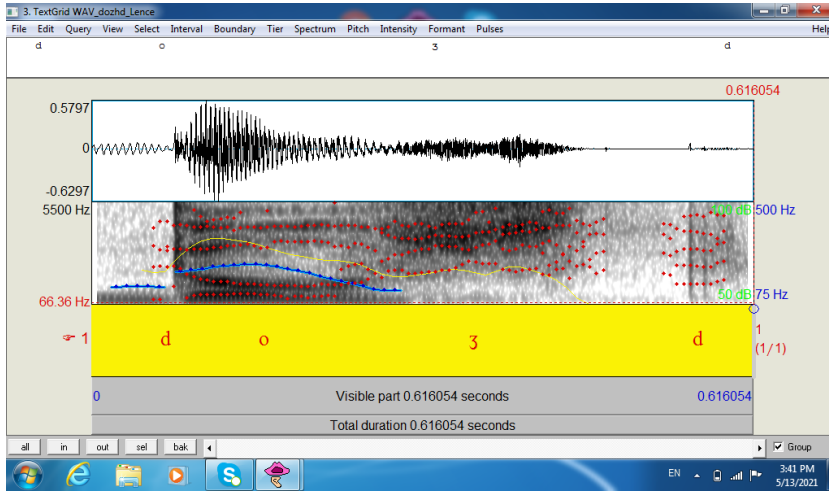
артикулација, како и да се компарираат фреквенциите на формантите во контекст на консонанти со фреквенциите на формантите на вокалите како изолирани фонеме.

## Методи

Студијата вклучува 12 родени говорители на македонски јазик, шест мажи и шест жени, на возраст од 26 до 64 години (средна возраст  $42,7 \pm 11,9$  години). Тие ги изговорија македонските вокали и следните еднословни и двословни зборови: *дожд* (*dozd*), *шал* (*sal*), *фарма* (*farma*), *готви* (*gotvi*), и *југ* (*jug*). Зборовите беа снимени со користење на микрофонот Sennheiser е 840 (Sennheiser electronic, Германија). Акустичната анализа на WAV-фајловите е изведена во компјутерската програма Praat, Верзија 6.0.43 (Boersma и Weenink, 2018). Ги поставивме параметрите за анализа *Максимална фреквенција на форманти* (Hz) и *Преглед на опсег* (Hz) на спектрограмот: 5000 Hz за мажите и 5500 Hz за жените. Ги одредивме основната фреквенција (F0) и F1 до F5 и ги анализиравме транзициите на F1 и на F2 во контекст на консонанти. Сегментацијата на вокалите во зборовите е изведена со мануелен пристап.

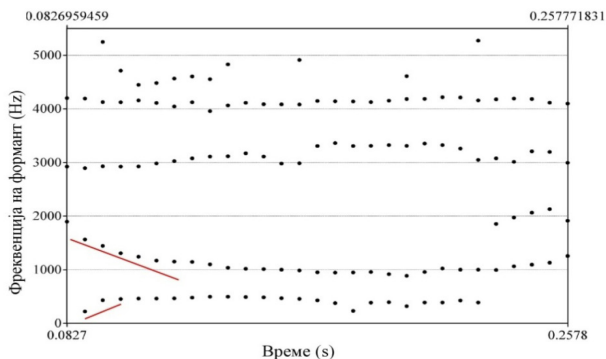
## Резултати

Анализирани се транзициите на формантите во консонант-вокал секвенци од реални зборови. Во анализата се вклучени консонанти со различно место на артикулација. Ги користевме симболите од Меѓународната фонетска азбука (МФА) за македонските гласови. Осцилограмот и спектрограмот на зборот [дожд/*dozd*] изговорен од женски говорител се прикажани на слика 1. Анализирани е вокалот /o/ (o) во контекстот на консонант /до/ (do). Македонскиот консонант /д/ (d) е дентално-алвеоларен пловив.



Слика 1. Осцилограм и спектрограм на зборот [дожд/дожд]

Постоеше асцендентна транзиција на F1 и десцендентна транзиција на F2 на вокалот /o/ (o). Вокалот беше сегментиран во траење од 175 ms. Времетраењето на транзицијата на F1 беше 25 ms, а размерот на транзицијата беше 234 Hz, од 218 до 452 Hz. Времетраењето на транзицијата на F2 беше 38 ms. Во тој период, фреквенцијата на формантот опаѓа за 772 Hz, од 1921 до 1149 Hz. Локусот на F2 за дентално-алвеоларниот консонант најверојатно е околу 1900 Hz. Ги прикажавме формантите на вокалот /o/ (o) во зборот [дожд/dozd] со забележливо поголем размер на транзицијата на F2 (слика 2).



Слика 2. Форманти на вокалот /o/ (o) во зборот [дожд/dozd]

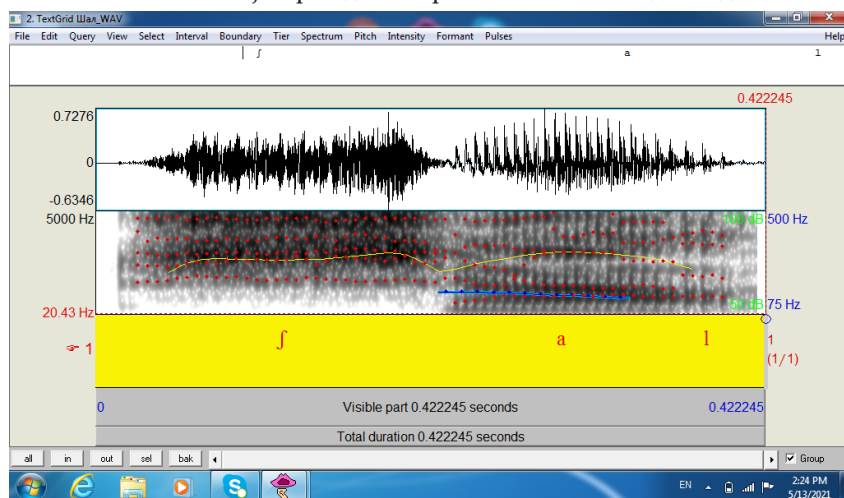
Во табела 1 ги прикажавме  $F_0$  и фреквенциите на формантите на вокалот /o/ (o) во контекстот на пловив /до/ (do) и изолираниот вокал /o/ (o) кај женските говорители.  $F_2$  на вокалот /o/ (o) во контекстот на пловив /до/ (do) беше 1114 Hz, а  $F_2$  на изолираниот вокал /o/ (o) беше 1097 Hz.

Table 1.

*F<sub>0</sub> и форманти на вокалот /o/ (o) (во Hz)*

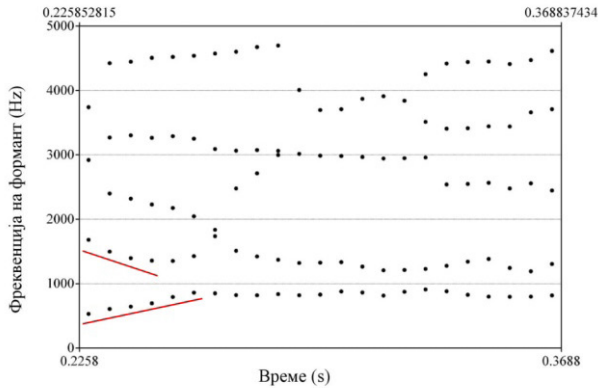
Ф <sub>0</sub> / Форманти	Вокал /o/ во контекстот /до/ (женски говорител)	Изолиран вокал /o/ (женски говорител)	Изолиран вокал /o/ (средна вредност±СД)
F <sub>0</sub>	222	210	209±18
F <sub>1</sub>	454	718	558±76,5
F <sub>2</sub>	1114	1097	1205±166,1
F <sub>3</sub>	3230	3158	3133±95,2
F <sub>4</sub>	4125	3699	3937±185,8
F <sub>5</sub>	4670	4448	4848±278,4

Го анализиравме зборот [шал/ʃal] изговорен од машки говорител. Осцилограмот и спектрограмот на зборот [шал/ʃal] се прикажани на слика 3. Анализираниот е вокалот /a/ (a) во контекстот на алвеоларен фрикатив /ша/ (ʃa). Постоеше асцендентна транзиција на  $F_1$  и десцендентна транзиција на  $F_2$  на вокалот /a/ (a). Времетраењето на зборот [шал/ʃal] беше 422 ms, а сегментираниот вокал /a/ (a) траеше 127 ms. Времетраењето на транзицијата на  $F_1$  беше 37 ms. Во тој период  $F_1$  порасна за 299 Hz, од 529 до 858 Hz.



Слика 3. Осцилограм и спектрограм на зборот [шал/ʃal]

Времетраењето на транзицијата на F2 беше 25 ms и фреквенцијата на формантот опадна за 324 Hz, од 1678 до 1354 Hz. Локусот на F2 за алвеоларниот консонант најверојатно е околу 1700 Hz. На слика 4 ги прикажавме формантите F1 до F5 на вокалот /a/ (a) во зборот [шал/ʃal]. Постои различна форма на транзицијата помеѓу првите два форманти и кратка „стабилна состојба“ на F2.



Слика 4. Форманти на вокалот /a/ (a) во зборот [шал/ʃal]

Ги прикажавме F<sub>0</sub> и фреквенциите на формантите на вокалот /a/ (a) (табела 2). F<sub>2</sub> на вокалот /a/ (a) во контекстот на фрикатив /ша/ (ʃa) беше 1425 Hz, а F<sub>2</sub> на изолираниот вокал /a/ (a) беше 1323 Hz.

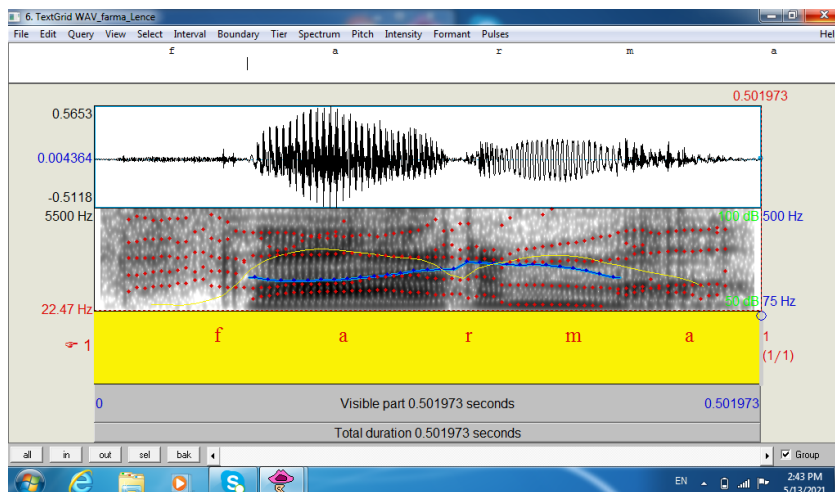
Табела 2.

F<sub>0</sub> и форманти на вокалот /a/ (a) (во Hz)

F <sub>0</sub> / Форманти	Вокал /a/ во контекстот /ша/ (машки говорител)	Изолиран вокал /a/ (машки говорител)	Изолиран вокал /a/ (средна вредност±СД)
F <sub>0</sub>	166	145	115±14,7
F <sub>1</sub>	831	853	733±78
F <sub>2</sub>	1425	1323	1161±81,1
F <sub>3</sub>	2817	2574	2667±118,1
F <sub>4</sub>	3508	3278	3413±173,1
F <sub>5</sub>	4657	4304	4410±328

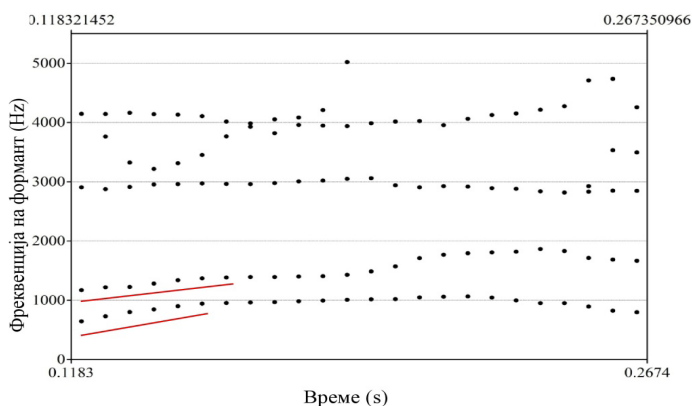
Транзициите на формантите на вокалот /a/ (a) се анализирани во контекстот на лабијален фрикатив /фа/ (fa) во зборот [фарма/farma] изговорен од женски говорител. Осцилограмот и спектрограмот на зборот

[фарма/farma] се прикажани на слика 5. Постоеше асцендентна транзиција на F1 и на F2.



Слика 5. Осцилограм и спектрограм на зборот [фарма/farma]

Зборот [фарма/farma] траеше 502 ms, а првиот вокал /a/ (a) траеше 149 ms. Времетраењето на транзицијата на првиот формант беше 29 ms. Во тој период F1 порасна за 296 Hz, од 644 до 940 Hz. Времетраењето на транзицијата на F2 беше 38 ms и фреквенцијата на формантот порасна за 214 Hz, од 1169 до 1383 Hz. Локусот на F2 за лабијалниот консонант најверојатно е околу 1200 Hz. На слика 6 ги прикажавме формантите на вокалот /a/ (a) во зборот [фарма/farma].



Слика 6. Форманти на првиот вокал /a/ (a) во зборот [фарма/farma]

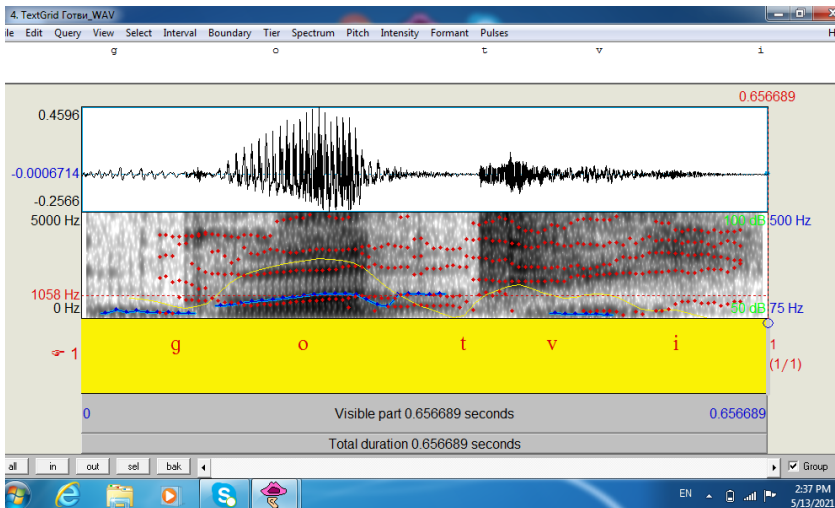
Во табела 3 ги прикажавме  $F_0$  и фреквенциите на формантите на вокалот /a/ (a) во контекстот на фрикатив /фа/ (fa) и изолираниот вокал /a/ (a).  $F_2$  на вокалот /a/ (a) во контекстот на фрикатив /фа/ (fa) е 1557 Hz, а  $F_2$  на изолираниот вокал /a/ (a) е 1448 Hz.

Табела 3.

*F<sub>0</sub> и форманти на вокалот /a/ (a) (во Hz)*

F <sub>0</sub> / Форманти	Вокал /a/ во контекстот /фа/ (женски говорител)	Изолиран вокал /a/ (женски говорител)	Изолиран вокал /a/ (средна вредност±СД)
F <sub>0</sub>	199	198	204±31
F <sub>1</sub>	994	1035	869±129,6
F <sub>2</sub>	1557	1448	1467±162,9
F <sub>3</sub>	2952	2905	2896±187,1
F <sub>4</sub>	3915	3639	3866±247,4
F <sub>5</sub>	4198	4307	4842±316,3

Ги анализиравме транзициите на формантите во зборот [готви/ gotvi]. Осцилограмот и спектрограмот на зборот [готви /gotvi] изговорен од машки говорител се прикажани на слика 7.

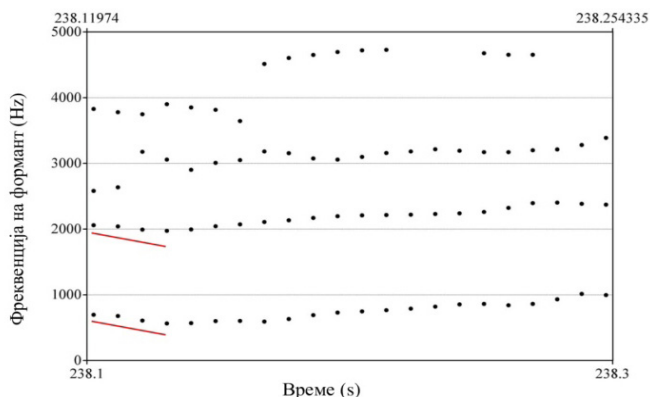


Слика 7. Осцилограм и спектрограм на зборот [готви/ gotvi]

Анализиран е вокалот /o/ (o) во контекстот на веларен плозив /го/ (go). Зборот [готви/ gotvi] траеше 657 ms, а вокалот /o/ (o) траеше 135 ms. Времетраењето на транзицијата на  $F_1$  беше 26 ms и фреквенцијата на фор-



мантот опадна за 131 Hz, од 692 до 561 Hz. Времетраењето на транзицијата на F2 беше 25 ms и фреквенцијата на формантот опадна за 85 Hz, од 2056 до 1971 Hz. Локусот на F2 за веларниот консонант најверојатно е околу 2100 Hz. На слика 8 ги прикажавме формантите на вокалот /o/ (o).



Слика 8. Форманти на вокалот /o/ (o) во зборот [gotvi/gotvi]

Во табела 4 ги прикажавме F<sub>0</sub> и фреквенциите на формантите на вокалот /o/ (o) во контекстот на пловив /go/ (go), изолираниот вокал /o/ (o) кај машкиот говорител што го изговори зборот [gotvi/gotvi] и средната вредност на F<sub>0</sub> и фреквенциите на формантите кај машките говорители. F<sub>2</sub> на вокалот /o/ (o) во контекстот на пловив /go/ (go) беше 2040 Hz. F<sub>2</sub> на изолираниот вокал /o/ (o) беше 1506 Hz во траење на вокалот од 284 ms.

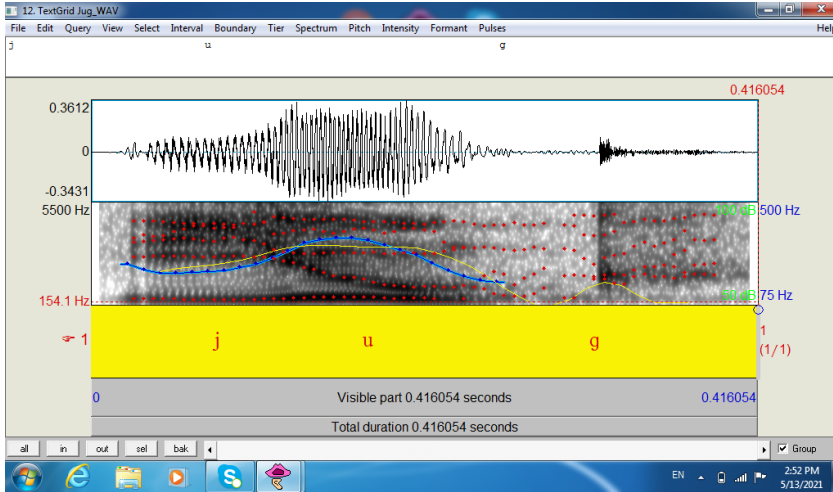
Табела 4.

F<sub>0</sub> и форманти на вокалот /o/ (o) (во Hz)

F <sub>0</sub> / Formants	Вокал /o/ во контекстот /go/ (машки говорител)	Изолиран вокал /o/ (машки говорител)	Изолиран вокал /o/ (средна вредност±СД)
F <sub>0</sub>	127	146	123±13,8
F <sub>1</sub>	688	662	528±88,9
F <sub>2</sub>	2040	1506	1087±274,4
F <sub>3</sub>	3002	2822	2697±212,1
F <sub>4</sub>	4098	3779	3598±122,2
F <sub>5</sub>	4651	4049	4457±207,6

Вокалот /y/ (u) беше анализиран во контекстот на палатален фрикатив /jy/ (ju). Зборот [jy/jy] беше изговорен од женски говорител. Осцилограмот и спектрограмот на зборот [jy/jy] се прикажани на слика 9.

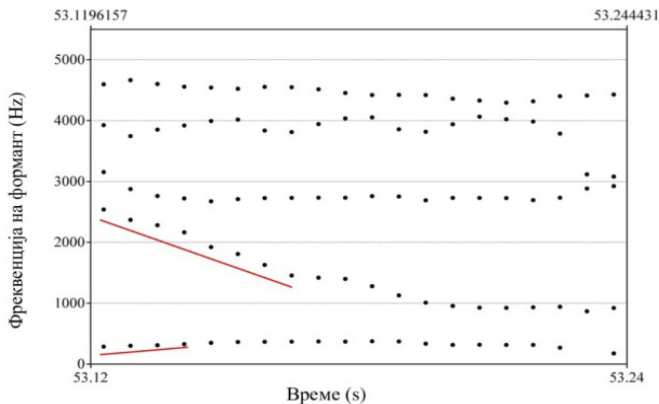
Постоеше асцендентна транзиција на F1 и десцендентна транзиција на F2 на вокалот /y/ (u). Времетраењето на зборот [jyʝ/jyʝ] беше 416 ms, а времетраењето на вокалот /y/ (u) беше 125 ms.



Слика 9. Осцилограм и спектрограм на зборот [jyʝ/jyʝ]

Времетраењето на транзицијата на F1 беше 27 ms и фреквенцијата на формантот порасна за 63 Hz, од 283 до 346 Hz. Времетраењето на транзицијата на F2 беше 48 ms и фреквенцијата на формантот опадна за 1084 Hz, од 2537 до 1453 Hz. Локусот на F2 за палатален консонант најверојатно е околу 2600 Hz.

На слика 10 ги прикажавме формантите на вокалот /y/ (u). Се забележува поголемиот размер на транзицијата на F2 во споредба со размерот на транзицијата на F1.



Слика 10. Форманти на вокалот /y/ (u) во зборот [jyʝ/jyʝ]

Во табела 5 ги прикажавме  $F_0$  и фреквенциите на формантот на вокалот /y/ (u) во контекстот на фрикатив /jy/ (ju) и изолираниот вокал /y/ (u). Вториот формант на вокалот /y/ (u) во контекстот на фрикатив /jy/ (ju) беше 1542 Hz во траење на вокалот од 125 ms.

**Табела 5.**  
*F<sub>0</sub> и форманти на вокалот /y/ (u) (во Hz)*

Ф <sub>0</sub> / Форманти	Вокал /y/ во контекстот /jy/ (женски говорител)	Изолиран вокал /y/ (женски говорител)	Изолиран вокал /y/ (средна вредност±СД)
F <sub>0</sub>	258	238	255±22,8
F <sub>1</sub>	352	386	416±52
F <sub>2</sub>	1542	1320	1395±181,3
F <sub>3</sub>	2781	3093	3129±235,8
F <sub>4</sub>	3903	3992	4182±202,8
F <sub>5</sub>	4469	4286	4821±253,1

Фреквенцијата на вториот формант на изолираниот вокал /y/ (u) беше 1320 Hz во траење на вокалот од 249 ms. Средната вредност на фреквенцијата на вториот формант кај сите женски говорители беше 1395±181,3 Hz.

## Дискусија

Ја анализиравме транзицијата на првиот и на вториот формант во контекст на консонанти во реални зборови. Според местото на артикулација, македонските консонанти се делат на: лабијални, дентално-алвеоларни, алвеоларни, палатални и веларни (Бојковска, и сор., 2008). Акустичните знаци за перцепција на говорните сегменти може да се поделат на знаци кои се важни за перцепција на начинот на артикулација, местото на артикулација и разлики во гласност. Акустични знаци за местото на артикулација се: формантниот простор, фреквенција на шумната компонента на консонантот и транзивијата на F<sub>2</sub> (Raphael, Borden и Harris, 2011).

Акустичната анализа на говорните примероци е изведена во компјутерската програма Praat. Praat е софтвер за анализирање, синтетизирање и манипулирање со говор. Иако не е систем за синтеза на говор, со Praat може да се генерираат различни звуци (Voersma и Weenink, 2001).

Ги анализиравме осцилограмите и спектрограмите на еднословните и на двословните зборови. Спектрограмот е спектро-темпорална претстава на звукот. Хоризонталната насока на спектрограмот го претставува времето, а вертикалната насока ја претставува фреквенцијата (Proverbio, и сор., 2016). Нивото на затемнување на спектрограмот ја покажува амплитудата, така што темниот дел покажува присуство на сигнификантна енергија на таа фреквенција во тоа време (Taylor, 2009).

За да се анализира транзицијата на формантите извршивме мануелна сегментација на вокалите. Мануелната сегментацијата на говорот се темели на слушање и визуелна процена со цел да се одредат бараните граници (Al-Manie, Alkanhal и Al-Ghamdi, 2010). Границите на вокалот се однесуваат на почетната и на крајната точка на вокалот. Крајната точка на вокалот се маркира како место на кое енергијата на вториот формант нагло опаѓа (Yadav и Rao, 2013).

При анализа на вокалот /o/ (o) во контекстот на дентално-алвеоларен пловив /до/ (do), утврдена е асцендентна транзиција на F1 и десцендентна транзиција на F2. Постоеше високофреквентен локус на F2, најверојатно околу 1900 Hz. Вториот формант на вокалот /o/ (o) во контекст на консонант беше повисок од F2 на изолираниот вокал /o/ (o). Транзициите на формантите се детерминирани од движењата на јазикот и мандибулата затоа што овие структури се поместени кон вокалот од конфигурациите што тие мора да ги претпостават за да ја формираат оклузијата на пловивот (Stevens, 2000).

Ја анализиравме транзицијата на формантите на вокалот /a/ (a) во контекстот на алвеоларен фрикатив /ша/ (ʃa). Артикулациите на фрикативите се резултат на два артикулатори кои се во тесна апроксимација еден со друг. Тоа е степен на стриктура при што артикулаторите се приближени така што воздухот може да помине помеѓу нив, но бидејќи процепот помеѓу нив е мал, воздушната струја станува турбулентна и креира фрикативски шум (Ogden, 2009). Постоеше асцендентна транзиција на F1 и десцендентна транзиција на F2. Локусот на F2 locus беше околу 1700 Hz. Вториот формант на вокалот /a/ (a) во контекстот на фрикатив /ша/ (ʃa) беше повисок од F2 на вокалот /a/ (a) изговорен како изолиран глас. Во англискиот јазик, транзиција на F2 со високофреквентен локус укажува на перцепција на алвеоларен глас (Raphael, Borden и Harris, 2011). Според Ladefoged и Johnson (2011) локусот на F2 за алвеоларните гласови е околу 1700-1800 Hz.

Во анализата на вокалот /a/ (a) во контекстот на лабијален пловив /фа/ (fa) најдовме асцендентна транзиција и на F1 и на F2. Вториот формант на вокалот /a/ (a) во контекстот на пловив /фа/ (fa) е повисок од F2 на вокалот /a/ (a) изговорен како изолиран глас. Локусот на F2 е најверојатно околу 1200 Hz. Локусот за лабијален консонант е понизок во споредба со локусот на F2 за дентално-алвеоларен и алвеоларен консонант. Генерално, транзицијата на F2 со нискофреквентен локус укажува на перцепција на лабијален глас (Raphael, Borden и Harris, 2011). Според Ladefoged и Johnson (2011) локусот и на вториот и на третиот формант во контекст на билабијалните гласови се компаративно ниски.

Анализата на вокалот /o/ (o) во контекстот на веларен пловив /го/ (go) покажа десцендентна транзиција на F1 и на F2. Постоеше високофреквентен локус на F2 за веларниот консонант околу 2100 Hz. F2 на вокалот /o/ (o) во контекстот на фрикатив /го/ (go) е повисок од F2 на вокалот /o/ (o) изго-

ворен како изолиран глас. Во англискиот јазик постои висок локус на F2 во контекст на веларните пловиви (Ladefoged и Johnson, 2011).

Ги анализиравме транзициите на формантите на вокалот /y/ (u) во контекстот на палатален фрикатив /jy/ (ju). Постоеше асцендентна транзиција на F1 и десцендентна транзиција на F2 со голем размер на транзицијата. Одредивме високофреквентен локус на F2 за палаталниот консонант околу 2600 Hz. Во англискиот јазик, транзиција на F2 со варијабилен, локус зависен од вокалот укажува на перцепција на палатален или на веларен глас (Raphael, Borden и Harris, 2011). Вториот формант на вокалот /y/ (u) во контекстот на фрикатив /jy/ (ju) е повисок од F2 на вокалот /y/ (u) изговорен како изолиран глас. Големиот размер на транзицијата на F2 може да се објасни со акустичната структура на гласот /j/ (j). Во однос на неговите артикулациски и акустични карактеристики гласот е сличен на вокалот /и/ (i) (Ристовска, и сор., 2018).

Времетраењето на транзицијата на вториот формант во контекст на пловив во нашата студија беше 25 и 38 ms, а во контекст на фрикатив беше 25, 38 и 48 ms. За англиските пловиви, времетраењето на транзицијата е во опсег од 50 до 80 ms (Ludlow, Kent и Gray, 2019).

### Заклучок

Локусот на F2 е највисок за палаталните консонанти и најнизок за лабијалните консонанти. Транзицијата на F2 е акустичен знак за местото на артикулација на консонантите. Вториот формант на вокалите во контекст на фрикативи е повисок од F2 на вокалите изговорени како изолирани гласови. Транзициите на формантите се акустични знаци зависни од контекстот и насоката на транзицијата зависи од соседните консонанти.

## References

- Al-Manie, M.A., Alkanhal, M.I. and Al-Ghamdi, M.M. (2010). Arabic speech segmentation: Automatic versus manual method and zero crossing measurements. *Indian Journal of Science and Technology*, 3(12), pp. 1134-1138.
- Baken, R.J. and Orlikoff, R.F. (2000). *Clinical measurement of speech and voice*. 2nd ed. San Diego: Singular Thomson Learning, pp. 273-274.
- Blomgren, M. and Robb, M. (1998). How steady are vowel steady-states? *Clinical Linguistics & Phonetics*, 12(5), pp. 405-415.
- Boersma, P. and Weenink, D. Praat [Computer program]. Version 6.0.43. Retrieved 24.10.2018 from: <http://www.fon.hum.uva.nl/praat/>
- Boersma, P. and Weenink, D. (2001). Praat, a system for doing phonetics by computer. *Glott International*, 5(9/10), pp. 341-347.
- Бојковска, С., Минова-Ѓуркова, Л., Пандев, Д. и Цветковски, Ж., (2008). *Општа граматика на македонскиот јазик*. Скопје: Просветно дело, стр. 102 - 103.
- Goldstein, E.B. (2010). *Sensation and perception*. 8th ed. Belmont: Wadsworth, Cengage Learning, p. 315.
- Gunasekar, C., Sabrigirinathan, C., Vinayagavel, K. and Ramkumar, K. (2017). The acoustic parameters for analyzing speech with complete dentures. *International Journal of Dental Research*, 5(2), pp. 115-120.
- Kerdpol, K. (2012). Formant transitions as effective cues to differentiate the places of articulation of Ban Pa La-u Sgaw Karen Nasals. *MANUSYA: Journal of Humanities Regular*, 15(2), pp. 21-38.
- Kishon-Rabin, I., Dayan, M. and Michaeli, O. (2003). Effects of second-formant transition on the perception of Hebrew voiced stop consonants. *Journal of Basic and Clinical Physiology and Pharmacology*, 14(2), pp. 151-164.
- Ladefoged, P. and Johnson, K. (2011). *A course in phonetics*. 6th ed. Boston: Cengage Learning, pp. 199, 204.
- Ludlow, C.L., Kent, R.D. and Gray, L.C. (2019). *Measuring voice, speech, and swallowing in the clinic and laboratory*. San Diego: Plural Publishing, pp. 181, 188, 194.
- Maltby, M.T. (2002). *Principles of hearing aid audiology*. 2nd ed. London: Whurr Publishers, p. 75.
- Marchal, A. (2009). *From speech physiology to linguistic phonetics*. London: ISTE, p. 173.
- Ogden, R. (2009). *An introduction to English phonetics*. Edinburgh: Edinburgh University Press, p. 17.
- Proverbio, A.M., Massetti, G., Rizzi, E. and Zani, A. (2016). Skilled musicians are not subject to the McGurk effect. *Scientific Reports*, 6:30423.
- Raina, D., Chakraborty, S. and Velankar, M.R. (2014). Automatic classification of instrumental music & human voice using formant analysis. *International*

- Journal of Advanced Research in Computer Science & Technology*, 2(2), pp. 242-245.
- Raphael, L.J., Borden, G.J. and Harris, K.S. (2011). *Speech science primer: physiology, acoustics, and perception of speech*. 6th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, pp. 214-215.
- Ристовска, Л., Јачова, З., Спасов Љ. и Балова, Т. (2018). Акустични карактеристики на македонските вокали. *Дефектолошка теорија и практика*, 19(3 - 4), стр. 40 - 50.
- Stevens, K.N. (2000). *Acoustic phonetics*. Cambridge: MIT Press, p. 377.
- Story, B.H. and Bunton, K. (2010). Relation of vocal tract shape, formant transitions, and stop consonant identification. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 53, pp. 1514-1528.
- Tatham, M. and Morton, K. (2006). *Speech production and perception*. Basingstoke: Palgrave Macmilan, p. 23.
- Taylor, P. (2009). *Text-to-speech synthesis*. New York: Cambridge University Press, pp. 159.
- Yadav, J. and Rao, K.S. (2013). Detection of vowel offset point from speech signal. *IEEE Signal Processing Letters*, 20(4), pp. 299-302.

