

## REFERENCES

1. Bondaletov V. D. (2017). VI. Dal' i taynye yazyki v Rossii. Moskva: Flinta.
2. Holubovs'ka I. O. (2004). Etnichni osoblyvosti movnykh kartyn svitu. Kyiv: Lohos.
3. Karasik V. I. (2002). Yazykovoy krug: lichnost', kontsepty, diskurs. Volgograd: Peremena.
4. Slukhay N. V. (2011). Kohnitolohiya ta kontseptolohiya v lnhvistychnomu vysvitleni. Kyiv: VPTS "Kyyivs'kyu universytet".
5. Snitko Y. S., Kulinich I. A. (2005). Russkiy yazyk v etnolingvisticheskom osveshchenii. Kiyev: IPTS "Kievskiy universitet".
6. Stepanov Y. S. (2004). Konstanty: Slovar' russkoy kul'tury. Moskva: Akadem. Proekt.
7. Tavgiridze L. A. (2005). Kontsept russkii yazyk v russkom yazykovom soznanii. Avtoreferat diss. ... kand. filol. nauk. Voronezh, 2005.
8. Uspenskiy V. A. (1979). O veshchnykh konnotatsiyakh abstraktnykh sushchestvitel'nykh. *Semiotika i informatika*. Вып. 35. 11. 142–148.
9. Fasmer M. (1986). Etimologicheskii slovar' russkogo yazyka. T. 2. Moskva: Progress.
10. Lakoff George, and Johnson, Mark. (1980). *Metaphors We Live by*. Chicago : University of Chicago Press.

УДК 811.161.2:81'342.22

*Тіяєва Ю. В.*, студ.

Інститут філології КНУ імені Тараса Шевченка, м. Київ

## МІКРОПРОМЕНЕВЕ РЕНТГЕНОГРАФУВАННЯ ЯК ОДИН ІЗ НАЙСУЧАСНІШИХ ПРИЙОМІВ АРТИКУЛЯЦІЙНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

*У статті проаналізовано історію становлення й розвитку експериментально-фонетичних досліджень в Україні та світі. Розглянуто основні прийоми артикуляційних досліджень, зокрема різні види рентгенографування як одного з найважливіших артикуляційних прийомів. Основну увагу приділено одному з найсучасніших різновидів рентгенографування – мікропроменевому рентгенографуванню (X-ray microbeam), визначено основні його переваги у порівнянні з іншими соматичними прийомами.*

**Ключові слова:** експериментально-фонетичні дослідження, артикуляція, рентгенографування, мікропроменеве рентгенографування.

Мова – це неоднорідна знакова система: вона поєднує взаємозалежні елементи з різними ознаками і властивостями, які утворюють підсистеми, що перебувають у різних ієрархічних взаємоз'язках. Базовим рівнем кожної мови є фонетичний, оскільки саме його одиниці є елементами плану вираження мовних знаків вищих рівнів. Роль фонетики важко переоцінити: з одного боку, вона є важливим розділом мовознавства, без якого неможливе системне дослідження мови, з другого – усне мовлення актуальне для кожної людини, адже досконале володіння мовою і чиста вимова є запорукою ефективного спілкування.

Звукова форма мови є предметом зацікавлення і дослідження багатьох філософів та вчених ще з часів античності. У Давній Греції увагу зосереджували на милозвучності мовлення, що було одним із базових постулатів риторики. До XIX ст. лінгвісти займалися спостереженням за фонетичною системою мови й описом її одиниць, визначали універсальні, стандартизовані й типологічні риси, що породило проблему

співвідношення мови й мовлення як норми та варіантів. Оскільки індивідуальні риси мовлення тривалий час не були предметом вивчення мовознавства, виникла потреба з'ясувати й обґрунтувати відмінності у вимові, що вимагало не лише перцептивного дослідження (на слух), а й використання експериментально-фонетичного методу.

Передумови експериментально-фонетичних досліджень, як не дивно, заклали лікарі – стоматологи (адже зубний прикус і будова ротової порожнини в цілому мають прямий вплив на вимову) й сурдопедагоги. Засновником експериментальної фонетики вважають французького мовознавця Жана-П'єра Руссело, який створив першу лабораторію експериментальної фонетики в університеті Сорбони. В той час виникає також експериментальна фонетична лабораторія в Казанському університеті, яку започаткував В. О. Богородицький. В Україні цей напрям розвивали О. І. Томсон, І. П. Сунцова, Н. І. Тоцька, Л. І. Прокопова, Л. Г. Скалозуб, О. В. Бас-Кононенко та ін.

Артикуляційний, чи анатомо-фізіологічний, аспект дослідження звукової системи мови є надзвичайно важливим й актуальним для розуміння природи звукових одиниць, а також різноманітних змін та взаємодій цих одиниць у мовленнєвому потоці. Знання, отримані за допомогою артикуляційних прийомів, необхідні для вивчення іноземних мов та викладання рідної, важливі в логопедії, сурдопедагогіці та стоматології.

І сьогодні найпопулярнішими емпіричними прийомами дослідження творення звуків є палатографування, рентгено- та кінорентгенографування, фото- та кінозйомка, ларингографування й міографування. Всі вони дають певну кількість знань про роботу мовних органів, але водночас ці знання не є вичерпними, до того ж самі прийоми часом видаються застарілими.

Найбільш інформативним на сьогодні вважають прийом рентгенографування. За його допомогою можна вивчити положення мовних органів при вимові того чи іншого звука в профіль (сагітальний зріз). Рентгенографування допомагає спостерігати положення губів, щелеп, язика (його форму і спрямованість артикуляції), м'якого піднебіння, підняття язика, положення надгортанника, під'язикової кістки, руху гортані.

При статичній зйомці на рентгеноплівці фіксується положення всіх мовних органів у певний момент артикуляції, тобто фіксується лише один момент вимови звука (як правило, фаза витримки).

При динамічній зйомці на спеціальну кінострічку знімається весь мовний процес по кадрах зі швидкістю від 20 до 50 кадрів на секунду. Кінорентгенофільм охоплює весь артикуляційний процес, починаючи з фази екскурсії і закінчуючи рекурсією. Він дозволяє бачити й аналізувати мовленнєву діяльність людини в послідовному перебігу зладжених рухів мовного апарату при вимовлянні як окремого звука чи складу, так і досить великих за обсягом сегментів (синтагми, фрази). Дозволяє порівнювати розвиток рухової активності артикуляторів. Великий внесок у розвиток цього прийому зробила Л. Г. Скалозуб, яка упродовж 1966 – 1974 р.р. проводила дослідження на основі 10 фільмів (кожен по 40 с., зі швидкістю вимови 9-10 звуків на сек.) і видала працю “Динаміка звукобразовання” [1]. У 1997-8 рр. був проведений ще ряд експериментів на базі лабораторії експериментальної фонетики КНУ ім. Т. Г. Шевченка, результати якого були підсумовані в дисертації О. В. Бас-Кононенко “Склад

в українському мовленні: складотворення та артикуляторна типізація (експериментально-фонетичне дослідження артикуляторної динаміки)” [3].

Найсучаснішим та найперспективнішим різновидом рентгенографування видається прийом *мікропроменевого рентгенографування (МПРО)*, в оригіналі – X-ray microbeam [4].

X-ray microbeam – це пристрій для запису артикуляційних рухів у процесі мовлення, що виконує це завдання завдяки генеруванню надтонких рентгенівських променів, скерованих високоточним комп’ютером, щоб простежити рух крихітних золотих датчиків (2-3 мм у діаметрі). Вони кріпляться спеціальним клеєм у таких позиціях: три вихідні датчики (відносно яких рухалися всі інші) на перенісці, посередині носа й між верхніми передніми різцями; два датчики по одному на кожную губу; два нижньощелепні датчики, один між нижніми передніми різцями, інший – в ділянці під язиком між першим та другим великими кутніми зубами, частіше з лівого боку або й зовсім біля лівого зубного ряду; чотири рівномірно розташовані датчики на язиці.

Опрацювання отриманого зображення відбувається за допомогою комп’ютерної програми, створюється фонаційна база даних із подальшим узагальненням тенденцій артикуляції та синхронізацією з акустичним сигналом.

Ідея й створення розглядуваного прийому повністю належить японському лінгвісту, логопеду й фізіологу Осаму Фюдзімура (Osamu Fujimura), який другу частину свого життя вчений жив і працював в Америці. Ідея створення пристрою для таких досліджень зародилася в університеті Торонто, але здобула своє сучасне втілення в університеті Вісконсину в 1978 р., про що свідчать перші грошові гранти, що фінансували проєкт Фюдзімури [Kawahara, с. 77]. Для створення операційних кодів, конструкції апарату та його ключових компонентів знадобилося близько десяти років, система важила 12-15 тонн і займала понад п’ять квадратних метрів. Перший сеанс запису артикуляції відбувся в лютому 1987 року, а вже протягом наступних півтора року – 142 сеанси, які вважалися експериментальними. Найбільш продуктивними видалися 2,5 роки від 1987 до 1991 р., а зібрані за цей час матеріали були об’єднані у загальну базу даних. У 2007 р. система припинила свою роботу, виконавши всі поставлені перед нею цілі. В цілому на ці дослідження було витрачено понад вісім мільйонів доларів, записано більше ніж 330 якісних сеансів, що дорівнює 3600 хв записів, залучено не менше 300 дикторів і 40 команд науковців.

Від початку до кінця знадобилося близько семи годин, щоб отримати дані від одного диктора, враховуючи попередній запис, наклеєння датчиків і відстеження їх руху, антропоморфні виміри (прикус, відсутні зуби, довжина, ширина та висота піднебіння й черепа), моделювання дентальної моделі, налаштування звукових та зорових ефектів, а також інструктаж.

Всі завдання були сформульовані у вигляді коротких відрізків матеріалу, котрі й були озвучені у записах. Всі звукосполучки, слова й реченні були розподілені у групи, залежно від їх узагальноної семантики. Серед усього списку рандомно обиралися 7 слів або 3 речення, які були запропоновані дикторам для артикуляції. Загальна кількість записів мала бути не менше 118, враховуючи ті, що повторювалися через помилки читання або інші дефекти. Довжина найдовшого запису становила 27 секунд.

Мікропроменеве рентгенографування є новою генерацією артикуляційних прийомів, що має низку переваг над традиційними методами: можливість дослідження артикуляції всіх звуків, у тому числі й таких, що не утворюються за допомогою контакту з піднебінням (що неможливо при палатографуванні) чи вимову яких можна простежити лише за положенням губів і кута відкритості ротової порожнини (як при фотографуванні); не відбувається порушення вимови через втручання чужорідних тіл (наприклад, штучного піднебіння); мінімальна шкода здоров'ю, завдяки чому можна досліджувати довші відрізки артикуляції, а також немає потреби робити великі паузи між записами (при кінорентгені це можливо робити лише 40 секунд раз у п'ять років).

Важливим і відкритим є питання, чи отримані за допомогою X-ray microbeam дані можуть бути отримані за допомогою інших методів? Відповідь, очевидно, має бути "так". Проте можливість генерування інформації про об'єкт дослідження іншими методами не є аргументом, який міг би підтвердити неважливість отриманих результатів. МПРО стало, скоріше, "міждисциплінарною лабораторією" [Westbury, с. 7], що здатна продукувати знання різних типів, підлаштовуючись під потреби часу й нових технологій й доповнювати вже відомі наукові факти.

Творці мікропроменевого рентгенографування розглядають його як експеримент, що мав показати, чи може такий засіб дати більше кількісних і якісних знань, яких не можна отримати за допомогою простіших і дешевших прийомів. Висновок ми можемо зробити самі на основі отриманих результатів. Але беззаперечним залишається факт, що цей пристрій є гарним прикладом міждисциплінарних досліджень і використання знань з різних галузей, а також зміг привернути увагу влади до необхідності фінансування новітніх пристроїв, які йшли б у ногу із сучасними технологіями й могли вдосконалювати систему традиційних наук.

### СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Скалозуб, Л. Г. Динаміка звукообразовання (по даним кінорентгенографування). Київ : Вища школа, 1979. 131 с. 2. Тощка, Н. І. Сучасна українська літературна мова : фонетика, орфоепія, графіка і орфографія: завдання і вправи : навчальний посібник для вузів. Київ : Вища школа, 1995. 151 с. 3. Бас-Кононенко О. В. Склад в українському мовленні: складотворення та артикуляторна типізація (експериментально-фонетичне дослідження артикуляторної динаміки). Автореф. канд. дис. Київ : 1999. 17 с. 4. Kawahara, S. In Memoriam: Osamu Fujimura // *Phonetica*. I–IV. 2017. P. 74–78. URL : <https://www.karger.com/Article/Abstract/475761>. 4. Kiritani, S., Itoh, K. Fujimura, O. Tongue-Pellet Tracking by a Computer-Controlled X-ray Microbeam System // *Journal of the Acoustical Society of America*. 1975. № 57. P. 1516–20. URL : [https://www.researchgate.net/publication/277431290\\_Tongue-pellet\\_tracking\\_by\\_a\\_computer-controlled\\_x-ray\\_microbeam\\_system](https://www.researchgate.net/publication/277431290_Tongue-pellet_tracking_by_a_computer-controlled_x-ray_microbeam_system) 5. Westbury, J. X-RAY MICROBEAM SPEECH PRODUCTION DATABASE USER'S HANDBOOK. Wisconsin : Waisman Center on Mental Retardation & Human Development, 1994. 135 p. URL : [http://www.haskins.yale.edu/staff/gafos\\_downloads/ubdbman.pdf](http://www.haskins.yale.edu/staff/gafos_downloads/ubdbman.pdf)

Стаття надійшла до редакції 26.04.19 р.

## **X-RAY MICROBEAM AS ONE OF THE MOST MODERN ARTICULATORY METHODS OF INVESTIGATION**

*The article substantiates the necessity of phonetic, in particular articulation, researches. The role of articulatory research in the study of the nature of sound units and their significance for linguistics and practical use are determined. The preconditions for studying the sound system of the language with the help of experimental techniques are specified. The history of occurrence and development of experimental phonetic researches in Ukraine and in the world is analyzed. The main methods of articulation research, including types of X-ray examination as one of the most important articulatory techniques, are considered. There are brought to the light the history and procedure of film-roentgenography with its implementation in Ukrainian linguistics. A number of tasks performed by experimental phonetics, as well as the possibility of applying its results in different fields of knowledge are outlined.*

*The article is focused on X-ray microbeam – one of the most contemporary types of X-ray research, which was created by the Japanese scientist Osama Fujimura in the second half of the last century. The history of creating the device for such studies is traced, the procedure of collecting articulation information (preparation for recording, the placement of tracking beads, type of the articulated material and tasks set forth) is described. The main advantages of X-ray microbeam in comparison with other methods are determined: it gives information about all the sounds of human speech, does not distort the pronunciation, causes minimal harm to health, allows studying large masses of information quickly and automatically.*

*At the end, the conclusion about the feasibility of usage X-ray microbeam in experimental phonetics is made. It is confirmed the significance of such a method, which lies in the interdisciplinary type of research, the generation of new knowledge in the field of phonetics and the addition of existing information with the help of the latest technologies.*

**Keywords:** *experimental phonetic researches, articulation, roentgenography, X-ray microbeam.*

### **REFERENCES**

1. Skalozub, L. G. (1979). *Dinamika zvukoobrazovaniya (po dannyim kinorentgenografirovaniya)*. Kyiv: Vischa shkola.
2. Totska, N. I. (1995). *Suchasna ukrainska literaturna mova: fonetyka, orfoepiia, hrafika i orfohrafii: zavdannia i vpravy: navchalnyi posibnyk dlia vuziv*. Kyiv: Vyshcha shkola.
3. Bas-Kononenko, O. V. (1999). *Sklad v ukrainskomu movlenni: skladotvorennia ta artykuliatorna typizatsiia (eksperymentalno-fonetyчне doslidzhennia artykuliatornoi dynamiky)*. Avtoref. kand. dys. Kyiv.
4. Kawahara, S. (2017). In Memoriam: Osamu Fujimura. *Phonetica*, I–IV, 74–78. URL : <https://www.karger.com/Article/Abstract/475761>.
5. Kiritani, S., Itoh, K. Fujimura, O. (1975) *Tongue-Pellet Tracking by a Computer-Controlled X-ray Microbeam System*. *Journal of the Acoustical Society of America*, № 57, 1516–20. URL : [https://www.researchgate.net/publication/277431290\\_Tongue-pellet\\_tracking\\_by\\_a\\_computer-controlled\\_x-ray\\_microbeam\\_system](https://www.researchgate.net/publication/277431290_Tongue-pellet_tracking_by_a_computer-controlled_x-ray_microbeam_system)
6. Westbury, J. (1994). *X-RAY MICROBEAM SPEECH PRODUCTION DATABASE USER'S HANDBOOK*. Wisconsin: Waisman Center on Mental Retardation & Human Development. URL: [http://www.haskins.yale.edu/staff/gafos\\_downloads/ubdbman.pdf](http://www.haskins.yale.edu/staff/gafos_downloads/ubdbman.pdf)