

АВТОМАТИЗАЦІЯ СКЛАДОПОДІЛУ УКРАЇНСЬКИХ СЛІВ

У статті комплексно розглянуто проблему автоматизації складоподілу українських слів. Особливу увагу приділено аналізу наявних в українському мовознавстві досліджень складоподілу та принципам роботи програми “Складоподіл”, що забезпечує автоматичну узагальнену фонетичну транскрипцію та автоматичний складоподіл українських слів.

Ключові слова: автоматичне опрацювання тексту, алгоритм, комп’ютерна модель, склад, складоподіл.

Однією з найважливіших проблем вивчення складу як фонетико-фонологічної одиниці в українській мові є визначення межі складоподілу. Актуальними і новаторськими у цій галузі є дослідження силабічної будови українського мовлення з погляду квантитативної та комбінаторної лінгвістики. Застосування кількісних методів дослідження передбачає підрахунок частоти вживання мовних одиниць, статистичних – встановлення залежності між якісними та кількісними характеристиками мови і мовлення. Однак для того, аби застосувати кількісні та статистичні методи дослідження, необхідно параметризувати дослідний матеріал. У нашому випадку це має бути корпус слів, поділених на склади, при аналізі якого виявилися б певні закономірності вживання складів різних моделей в українському тексті. Суттєво полегшити створення такого корпусу могла б автоматизація процесу складоподілу за допомогою комп’ютера. Створена база складів дозволить по-новому розглянути склад як фонетико-фонологічну одиницю українського мовлення.

Метою дослідження є створення спеціалізованої комп’ютерної програми “Складоподіл”, що може виконувати такі завдання:

- 1) автоматично розбивати текст на слововживання;
- 2) слова ділити на склади;
- 3) формувати базу складів української мови.

Склад як фонетико-фонологічна одиниця функціонує саме в усному мовленні. Встановлення правильної межі між складами можливе лише за умови використання якісних аудіозаписів українського мовлення як вхідного матеріалу. Над створенням Корпусу усних текстів українського мовлення зараз працюють спеціалісти кафедри української мови і прикладної лінгвістики КНУ ім. Т. Шевченка, однак поки такий корпус остаточно не сформований. Тому для дослідження вирішено використовувати письмові тексти із Корпусу текстів української мови. Це значно звужує можливості програми правильно проводити аналіз на фонетико-фонологічному рівні, адже словниковий запис слова не передає усіх характеристик, що необхідні для встановлення межі між складами. Зміни звуків у потоці мовлення (асиміляції, вокалізації, спрощення і т. п.) часто не зафіксовані на письмі або ж мають індивідуальний характер. Отже, автоматичний складоподіл проходитиме лише на основі узагальнених фонематичних характеристик словникового слова без урахування просодичних особливостей.

Проблема складу та складоподілу в українській мові є об'єктом дослідження багатьох учених, зокрема, М. Жовтобрюха [2], Ю. Карпенка [3, с. 45-47], Н. Тоцької [9], М. Наконечного [8], В. Брахнова [1], П. Коструби [5] та ін. Існують такі основні теорії щодо визначення природи складу:

- експіраторна – склад – це звук або комплекс звуків, що вимовляється одним поштовхом видихуваного повітря;
- артикуляторна – склад – це частина такту, яка вимовляється з наростанням м'язової напруженості;
- акустична (теорія сонорності) – склад – це сполучення звуків із більшим чи меншим ступенем звучності.

Загалом українські фонетисти визначення складу намагалися дати на основі усіх трьох теорій, вважаючи, що склад є *комплексним* явищем, яке твориться на основі дії як акустико-артикуляторних, так і просодичних та фонологічних чинників.

Специфіка українського складоподілу підпорядкована впливу кількох тенденцій. П. Коструба в середині XX ст. виділяв такі три основні тенденції [5, с. 30-31]:

- схильність до відкритих складів
- закон зростаючої гучності
- схильність до милозвучності

Перша тенденція виявляється в тому, що межа між складами проходить найчастіше після голосного звука перед приголосним, а там, де всередині слова трапляється група приголосних, вона часто повністю відходить до наступного складу. Проте, на думку П. Коструби, закон наростання звучності та схильність до милозвучності перешкоджають повному пануванню першої тенденції. Таким чином, у результаті збігу приголосних, із яких перший має вищий ступінь звучності, ніж наступний, утворюються закриті склади. Наприклад, у слові *[везти]* консонант *[з]* шумний дзвінкий, а *[т]* – глухий, гучність не зростає, а слабшає, а тому маємо закритий склад – *[вез-ти]*. Також П. Коструба звертає увагу на можливість появи закритих складів у результаті збігу незручних для вимови звуків – такими у його розумінні є приголосні, що при артикуляції містять елемент зімкнення (*[сан-ки]*, *[сук-но]* тощо). Тут вступає у дію схильність до милозвучності. Цю теорію підтримував і В. Лобода, вважаючи, що саме тенденція до милозвучності зумовлює уникнення різких перепадів між наростанням і послабленням звучності в межах складу [6, с. 33].

Н. Тоцька вважає, що на складоподіл впливають лише тяжіння до відкритих складів та наростання звучності, а закони милозвучності не є суттєвими. При цьому саме закон висхідної звучності зумовлює утворення закритих складів. Враховуючи обидві тенденції, Н. Тоцька запропонувала правила складоподілу, що стали основою для багатьох підручників і посібників із фонетики сучасної української мови [9, с. 134-136].

Експериментальним способом досліджував склад і закономірності поділу слів на склади В. Брахнов. У своїх дослідженнях він послуговувався даними про часову характеристику інтервокальних приголосних, частоту основного тону сонорних, нескладових, шумних дзвінких приголосних, характер мовного сигналу тощо [1, с. 351]. Це дозволило вченому виявити деякі особливості складоподілу та зафіксувати їх у списку правил, а також зробити висновок, що в більшості випадків межа між складами, визначена на слух, збігається із межею, визначеною за допомогою спеціальної апаратури. Також важливими є погляди В. Брахнова на особливості складоподілу у словах із подовженими приголосними. Сполуки такого типу особливі тим, що початок і кінець характеризуються однаково сильним звучанням, а середина – послаблена. Враховуючи це, Н. Тоцька пропонувала розривати подовжені приголосні між двома складами [9, с. 135]. Проте В. Брахнов на основі експериментальних досліджень виявив, що хоч зниження рівня звучання подовженого приголосного відбувається не в кінці його творення, а всередині, однак це відбувається незалежно від місця наголосу в слові. Це означає, що пониження звучання між першим та другим елементом подовженого розмежовує фази того самого звука, що дозволяє провести межу складоподілу між подовженим та попереднім голосним [1, с. 354-355].

Короткий аналіз поглядів українських фонетистів на проблему фонетичного та фонологічного складоподілу засвідчує важливість дослідження цього питання.

Алгоритмізація процесу складоподілу, що передуює створенню комп'ютерної програми, вимагає чіткого формулювання списку правил, за якими визначалась би межа між складами. За основу вирішено взяти правила складоподілу, виведені В. Брахновим та підтверджені його експериментальними дослідженнями [1]:

Таблиця 1. Правила складоподілу за В. Брахновим.

Складоподіл у сполученнях з одним інтервокальним приголосним	
1. Один інтервокальний приголосний завжди належить до наступного складу	/са-ма/, /ко-за/, /чо-біт/, /кл'у-чі/, /бу-ча/, /ру-ки/, /ро-бо-та/
Складоподіл у сполученнях із двома інтервокальними приголосними	
Два суміжні інтервокальні приголосні належать до наступного складу, якщо:	
2. Перший – шумний проривний або щілинний, а другий – сонорний	/по-бра-тим/, /ви-схі-дний/, /му-дри-ти/, /бу-блик/, /о-бмін/, /о-браз/, /а-грус/, /ні-діст`/
3. Перший – шумний дзвінкий проривний, другий – шумний дзвінкий проривний або шумний дзвінкий щілинний	/бо-ро-д`ба/, /ко-бзар/, /ну-д`га/, /ко-бза/
4. Перший – шумний глухий проривний, другий – шумний глухий (проривний, щілинний чи африката)	/жлу-кто/, /ка-пшук/, /пла-кси-вий/, /хло-пчик/
5. Перший – шумний глухий щілинний, другий – шумний глухий (проривний, щілинний чи африката)	/ви-схі-дний/, /за-сту-пник/, /мі-с`кий/, /не-сти/, /ві-сна/, /му-фта/, /н`і-хт`і/, /кра-шче/, /ко-л`і-шча/
6. Перший – африката (дзвінка чи глуха), другий – будь-який приголосний	/ви-цвів/, /па-чка/, /за-о-чник/, /ви-дзво-н`у-ва-ти/, /о-чкур/
7. Фонетично обидва звуки становлять інтервокальний подовжений приголосний	/з`і-л`а/, /ві-с`у/, /ні-д`а-ш`а/, /до-пу-т`а/
Два суміжні інтервокальні приголосні розділяються між складами , якщо:	
8. Перший – сонорний чи нескладовий і чи ї, другий – будь-який приголосний	/чай-ка/, /кіл`-кіст/, /гол-ка/, /біл`-ший/, /гой-дал-ка/

	/дум-ка/, /бан-ка/, /мен-ший/, /об-цен`ки/, /стер-тий/
9. Перший – шумний дзвінкий проривний, другий – шумний глухий (проривний, щілинний чи афrikата)	/об-с`ів/, /об-шук/, /го-роб-чик/, /р`ід-ко/, /об-с`і-сти/, /об-цен`ки/, /об-ни-ти-с`а/, /об-чис-ле-н`а/, /під-шив-ка/, /скреб-ти/
10. Перший – шумний дзвінкий щілинний, другий – шумний глухий (проривний, щілинний чи афrikата), шумний дзвінкий проривний чи афrikата	/каз-ка/, /біг-цем/, /йїж-джу/, /ви-йїж-джа-ти/, /гвіз-док/, /друж-ба/
Складоподіл у сполученнях із трьома інтервокальними приголосними	
11. Сонорний та нескладові <i>ў, ї</i> завжди належать до попереднього голосного, якщо вони у сполученні приголосних стоять першими	/хрум-тли-вий/, /л`ін-гві-сти-ка/, /мар-ксист/, /пор-тфел`/, /мав-пїа-чий/
12. Якщо перший приголосний шумний щілинний або проривний, то в переднаголошеній позиції він належить до попереднього складу	/роз-пла-кав-с`а/, /роз-гвин-чу-ва-ти/, /нас-трой-ка/, /об-ста-ви-на/, /гвіз-дки/, /сес-тра/, /ут-кну-тий/
13. У післянаголошеній позиції глухі й дзвінкі приголосні, якщо за ними далі йде сонорний, належать до наступного складу.	/д`і-а-ле-ктний/, /за-здр`у/, /е-ле-ктри-ка/, /по-стр`іл/, /кра-ве-цтво/, /ро-збрат/, /при-стр`ій/, /го-стрий/
Складоподіл у сполученнях із чотирма інтервокальними приголосними	
14. Два останні приголосні завжди належать до наступного складу.	/черс-твий/
15. Перший приголосний належить до попереднього	/зем-ство/, /об-стр`іл/, /аб-стра-ктний/

складу тоді, коли він сонорний чи шумний дзвінкий.	
16. При дещо сповільненій і менш енергійній вимові другий приголосний теж може належати до попереднього складу.	/земство/, /черс-твий/, /підс-триг-ти/
17. Шумний глухий, що стоїть у післянаголошеній позиції, залежно від більш чи менш енергійної вимови може відходити і до наступного, і до попереднього складів.	/ше-фство/, /шефс-тво/

Відхилення від зазначених правил спостерігаються при дії морфологічного чинника, коли можливий інший варіант поділу, при якому межа складів збігається із межею морфем. Наприклад, слово *[підгорнути]* програма за поданими правилами поділить на склади так: *[пі-дгор-ну-ти]*; не буде врахована морфемна будова слова, відповідно до якої це саме слово потрібно поділити, не розриваючи префікса: *[під-гор-ну-ти]*. Врахування цього чинника в роботі програми можливе лише при додатковому створенні морфологічного аналізатора, що не є завданням дослідження, а отже, при поділі орієнтуємося лише на фонетичний чинник.

Варто зауважити, що складоподіл у ситуаціях із трьома чи чотирма інтервокальними приголосними у більшості випадків залежить винятково від просодичних характеристик мовлення, які не можуть бути застосовані при аналізі письмового тексту. Через це вирішено послуговуватися лише чіткими правилами для двох інтервокальних приголосних, які застосовуватимуться і в ситуаціях, коли збігаються три чи чотири консонанти.

Для того, аби реалізувати автоматичне встановлення межі складоподілу за цими правилами, необхідно формалізувати опис і представити його у вигляді моделей. За Є. А. Карпіловською, модель у лінгвістиці - це зразок будови одиниць мови або

процесів, що відбуваються за їхньою участю. Побудова моделі передбачає на основі формальних ознак інформації про об'єкт виявлення залежності між цими ознаками, схем їхнього комбінування, взаємодії. Вироблення правил дії побудованої лінгвістичної моделі дозволяє одержати нову інформацію про будову об'єкта, його властивості [4, с. 20-33].

Для формалізації правил складоподілу українських слів вирішено створити дві моделі: модель фонологічної позиції приголосних у слові та модель мовленнєвої діяльності людини при поділі слова на склади. Перша з них - це *статична* модель, що формалізовано кодує інформацію про структурні властивості оригіналу. Модель мовленнєвої діяльності натомість є *динамічною*, адже на її основі показано встановлення межі складоподілу у процесі. Статичне моделювання застосовується при описі стану системи у фіксований момент, динамічне - при дослідженні поведінки системи у часі. Створені моделі представлено у вигляді формул, де *C* – будь-який приголосний, *V* – будь-який голосний, *Cs* - сонорний чи нескладовий *ї* та *й*, *Ch* - будь-який шумний, *Cd* - шумний дзвінкий, *Cg* – шумний глухий, *f* – щілинний, *a* – африката, *p* – зімкнений, *C:* - подовжений, *~* - або (коли можливі варіанти).

Таблиця 2. Моделі складоподілу.

№	Позиція приголосних	Межа складоподілу	
1.	- <i>V C V</i> -	- <i>V</i>	<i>C V</i> -
2.	- <i>V Ch_{n-f} Cs V</i> -	- <i>V</i>	<i>Ch_{pf} Cs V</i> -
3.	- <i>V Cd_p Cd_{n-f} V</i> -	- <i>V</i>	<i>Cd_p Cd_{pf} V</i> -
4.	- <i>V Cg_p Cg V</i> -	- <i>V</i>	<i>Cg_p Cg V</i> -
5.	- <i>V Cg_f Cg V</i> -	- <i>V</i>	<i>Cg_f Cg V</i> -
6.	- <i>V C_a C V</i> -	- <i>V</i>	<i>C_a C V</i> -
7.	- <i>V C: V</i> -	- <i>V</i>	<i>C: V</i> -
8.	- <i>V Cs C V</i> -	- <i>V Cs</i>	<i>C V</i> -
9.	- <i>V Cd_p Cg V</i> -	- <i>V Cd_p</i>	<i>Cg V</i> -

10.	- $V Cd_f Cd_p \sim C_a V$ -	- $V Cd_f$	$Cd_p \sim C_a V$ -
-----	------------------------------	------------	---------------------

Як свідчать опрацьовані наукові джерела, поділ слова на склади великою мірою залежить також від асимілятивних змін приголосних у потоці мовлення. Дію цього чинника надзвичайно важливо врахувати попри те, що багато змін не засвідчені на письмі. Беручи до уваги те, що склад - це фонетико-фонологічна, а не орфографічна одиниця, межу складоподілу вирішено встановлювати на основі автоматично створеної узагальненої фонетичної транскрипції слова.

Виявлено, що вже існуючі системи автоматичного транскрибування у роботі не враховують усіх характеристик слова, що необхідні для проведення межі складоподілу. Зокрема, програма автоматичної фонетичної транскрипції та транслітерації українськомовного тексту “TranSScripT” працює з такими змінами звуків, як акомодация (лабіалізація, назалізація, палаталізація, і-подібна артикуляція) та асиміляція (за місцем творення, за місцем і способом творення) [7]. Натомість для точного встановлення межі складоподілу важливими є ситуації, де проявляються вокалізації приголосних /й/ та /в/, повна асиміляція за дзвінкістю, повна асиміляція за глухістю, асиміляція за місцем творення, асиміляція за способом і місцем творення, повна та факультативна асиміляції за м'якістю, асимілятивне м'якшення, спрощення, чого програма “TranSScripT” забезпечити не може. Тому вирішено у програмі “Складоподіл” реалізувати алгоритм спеціалізованої автоматичної фонетичної транскрипції. При спеціалізованому транскрибуванні для складоподілу в письмовому тексті на основі формалізованих правил української орфоєпії виявлено ті сполуки, де проявляються вищезазначені зміни звуків у потоці мовлення. Для транскрипції використано спеціальні латинські символи стандарту кодування UTF-8, що зумовлено особливостями інтегрованого середовища розробки. При автоматичному створенні транскрипції не вдається врахувати просодичні характеристики, адже письмовий текст їх передати не може, а також однозначно трактувати спрощення, що фонетично передаються по-різному незалежно від однакового

орфографічного написання сполук (наприклад, сполука **тств**: агентство - /агенство/, багатство - /багачтво/). Окрім того, незалежно від морфемного складу, завжди як один звук трактуються буквосполучення *дж* та *дз* (хоча на практиці: /бджола/ - один звук, /віджити/ - два звуки).

Отже, комп'ютерна програма “Складоподіл” має послідовно виконати такі задачі:

1. На вхід - слововживання в україномовному тексті.

2. Створити узагальнену фонетичну транскрипцію:

2.1. Замінити літери латинськими відповідниками, фонетичний еквівалент яких можна трактувати однозначно (не враховуючи *я, ю, є, ї*, транскрипція яких залежить від оточення)

2.2. Замінити літери на позначення звуків, які під впливом наступних голосних стають м'якими, спеціальними символами, одночасно правильно передаючи голосні *я, ю, є, ї*, що в такому випадку позначають один звук, та м'який знак, який не позначає окремого звука

2.3. Замінити *я, ю, є, ї* в тих випадках, де вони починають склад і в транскрипції передаються двома звуками

2.4. Видалити дефіс, апостроф.

2.5. Замінити сполуки *дж* та *дз* спеціальними символами.

2.6. Замінити *й* та *є* на *ї* та *ї* у випадках вокалізації (визначення за позицією та характеристиками сусідніх фонем).

2.7. Замінити глухі приголосні на їх дзвінкі відповідники у випадках повної асиміляції за дзвінкістю (визначення за позицією та характеристиками сусідніх фонем).

2.8. Замінити літери на їх еквіваленти у транскрипції при повній асиміляції за місцем і способом творення (визначення за позицією та характеристиками сусідніх фонем).

2.9. Замінити символи, що позначають тверді приголосні, м'якими при повній та факультативній асиміляціях за м'якістю, асимілятивному м'якшенні (визначення за позицією та характеристиками сусідніх фонем).

2.10. Замінити дзвінки на відповідні глухі при повній асиміляції за глухістю (визначення за позицією та характеристиками сусідніх фонем).

3. Установити межу складоподілу:

3.1. Присвоїти кожному символу транскрибованого слова номер за порядком.

3.2. Почергово перевіряти двійки символів, починаючи з перших двох, за наявною у програмі базою диференційних ознак, на відповідність правилам 1-10 табл. 2.

3.3. При знаходженні двійки символів, що відповідає правилам 1-10 табл. 2, запам'ятати номер символа, перед яким проходить межа між складами.

3.4. За номерами вставити у транскрибоване слово спеціальні символи для позначення межі складів.

3.5. Перевірити кожен зі складів, що утворились, на наявність в ньому голосного (для виправлення ситуацій, коли єдиний сонорний вважається складом).

4. Вивести на екран користувача вхідну словоформу, його узагальнену фонематичну транскрипцію та слово, транскрибоване і поділене на склади.

```

156 def first_division(word: str):
157     only_vowels = ['a', 'o', 'u', 'e', 'y', 'i']
158     index_list = []
159     start = formulae_maker(word)
160     base_word, formulae_word = start[0], start[1]
161
162     for n in range(len(formulae_word) - 1):
163         if formulae_word[n] in only_vowels and formulae_word[n+1] in only_vowels:
164             index_list.append(n+1)
165
166         if formulae_word[n] in consonants_sonorant and (formulae_word[n+1] in consonants_sonorant or
167             formulae_word[n+1] in consonants_voiced or
168             formulae_word[n+1] in consonants_voiceless):
169             index_list.append(n+1)
170
171         if (formulae_word[n] in consonants_voiced and formulae_word[n] in consonants_plosive) and \
172             formulae_word[n+1] in consonants_voiceless:
173             index_list.append(n+1)
174
175         if (formulae_word[n] in consonants_voiced and formulae_word[n] in consonants_fricative) and \
176             (formulae_word[n+1] in consonants_voiceless or
177             (formulae_word[n+1] in consonants_voiced and (formulae_word[n+1] in consonants_plosive or
178                 formulae_word[n+1] in consonants_affricate))):
179             index_list.append(n+1)
180
181         if formulae_word[n-1] in only_vowels and (formulae_word[n] in consonants_voiced or
182             formulae_word[n] in consonants_voiceless or
183             formulae_word[n] in consonants_sonorant) and \
184             formulae_word[n+1] in only_vowels:
185             index_list.append(n)
186     return index_list, formulae_word
187
188 def first_insertion(inserted:tuple)->list:
189     places = inserted[0]
190     word = inserted[1]
191     character_list = [v for v in word]

```

Рис. 1 - Фрагмент коду програми “Складоподіл”.

Лінгвістичний алгоритм автоматичного транскрибування та складоподілу введеного слова було реалізовано мовою програмування Python 3.6 в інтегрованому середовищі розробки JetBrains PyCharm. У ході роботи створено дві версії програми: автоматичний складоподіл одного слова та, на основі попереднього, автоматичний складоподіл усіх слів поданого тексту. Окрім того, створено зручний графічний інтерфейс для полегшення роботи користувача з програмою.

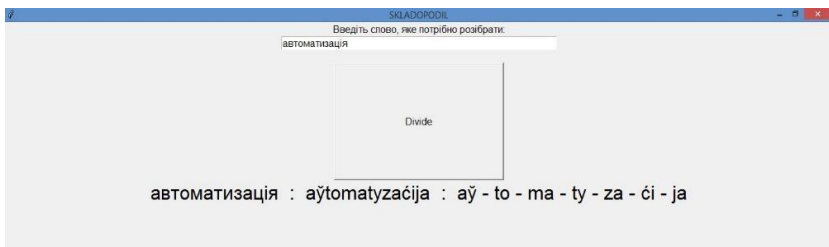


Рис. 2 - Поділ на склади введеного користувачем слова.

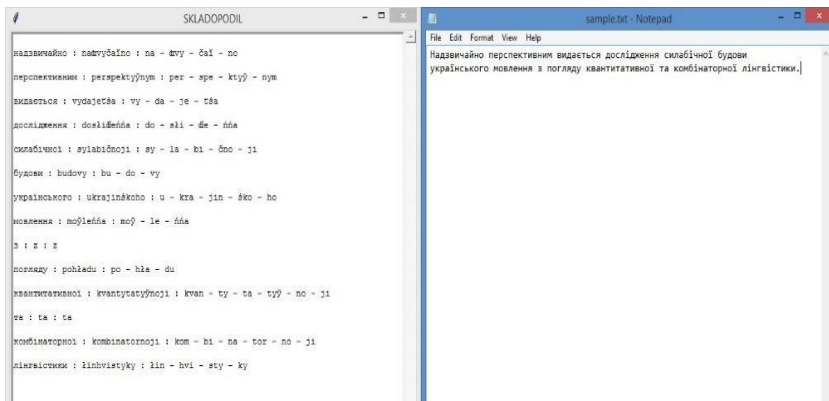


Рис. 3 - Поділ на склади введеного у файл тексту.

Програма “Складоподіл” пройшла ряд тестів, які підтвердили правильне її функціонування. На тестовій вибірці із 150 слововживань, введених по черзі, програма показала результат у 93,3% правильного транскрибування і складоподілу. У 6,6% помилки трапились через неправильне транскрибування слів зі спрощенням, чи у ситуаціях, де межу між складами можна провести по-іншому внаслідок морфемних чи просодичних характеристик, які потребують впровадження додаткових алгоритмів. Для прикладу, спрощення не було розпізнано у словоформах [багатство], [невістіці], [смієшся], [робиться]; лише фонетичний варіант складоподілу програма пропонувала у словах [підгорнути], [відсунути]; неправильне транскрибування сталося у словах [підживити], [віджєврів], [надземному]; можливі просодичні відхилення не враховано у слові [шефство].

Таким чином, в ході дослідження було створено прикладну комп’ютерну програму “Складоподіл”, що автоматично транскрибує слова та ділить їх на склади. Враховуючи інтерес сучасних мовознавців до природи, будови та функціонування складу в українській мові, така програма неодмінно допоможе лінгвістові у науковій роботі. Використання програми

“Складоподіл” уможливи́ло застосування комбінаторних та квантитативних методів для дослідження моделей складів української мови. Лінгвістичний алгоритм та програмний код в свою чергу можна використати для подальшого створення системи автоматичного переносу, повного автоматизованого транскрибування тексту.

Наступним кроком у дослідженні силабічної будови українського мовлення має бути створення подібної програми для аналізу усних текстів, що дозволить розглянути склад як реальну одиницю мовлення. При аналізі відповідно розміченого корпусу усних текстів програма виділятиме склади у фонетичних словах відповідно до мовлення диктора, що дозволить проаналізувати силабеми в середовищі їх реального існування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Брахнов В. М. Склад, його фонетична будова. Складоподіл / В. М. Брахнов // Сучасна українська літературна мова. Вступ. Фонетика / [за ред. І. К. Білодіда]. – К. : Наукова думка, 1969. – С. 340–357.

2. Жовтобрюх М. А. Фонетика / М. А. Жовтобрюх // Жовтобрюх М. А. Курс сучасної української літературної мови / М. А. Жовтобрюх, Б. М. Кулик. – К. : Вища школа, 1972. – Ч. 1. – С. 90–126.

3. Карпенко Ю. О. Фонетика / Ю. О. Карпенко // Бондар О. І. Сучасна українська мова. Фонетика. Фонологія. Орфоепія. Графіка. Орфографія. Лексикологія. Лексикографія : навч. посібн. / О. І. Бондар, Ю. О. Карпенко, М. Л. Микитин-Дружинець. – К. : Академія, 2006. – 367 с.

4. Карпіловська Є. А. Вступ до прикладної лінгвістики: комп’ютерна лінгвістика: Підручник / Є. А. Карпіловська. – Донецьк: ТОВ “Юго-Восток, Лтд”, 2006. – 188 с.

5. Коструба П. П. Фонетика сучасної української літературної мови / П. П. Коструба. – Л., 1963. – Ч. 1. – 100 с.

6. Лобода В. В. Фонетика і фонологія / В. В. Лобода // Сучасна українська літературна мова / [за ред. М. Я. Плющ]. – К. : Вища школа, 1994. – С. 16–43.

7. Мяснікова В. В. Автоматична фонетична транскрипція та транслітерація українського тексту // Мовні і концептуальні картини світу : наукове видання : [збірник] / Київ. нац. ун-т ім. Т. Шевченка, Б-ка Ін-ту філології. – Київ, 2015. – Вип. 51. – С. 336-344

8. Наконечний М. Ф. Фонетика / М. Ф. Наконечний // Сучасна українська літературна мова / [за ред. Л. А. Булаховського]. – К. : Рад. школа, 1951. – Т. 1. – С. 127–229.

9. Тоцька Н. І. Сучасна українська літературна мова: фонетика, орфоепія, графіка, орфографія / Н. І. Тоцька. – К. : Вища школа, 1981. – 183 с.