

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Київський національний університет імені Тараса Шевченка
Навчально-науковий інститут філології
Кафедра української мови та прикладної лінгвістики

СТАТЕВІ ВІДМІННОСТІ У ДИТЯЧОМУ МОВЛЕННІ

Кваліфікаційна робота бакалавра
студентки IV курсу
ОПП "Прикладна (комп'ютерна)
лінгвістика та англійська мова",
спеціальності 035 "Філологія",
спеціалізації 035.10 "Прикладна
лінгвістика",
галузі знань 03 "Гуманітарні науки"
Анастасії ЧУПУН

Науковий керівник:
асист. кафедри
української мови
та прикладної лінгвістики
Валентина РОБЕЙКО

"Допущено до захисту"
Протокол засідання кафедри
української мови та прикладної лінгвістики
№ 15 від 28.05.2025
Завідувач кафедри _____ Сергій РІЗНИК

Анотація

Дипломна робота присвячена вивченню статевих відмінностей у мовленні дітей передпубертатного віку на основі акустичних та лексико-семантичних характеристик. Актуальність дослідження зумовлена недостатньою кількістю наукових праць, присвячених дитячому мовленню, в сучасній прикладній лінгвістиці, а також потребами автоматичних систем розпізнавання мовця, зокрема за статтю.

Матеріалом дослідження стали аудіозаписи спонтанного та читаного мовлення десяти дітей (5 хлопців та 5 дівчат) віком 8–12 років, записані протягом трьох років. У межах дослідження було здійснено акустичний аналіз мовлення за такими параметрами, як частота основного тону (F0) та форманти голосних звуків. Крім того, проведено лексико-статистичний аналіз: створено частотні словники, виокремлено найчастотніші лексеми, стоп-слова, слова-паразити, а також лексичні одиниці, притаманні лише одній статі.

Результати дослідження показали, що у мовленні дівчат спостерігається вища частка займенників, прийменників і числівників, що свідчить про більшу увагу до зв'язності та конкретизації. Натомість хлопці частіше вживають прислівники, прикметники, частки й слова-паразити, що вказує на динамічніший і емоційно забарвлений характер мовлення. Акустичний аналіз виявив, що хлопці мають нижчі середні значення частоти основного тону та відмінні значення формант порівняно з дівчатами. Також було проведено перцептивний експеримент, у межах якого респонденти слухали фрагменти дитячого мовлення та визначали стать мовця; результати цього експерименту підтвердили наявність розпізнаваних статевих ознак у дитячих голосах.

Практичне значення дипломної роботи полягає у можливості використання її результатів для вдосконалення технологій автоматичного розпізнавання статі за голосом та у подальших лінгвістичних дослідженнях дитячого мовлення.

Ключові слова: дослідження дитячого мовлення, акустичні характеристики, лексико-семантичний аналіз.

Abstract

The thesis is devoted to the study of gender differences in the speech of prepubescent children based on acoustic and lexical-semantic characteristics. The relevance of the study is due to the insufficient number of scientific works devoted to children's speech in modern applied linguistics, as well as the needs of automatic speaker recognition systems, in particular by gender.

The research material consisted of audio recordings of spontaneous and read speech of ten children (5 boys and 5 girls) aged 8–12, recorded over three years. The study included an acoustic analysis of speech based on parameters such as fundamental frequency (F0) and vowel formants. In addition, a lexical-statistical analysis was performed: frequency dictionaries were created, the most frequent lexemes, stop words, filler words, as well as lexical units specific to only one gender were identified.

The results of the study showed that girls' speech contains a higher proportion of pronouns, prepositions, and numerals, which indicates greater attention to coherence and specificity. Boys, on the other hand, use adverbs, adjectives, particles, and filler words more often, which indicates a more dynamic and emotionally charged nature of speech. Acoustic analysis revealed that boys have lower average fundamental frequency values and different formant values compared to girls. A perceptual experiment was also conducted, in which respondents listened to fragments of children's speech and determined the gender of the speaker; the results of this experiment confirmed the presence of recognizable gender characteristics in children's voices.

The practical significance of the thesis lies in the possibility of using its results to improve technologies for automatic gender recognition by voice and in further linguistic studies of children's speech.

Keywords: study of children's speech, acoustic characteristics, lexical-semantic analysis.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ	9
1.1. Вікові особливості розвитку дитячих голосів та їх статеві відмінності	9
1.2. Аналіз досліджень статевих відмінностей у мовленні дітей	11
1.3. Використання нейронних мереж для класифікації статі дітей за мовленням	13
1.4. Лексико-семантичні відмінності у мовленні хлопчиків і дівчат	15
Висновки до розділу 1.....	16
2.1. Опис досліджень: мета, вибірка, методи збору даних	19
2.2. Використані підходи до аналізу мовлення дітей	21
Висновки до розділу 2.....	22
РОЗДІЛ 3. ЛЕКСИКО-СЕМАНТИЧНИЙ АНАЛІЗ МОВЛЕННЯ ДІТЕЙ .	23
3.1. Попередня обробка даних для лексико-семантичного аналізу	23
3.2. Порівняльний лексико-семантичний аналіз мовлення хлопців і дівчат	28
3.2.1. Слова-паразити та лексичні вставки	28
3.2.2. Непридатні українській мові слова	29
3.2.3. Найчастотніші слова	30
3.3. Статистична параметризація мовлення дітей за допомогою вебзастосунку TextAtributor.	32
Висновки до розділу 3.....	34
РОЗДІЛ 4. ФОНЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ: АКУСТИЧНІ ТА ПРОСОДИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ	35
4.1. Попередні дослідження акустичних параметрів дитячого мовлення	35
4.2. Порівняльний аналіз спонтанного та читаного мовлення останнього дослідження	41
4.3. Перцептивний експеримент	45
Висновки до розділу 4.....	48
ВИСНОВКИ	49
ДОДАТКИ.....	57
Додаток 1. Корпус звукозаписів та анотованих файлів для дослідження	57

Додаток 2. Форманти голосних звуків учасників дослідження.....	58
Додаток 3. Звукозаписи, відібрані для перцептивного експерименту.....	65
Додаток 4. Скрипт Praat для автоматичного визначення параметрів частоти основного тону.....	66
Додаток 5. Скрипт Praat для автоматичного визначення формант голосних звуків	67
Додаток 6. Програмний код для створення частотних словників кожної дитини	68
Додаток 7. Частотні словники.....	70
Додаток 8. Програмні коди для створення спільних частотних словників	71
Додаток 9. Спільні частотні словники	74
Додаток 10. Програмний код для автоматичного зведення визначених формант у таблиці	75
Додаток 11. Картинки надані дітям для опису у другому етапі дослідження	77
Додаток 12. Текст для запису читаного мовлення дітей	78

ВСТУП

Звуковий сигнал містить важливу паралінгвістичну інформацію, зокрема параметри, що дозволяють визначити вік, стать, мову, акцент і емоційний стан мовця. Розпізнаванню цих типів інформації в мовленні дорослих людей приділяється значна увага, проте дослідження дитячого мовлення майже не проводилися. Зокрема дослідження статевих особливостей мовлення дітей дошкільного та молодшого шкільного віку не є поширеними серед науковців. Такі особливості передпубертатного голосу є однією з найскладніших сфер фонетичних досліджень вокального вираження статі в людському мовленні (Funk і Simpson, 2023).

Відмінності між жіночими та чоловічими голосами є результатом впливу різних факторів. Статеві особливості мовлення можуть залежати від анатомічних особливостей – розміру голосових зв'язок чи довжини мовного апарату, акустично-фонетичних характеристик, та навіть особливостей поведінки (Perry, Ohde і Ashmead, 2001). Певні фонетичні кореляти гендеру в голосі дорослої людини пояснюються біологічними відмінностями, зумовленими змінами в гортані та голосовому тракті, які відбуваються під час статевого дозрівання (Funk і Simpson, 2023).

Поряд із цим, статеві відмінності виявляються не лише у фонетичних характеристиках мовлення, а й у лексико-семантичному розвитку: дівчатка раніше починають говорити, мають більший словниковий запас і активніше використовують жести як попередники мовлення, що свідчить про складну взаємодію когнітивних, нейрофізіологічних та соціальних чинників у формуванні статево маркованого мовлення дітей (Maccoby, 1966; Özçalışkan і Goldin-Meadow, 2010; Ramer, 1976)

Для дослідження диференційних ознак статі та її розпізнавання (зокрема й автоматичного) за мовленням людей різного віку використовуються різні способи дослідження та різні типи нейронних мереж. Ми проаналізуємо ці способи, а також проведемо своє дослідження на основі матеріалів, зібраних упродовж трьох років, та зосередимось на аналізі та порівнянні акустичних та

лексичних характеристик дитячого мовлення, які впливають на ідентифікацію за статтю. Також проведемо перцептивний експеримент для визначення точності розпізнавання статі дорослими, результати якого порівняємо з результатами автоматичного розпізнавання.

Актуальність теми роботи зумовлена загальною тенденцією сучасної прикладної лінгвістики та експериментальної фонетики до розпізнавання особливостей мовлення, а також невеликою кількістю досліджень дитячого мовлення.

Мета дослідження полягає в тому, щоб виявити та описати акустичні особливості мовлення дітей домотаційного віку для диференціювання їх за статтю.

Реалізація окресленої мети передбачає розв'язання низки **завдань**:

- проаналізувати наукову літературу за темою;
- визначити акустичні параметри дитячих голосів;
- описати лексичні особливості дитячого мовлення;
- зіставити та порівняти отримані результати для голосів дівчаток та хлопчиків;
- охарактеризувати статеві відмінності у дитячому мовленні.

Об'єктом дослідження є українське дитяче спонтанне та читане мовлення.

Предмет роботи – статеві акустичні та лексичні особливості мовлення дітей передпубертатного віку.

Матеріалом дослідження стали власноруч зібрані аудіозаписи спонтанного та читаного мовлення дітей передпубертатного віку (8-12 років). Серед дикторів – п'ятеро дітей чоловічої статі, п'ятеро дітей жіночої статі. Тривалість кожного запису – від двох до семи хвилин. Збір матеріалів проводився у три етапи, голоси тих самих дітей записувалися тричі з проміжком в один рік.

Методи дослідження. Для досягнення мети та виконання поставлених завдань нами були використані традиційні загальнонаукові методи та прийоми: спостереження, опитування, аналіз, опис, порівняння, систематизація та

узагальнення. Також були застосовані експериментально-фонетичний, лексико-семантичний, кількісний та статистичний методи.

Теоретичне значення роботи визначається тим, що її висновки є внеском у поглиблене уявлення про акустичні та лексичні особливості дитячого мовлення, а саме їх статевих відмінностей.

Практичне значення. Матеріали цієї дипломної роботи можуть бути використані у подальшому машинному навчанні розпізнавання статі у дитячому мовленні, а також для подальшого аналізу лексичних та синтаксичних відмінностей у дитячому мовленні.

Структура дослідження обумовлена його метою та поставленими завданнями. Робота складається зі вступу, чотирьох розділів (двох теоретичних та двох практичних) із висновками до кожного з них, загальних висновків, списку використаних джерел. Загальний обсяг роботи становить 78 сторінок, список використаних джерел налічує 47 найменувань.

РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

У цьому розділі ми розглянемо особливості розвитку дитячого голосу у хлопців та дівчат та їх статеві відмінності. Також проаналізуємо попередні дослідження науковців щодо класифікації дітей за статтю за голосом.

1.1. Вікові особливості розвитку дитячих голосів та їх статеві відмінності

Голосотвірні органи дітей відрізняються в різні періоди їхнього росту. Наприклад, розмір гортані залежить від статі та віку людини. Діти мають короткі та тонкі голосові зв'язки та малу ємність легень. Саме ці специфічні особливості голосового апарату відрізняють їхній голос від дорослого (Лайко, 2008).

"Голосовий апарат дітей молодшого віку тендітний. Його механізм простіший за своєю структурою, звук, що зароджується в гортані, утворюється при крайовому коливанні голосових зв'язок. Вони змикаються неповністю, між ними в момент утворення звуку залишається невелика щілина на всю довжину. Нервово-м'язовий розвиток гортані дозволяє здійснювати тільки таке змикання" (Лайко, Косаковський і Заболотна, 2013).

Дитяче мовлення має вищу частоту основного тону, а частотні форманти присутні на більш високих тонах, на відміну від дорослого. Як наслідок, зменшення смуги пропускання має більший вплив на точність класифікації дитячого мовлення, ніж дорослого (Safavi, 2013).

Протягом усього дитинства довжина голосового апарату зберігає пряму лінійну залежність як до зросту, так і до маси тіла, що є показником того, що існує стійке поступове подовження голосового апарату в процесі росту дитини. Така тенденція у дівчат продовжується як в підлітковому періоді, так і в дорослому віці, на відміну від хлопців, у яких спостерігається додаткове непропорційне подовження голосового апарату під час статевого дозрівання.

Зміна акустичних характеристик зазвичай проявляється у вигляді рівномірного зменшення частоти основного тону і формант у віці від двох до трьох років віку і старшому. Ці акустичні характеристики зближуються з рівнем дорослої людини приблизно у віці 15 років. Ранні зміни в акустичних характеристиках приблизно до двох років проявляються у вигляді відокремлення

або розширення інтервалу голосних звуків, а не рівномірного зниження формантних частот. Як і в анатомічному розвитку, статеві характеристики в акустичному розвитку також задокументовані протягом перших кількох років після народження (Levitan, Mishra і Bangalore, 2016).

У передпубертатному віці немає суттєвих відмінностей у структурі голосового апарату, зокрема у довжині мовленнєвого апарату в хлопців і дівчат, таким чином акустичні відмінності в їхньому мовленні зумовлені поведінкою, а не анатомічними відмінностями (Vorperian, 2011). Однак було виявлено невелику, але суттєву різницю лише в довжині губної трубочки (довжина губ з точки зору їх випинання або витягнутості): у хлопців вона в середньому на 1 мм довша, ніж у дівчат всіх вікових груп (Fitch і Giedd, 1999).

Окрім анатомічних відмінностей, джерелом передпубертатних акустичних відмінностей також вважають поведінкові / артикуляційні відмінності. Одним із факультативних способів вибору нижчих формант для хлопчиків є випинання губ під час розмови, таким чином поведінково імітуючи анатомічну різницю в загальній довжині голосового апарату, характерну для дорослих чоловіків (Barreda і Assmann, 2021). На додаток, подовження голосового апарату і подальше зниження формантних частот можна досягти шляхом опускання гортані під час розмови (Vorperian, 2011).

Фізіологія голосу також залежить від статевих гормонів, що впливають як на саму гортань, так і на структуру голосового апарату. Як у фізіологічних умовах, так і в разі ендокринних розладів, голос людини може сильно піддаватися постійним змінам.

У дитинстві жодних очевидних гормональних змін не відбувається і не з'являються відповідні статеві відмінності у голосовому апараті. З настанням статевої зрілості відбуваються значні статеві зміни голосового апарату, що супроводжуються розширенням і подовженням гортані, голосового апарату і голосових зв'язок. У хлопців відбуваються більш значні зміни, ніж у дівчат: середня довжина голосових складок становить 1,6 см порівняно з 1,0 см у дівчат, а середня довжина голосового апарату – 16,9 см порівняно з 14,1 см у дівчат. Цю

різницю можна пояснити так званім вторинним опущенням гортані, специфічною для чоловіків вторинною статевою ознакою, що виникає під час статевого дозрівання (Zamroni та ін., 2021).

Під час статевого дозрівання відбувається мутація голосу, в результаті якого частота основного тону (ЧОТ) голосу знижується приблизно на одну октаву у чоловіків, тоді як ЧОТ жіночого голосу знижується приблизно на 3-4 півтони. Паралельно спостерігається зміна голосового діапазону. Мутація голосу відбувається в середньому у віці 12 років.

Під час мутації голосу спостерігаються три основні стадії, а саме:

- Передмутаційний період: голос стає низьким та іноді хрипким і задишкуватим.
- Власне мутаційний період: невпевнена інтонація, раптові зміни висоти голосу та фальцетні переходи.
- Постмутаційний період: поступове дозрівання голосу, досягнення типового тембру і діапазону дорослого голосу (Zamroni та ін., 2021).

1.2. Аналіз досліджень статевих відмінностей у мовленні дітей

Досить велика кількість досліджень останніх десятиліть були спрямовані на вивчення та на автоматичну класифікацію за статтю саме дорослих через складність розпізнавання статі за голосами дітей. Це зумовлено тим, що акустико-фонетичні особливості мовлення дітей не мають суттєвих відмінностей, адже мовленнєвий апарат ще не повністю розвинувся і голосові зв'язки тонкі як в хлопців, так і в дівчат.

Для дослідження дитячого мовлення в різні часи були використані різні методи та підходи, було задіяно різноманітні технічні засоби та комп'ютерні програми, що дозволило широко вивчити питання ідентифікації та диференціації дітей за статтю за їхнім голосом. Найбільш досліджуваними характеристиками є частота основного тону (ЧОТ, пов'язана з довжиною і масою голосових зв'язок), перші три формантні частоти (F1, F2 та F3, пов'язаних з довжиною голосового апарату), особливості акустичних коливань та довжина голосового апарату (Chen та ін., 2010; Lee, Potaminianos і Narayana, 1997; Levitan, Mishra і Bangalore, 2016).

У деяких дослідженнях було розроблено моделі машинного навчання для вирішення проблеми класифікації статі дітей (Badr і Abdul-Hassan, 2022; Barreda і Assmann, 2018; Safavi, 2013), а також моделі, що відображають мовленнєвий апарат дітей двох статей (Story та ін., 2018; Vorperian та ін., 2009).

Для отримання точніших результатів у певних роботах було взято до уваги такий метод дослідження як перцептивний експеримент, що давав змогу визначити, що саме впливає на точність ідентифікації дітей за статтю дорослими (Barreda і Assmann, 2021; Cartei і Reby, 2013; Grigorev, Frolova і Lyakso, 2018; Kaaya та ін., 2017). Одним з наочних результатів якого є висновок, що дорослі можуть сприймати стать дитини вже у віці чотирьох років, і величина різниці між оцінками сприйняття хлопчиків і дівчаток є значною у віці 16-ти років. На визначення статі впливає частота формант для дітей віком від 4 до 12 років, тоді як ЧОТ відіграє ключову роль до 16 років (Perry, Ohde і Ashmead, 2001).

Оскільки, як зазначалось в попередньому пункті, на голос впливають і фізичні розміри, то Теодор Л. Перрі, Ральф Н. Оде та Деніел Х. Ешмід зосередились на вивченні також і антропометричних показників дітей, а саме: зросту стоячи, зросту сидячи, маси тіла та обводу шиї (2001).

Дослідники Фулінг Чен, Роберто Тогнері, Мюррей Мейбері та Діана Вайтінг Тан (2018) підійшли до вивчення цієї теми більш ретельно, адже вони не тільки досліджували та аналізували акустичні параметри дитячого голосу. Науковці також окреслили оптимальний набір ознак для класифікації статі за голосом у дітей, порівнявши ефективність класифікації за різними наборами ознак. За результатами їхнього дослідження це комбінований набір ознак eGeMAPS (Женевський мінімалістичний набір акустичних параметрів) та оцінка VTL (довжина голосового апарату), адже саме таке поєднання дає найточніші дані для розрізнення статі.

Вони встановили оптимальну стратегію вікового групування для класифікації за статтю, визначили критичні фактори статевої класифікації, оскільки вони змінюються протягом дитячого віку. Також було з'ясовано, що

спонтанне мовлення дає більш точну статеву класифікацію, ніж читане (Chen, 2022).

1.3. Використання нейронних мереж для класифікації статі дітей за мовленням

У цьому підрозділі ми маємо на меті проаналізувати наукові публікації про автоматичне розпізнавання статі дітей, у яких застосовуються різні підходи до цієї задачі з використанням нейронних мереж, а саме: "Класифікація дітей за віком та статтю на основі мовлення за допомогою ConvNets" (автори – Перес-Еспіноза Г., Авіла-Джордж Г., Мартінес-Міранда Х., Еспіноза-Куріель І., Родрігес-Хакобо Х., Крус-Мендоза Х. А.) та "Ідентифікація статі та віку дітей за допомогою нейронних мереж" (автори – Пієль Л. К., Алюмяе Т.) Обидві роботи зацікавили нас, тому що вони напрямую пов'язані з темою нашої роботи й вивчають виконання поставленого нами завдання автоматичним способом. Перша з них спрямована на створення власного класифікатора, який розпізнає стать та вік дітей передпубертатного періоду. У другій статті автори порівнюють використання різних типів нейронних мереж для виконання цієї задачі. Нижче наведений короткий аналіз обох досліджень. Варто зазначити, що хоча обидві роботи класифікували дітей за статтю та віком, ми будемо розглядати лише перший параметр, адже саме він є предметом нашого дослідження. Перес-Еспіноса разом з групою науковців у своїй роботі "Класифікація дітей за віком та статтю на основі мовлення за допомогою ConvNets", як уже було зазначено вище, працювали над побудовою автоматичного класифікатора статі на основі мовлення дітей у перші шкільні роки (від 6 до 11 років) (Pérez-Espinoza та ін., 2018). Головна мета цієї роботи – дослідити, наскільки є можливою релевантна диференціація за віком та статтю серед дітей у цьому віковому діапазоні.

На відміну від більшості досліджень, які брали за основу звичайне мовлення дітей, у цій роботі було вирішено створити корпус саме з емоційним мовленням. Емоційне мовлення дітей було зібране через їхню взаємодію з роботами Lego, які своєю поведінкою провокували дітей на необхідні емоції.

Під час аналізу акустичних даних за допомогою програмного забезпечення openSMILE та набору ознак низькорівневих дескрипторів (LLD) виявлено, що застосування методу Relief Attribute для відбору ознак дозволяє зменшити розмірність вектора ознак і отримати кращі результати точності. Це підкреслює значення правильного вибору методів в аналізі аудіоданих для досягнення бажаних результатів.

Для вирішення поставленої задачі була використана техніка згорткової нейронної мережі (ConvNets, CNN), було реалізовано типову архітектуру для ConvNet. "Нейрони з однаковими вагами застосовуються до вхідних фрагментів попереднього шару на різних сегментах вхідних даних. Таким чином досягається певний ступінь трансляційної інваріантності шляхом обчислення карт ознак, що дозволяє мережам вивчати шаблони та повторно використовувати їх у різних просторових або часових контекстах. ConvNet корисні, коли вхідні зразки є статистично інваріантними, тобто містять однакову інформацію, яка не змінюється в середньому в часі або просторі. У ConvNet замість стеків шарів матричних множень є стеки згорток. Зараз системи розпізнавання образів на основі згорткових мереж є одними з найефективніших, зазвичай мають п'ять-сім шарів. На вершині структури розташовані повнозв'язні шари, а в кінці – класифікатор." (Pérez-Espínosa та ін., 2018) Для точного навчання і тестування згорткових нейронних мереж було налаштовано 13 різних параметрів. Важливим аспектом для досягнення об'єктивних результатів було забезпечення навчання моделей, незалежних від мовця. Для оцінки продуктивності класифікації було використано три підмножини даних: тренувальну, валідаційну та тестову; відрізки мовлення кожної дитини належали лише до однієї з підмножин. Підсумовуючи все вище написане, можна зробити висновок, що результати проведеного дослідження демонструють значення налаштування параметрів ConvNet для досягнення оптимальної продуктивності у задачах класифікації статі в умовах обмеженої варіативності та шумного середовища.

У статті "Ідентифікація статі та віку дітей за допомогою нейронних мереж статі та віку дітей за допомогою нейронних мереж" (Piel і Alumäe, 2018)

досліджується використання різних типів нейронних мереж для ідентифікації віку та статі за дитячим мовленням на основі Корпусу мовлення естонських підлітків. Прямі глибокі нейронні мережі, що використовують *i*-вектори як вхідні дані, порівнюються з рекурентними нейронними мережами, що використовують MFCC як вхідні дані. Для навчання та оцінювання було використано Корпус естонського підліткового мовлення.

"У ході експерименту були розглянуті два типи нейронних мереж: глибокі нейронні мережі прямого поширення (DNN) з 600-вимірними *i*-векторами як вхідними ознаками, та рекурентні нейронні мережі (RNN) з послідовностями кепстральних коефіцієнтів мел-частоти (MFCC) як вхідними ознаками. Також були побудовані моделі з кількома входами, що поєднували обидва типи ознак." (Piel i Alumäe, 2018) "Гіперпараметри моделей (такі як кількість шарів, розмір шарів, ймовірності відсіву, швидкості навчання, розміри пакетів) були оптимізовані на наборі розробки для кожної моделі та завдання окремо." (Piel i Alumäe, 2018) Виходячи із виконаних досліджень, було отримано наступні результати. Серед усіх перевірених моделей нейронних мереж найкраще було визначено стать дітей саме завдяки глибоким нейронним мережам прямого поширення (DNN), що діє на *i*-векторах. Точність ідентифікації статі складає 92,8 %, що на майже 7 % більше ніж точність перцептивного визначення статі дитини дорослими (85,6 %).

1.4. Лексико-семантичні відмінності у мовленні хлопчиків і дівчат

Дівчата, починаючи з раннього віку, демонструють загальну перевагу у швидкості засвоєння словника, а також у використанні складніших синтаксичних конструкцій (Швидченко, 2012; Huttenlocher та ін., 1991; Ramer, 1976). Зокрема, вони раніше починають говорити, першими формують фрази (Ramer, 1976) та використовують ширший спектр слів і граматичних структур, ніж хлопці того ж віку (Huttenlocher та ін., 1991; Maccoby, 1966).

Ранні мовні переваги дівчат простежуються ще до появи повноцінного мовлення – у жестах. Вони раніше починають використовувати вказівні жести, які є важливими попередниками мовлення (Özçalışkan i Goldin-Meadow, 2010;

Butterworth і Morissette, 1996; Bates та ін., 1979). Це вказує не лише на хронологічну послідовність, а й на те, що жести відіграють когнітивну роль у мовному розвитку. Таким чином, хлопці, які пізніше починають говорити, зазвичай із запізненням також проходять етап активного жестикулювання (Özçalışkan & Goldin-Meadow, 2010).

Дослідження (Burman, Bitan і Booth, 2008) показало, що дівчата активніше залучають до обробки мовлення зони мозку, пов'язані з семантикою, зокрема ліву нижню лобову звивину та фузіформну звивину. У хлопців, навпаки, точність мовної обробки залежала від модальності – тобто від того, чи йшлося про слухову або візуальну інформацію.

У дослідженні (Barbu та ін., 2015) виявили, що соціально-економічний статус значною мірою впливає на мовленнєвий розвиток хлопців, тоді як дівчата демонструють вищу стійкість до негативних впливів середовища.

Таким чином, дівчата виявляють більш ефективне використання лінгвістичних ресурсів як на когнітивному, так і на нейрофізіологічному рівні, що опосередковано впливає і на лексико-семантичні характеристики мовлення.

Висновки до розділу 1

У розділі 1 ми окреслили теоретичні передумови дослідження. Нами було описано вікові акустичні зміни голосу дітей залежно від їхньої статі, на які впливають довжина голосового апарату, розмір та товщина голосових зв'язок та ємність легень. Ці показники по-різному змінюються протягом росту і фізичного розвитку в дівчат та хлопців, що й спричиняє відмінності в їхньому мовленні. Найбільших змін голос зазнає при статевому дозріванні, коли відбуваються значні статеві зміни. У хлопців у цей період спостерігається додаткове непропорційне подовження голосового апарату, а також мутація голосу, що найбільше впливає на статеві відмінності в голосі.

Науковці, які займались вивченням диференціації за статтю дитячих голосів, найбільше досліджували частоту основного тону та перші три формантні частоти, а також довжину голосового апарату. Також поширеним методом

дослідження є проведення перцептивного експерименту, який дає можливість порівнювати його результати з фізичними і акустичними характеристиками та з'ясовувати, що впливає на статеву ідентифікацію статі за дитячим голосом.

Також нами було проаналізовано два наукові дослідження, які використовують різні нейронні мережі для автоматичного розпізнавання статі дітей за їхнім мовленням. Обидві роботи ставлять за мету класифікувати стать дітей на основі мовлення, при цьому одна з них зосереджується на створенні власного класифікатора, а інша – на порівнянні різних типів нейронних мереж.

Перше дослідження використовує згорткові нейронні мережі (ConvNets) та відбір ознак за допомогою Relief Attribute для зниження розмірності, щоб створити класифікатор статі для дітей віком 6-11 років, використовуючи дані емоційного мовлення. Їхні результати демонструють ефективність ConvNets у досягненні точної класифікації статі в цій віковій групі.

Друге дослідження зосереджене на продуктивності різних типів нейронних мереж для ідентифікації віку та статі за мовленням естонських підлітків. Вони оцінюють прямі глибокі нейронні мережі (DNN) з i -векторами та рекурентні нейронні мережі (RNN) з MFCC, виявляючи, що DNN, які використовують i -вектори, перевершують RNN з MFCC для класифікації статі, досягаючи точності 92,8 %.

Обидві роботи підкреслюють потенціал нейронних мереж для автоматичного розпізнавання статі дітей за мовленням, при цьому ConvNets і DNN з i -векторами стають перспективними підходами. Вибір методу може залежати від таких факторів, як тип даних, віковий діапазон і бажана точність. Потрібні додаткові дослідження, щоб узагальнити ці результати для різних мов, вікових груп та середовищ запису.

Окрім акустичних характеристик, важливими є і лексико-семантичні особливості дитячого мовлення, які також мають статеву специфіку. Згідно з результатами низки досліджень, дівчата з раннього віку демонструють більшу мовну продуктивність, швидше засвоюють словник, використовують ширший спектр частотної лексики та складніші синтаксичні конструкції.

Нейровізуалізаційні дослідження показують, що в дівчат активуються мовні зони головного мозку незалежно від модальності завдання, на відміну від хлопців, у яких мовна обробка залежить від типу стимулу. Більше того, соціально-економічні чинники по-різному впливають на розвиток мовлення у дітей різної статі: дівчата з низьким соціально-економічним статусом демонструють кращі результати, ніж хлопці з тієї ж соціальної групи.

РОЗДІЛ 2. МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Першим етапом нашого дослідження був збір необхідних матеріалів для подальшої обробки та аналізу, а саме запис мовлення дітей, що брали участь у дослідженні. Для аудіозапису діти відповідали на поставлені питання або розповідали про знайомі та цікаві їм теми, що дозволило отримати потрібну кількість мовного матеріалу. Запис проводився особисто впродовж трьох років. Кожна дитина записувалась окремо за попередньої згоди батьків.

2.1. Опис досліджень: мета, вибірка, методи збору даних

Дослідження мовних особливостей дітей проводилось в три етапи з різницею в один рік. Щоразу було записане усне спонтанне та читане (лише для останнього етапу) мовлення вибраних дітей. У дослідженні брали участь 10 дітей віком 8-11 років, а саме п'ятеро хлопців і п'ятеро дівчат. Усі учасники говорять українською мовою з використанням російських та англійських слів, деякі з них мають дефекти мовлення (гаркавість та шепелявість). Середня тривалість кожного запису мовлення становить п'ять хвилин.

Нижче подаємо паспорти дикторів, а також тривалість звукозаписів у секундах за три роки у таблиці 2.1.

Таблиця 2.1.

Паспорти дикторів

Ім'я диктора	Стать	Рідна мова	Етап 1		Етап 2		Етап 3		
			Спонтанне						Читане
			Вік	Тривалість	Вік	Тривалість	Вік	Тривалість	Тривалість
Аніта	жіноча	українська	9	130	10	354	11	213	345
Валерія	жіноча	українська	9	293	10	430	11	204	197
Стас	чоловіча	українська	9	227	10	320	11	234	316
Мілана	жіноча	українська	8	237	9	377	10	247	289
Артем	чоловіча	українська	9	195	10	424	11	245	206
Ілля	чоловіча	українська	9	237	10	353	11	241	211

Аня	жіноча	українська	9	171	10	360	11	288	213
Андрій	чоловіча	українська	9	226	10	412	11	139	209
Матвій	чоловіча	українська	9	203	10	365	11	230	283
Єва	жіноча	українська	10	304	11	437	12	424	200

У Додатку 1 можна ознайомитись з нашим корпусом звукозаписів для дослідження.

На першому етапі дослідження для отримання необхідного матеріалу для акустичного аналізу дитячого мовлення діти давали відповіді на наступні запитання:

- Улюблений предмет в школі і чому?
- Розкажи про свою домашню тваринку?
- Як провели вчорашній / сьогоднішній день?
- Які плани на літо?
- Є улюблений фільм / мультфільм / книга / казка?
- Який улюблений шкільний дослід?

У результаті ми отримали звукозаписи спонтанного мовлення усіх учасників дослідження загальною тривалістю 37 хвилин. На цьому етапі досліджуваними параметрами були перші чотири форманти та частота основного тону дикторів.

На другому етапі дослідження під час запису спонтанного мовлення діти отримали завдання: "Розкажи, що знаєш про космос". Також усім учасникам було запропоновано детально описати дві надані картинки (Додаток 11). Завдяки цьому загальна тривалість записів збільшилась до 63 хвилин і ми отримали більше матеріалу для аналізу. Як і на першому етапі досліджувались частота основного тону та перші чотири форманти мовлення дітей.

Завданням третього етапу дослідження було проаналізувати не тільки вищезгадані акустичні характеристики, а й лексичні особливості мовлення дітей. Також фонетична складова для двох типів мовлення: спонтанного та читаного.

У процесі відбору звукового матеріалу спонтанного мовлення діти відповідали на такі запитання:

- Улюблений предмет в школі і чому?
- Як провели вчорашній / сьогоднішній день?
- Який улюблений фільм / мультфільм / книга / блогер?
- Яке маєш хобі, які твої сфери інтересу?
- Чим любиш займатись у вільний час?

Для запису читаного мовлення було обрано фрагмент із твору зі списку літератури для п'ятого класу Роальда Дала "Чарлі і шоколадна фабрика", адже діти вже були ознайомлені з цим матеріалом. Вибраний текст для читання подано у Додатку 12.

Загальна тривалість усіх звукозаписів становить 75 хвилин (34 спонтанного та 41 читаного мовлення).

Як вже зазначалося, особливістю цього етапу стало дослідження лексичних особливостей мовлення дітей. Отримані результати, їхній аналіз та порівняння описано у розділі 3.

2.2. Використані підходи до аналізу мовлення дітей

Для автоматизації деяких процесів дослідження, а також для забезпечення більшої точності отриманих результатів, попередньо було проведено обробку звукових файлів та очищення їх від зайвих шумів, а саме вручну видалення фрагментів, які не стосуються дослідження.

Акустичні особливості дитячого мовлення було проаналізовано за такими параметрами: частота основного тону (F0) та перші чотири форманти наголошених голосних звуків. Ці характеристики є найбільш поширеними у дослідженнях, дотичних до нашої теми, що було продемонстровано в попередньому розділі. Усі дані ми отримали за допомогою комп'ютерної програми для аналізу, синтезу та обробки мовлення Praat (Boersma і Van Heuven, 2001) за допомогою скриптів програми. Коди представлені в Додатку 4 та 5.

Технічні параметри аналізу та отримані результати будуть детально описані в розділі 4.

Лексичний склад дитячого мовлення в отриманих нами записах було проаналізовано за допомогою програмних кодів, які автоматизували та пришвидшили процес обробки матеріалу. Текст проанотованих аудіозаписів було оброблено за допомогою написаного коду мовою програмування Python (36) та з використанням відповідних бібліотек та функцій, необхідних для виконання поставлених задач. Проводився частотний аналіз, а також базовий семантичний аналіз — за змістовими категоріями, визначеними вручну. Подальші деталі цього етапу представлено в розділі 3.

Висновки до розділу 2

У цьому розділі ми детально описали хід дослідження дитячого мовлення, яке складалося з трьох послідовних етапів. Це дозволило поступово зібрати й підготувати необхідний мовний матеріал для подальшого аналізу. Ми змогли записати як спонтанне, так і читане мовлення, що дало можливість порівнювати різні типи мовлення дітей.

Обробка та аналіз отриманого матеріалу виконувався у програмі Praat. За допомогою скриптів, ми змогли отримати точні акустичні параметри (частота основного тону та форманти), а написані коди Python допомогли швидко провести частотний аналіз уживаних слів і базовий семантичний аналіз лексики.

РОЗДІЛ 3. ЛЕКСИКО-СЕМАНТИЧНИЙ АНАЛІЗ МОВЛЕННЯ ДІТЕЙ

Лексично-семантичний аналіз мовлення дозволяє визначити лексичне різноманіття та словниковий запас дітей.

Варто зазначити, що такий тип аналізу проводився лише для матеріалів, зібраних під час третього етапу дослідження. У цьому випадку діти відповідали на схожі запитання та розповідали про власні сфери інтересів. Це дало змогу отримати максимально розгорнуті й змістовні відповіді для подальшого аналізу.

На першому етапі діти не завжди формулювали повні речення та мали труднощі з чітким вираженням думки. Під час другого етапу хлопці та дівчата описували однакові картинки й говорили на одну тему. Це дозволило краще порівнювати фонетичні особливості мовлення, проте для лексико-семантичного аналізу така уніфікація частково обмежувала різноманітність лексики.

3.1. Попередня обробка даних для лексико-семантичного аналізу

Першим етапом лексико-семантичного аналізу була анотація отриманих аудіофайлів. Анотування кожного із зібраних аудіозаписів здійснювалося в програмі Praat (Boersma & Van Heuven, 2001) шляхом створення окремого анотаційного файлу у форматі TextGrid, до якого вносився текстовий вміст аудіозапису та, за потреби, додаткові примітки. Усі анотаційні файли надано в Додатку 1.

Наступним етапом аналізу було створення частотних словників кожної дитини. Для виконання цього завдання було реалізовано скрипт мовою програмування Python, що автоматично обробляє текстову інформацію з анотаційних файлів формату TextGrid. Текст коду представлений у Додатку 6.

У розробленому кодi використовуються такі бібліотеки:

- pandas (2025) — для створення, обробки та збереження табличних даних, зокрема у форматі CSV;
- textgrid (2025) — для зчитування та роботи з файлами у форматі TextGrid;
- pymorphy3 (2025) — для морфологічного аналізу українських слів.

Отримавши на вхід вищезазначені файли TextGrid, програмний код зчитує текстову інформацію, обробляє дані шляхом очищення від небуквенних

символів та переводить все до нижнього регістру. Це дозволяє отримати виключно лексичний зміст файлів.

Отримані слова передаються на морфологічний аналіз, у результаті якого для кожного слова визначається:

- початкова форма (лема),
- частина мови (POS-мітка).

У результаті формується таблиця, де кожен рядок містить:

- словоформу,
- лему,
- частину мови,
- кількість повторень словоформи.

Таблиця зберігається у форматі .csv для подальшої обробки. Отримані дані були розміщені у дві окремі Google таблиці, що містять по п'ять частотних словників для кожної статі. Це дозволило провести подальший аналіз та порівняння текстів.

Після отримання частотних словників кожної дитини, додатково проводилась перевірка та виправлення отриманих даних, адже програма не завжди коректно визначала леми та частини мови всіх слів. Наприкінці даного етапу ми отримали готові для подальшого аналізу і обробки частотні словники мовлення дітей. Усі частотні словники наведено в Додатку 7. Фрагмент такого частотного словника наведено на рисунку 3.1.

Слово	Лема	Частина мови	Частота
я	я	NPRO	21
в	в	PREP	19
і	і	CONJ	17
дуже	дуже	ADVB	13
з	з	PREP	10
це	це	PRCL	10
ми	ми	NPRO	9
на	на	PREP	7
та	та	CONJ	7
там	там	PRCL	6

Рис. 3.1. Перші 10 найчастотніших слів з аудіозапису Валерії.

Наступним етапом було створення спільних частотних словників кожної статі для наочного порівняння. Для цього було реалізовано Python-скрипт (Додаток 8), який здійснює обробку частотних таблиць та розділяє їх на дві групи: стоп-слова та змістовну лексику, а також подає спільний частотний словник.

У програмному коді разом зі згаданими раніше бібліотеками також було застосовано:

- requests (2025) — для завантаження списку стоп-слів,
- openpyxl (2025) — для підтримки формату Excel.

Отримавши на вхід Excel-файл із частотними словниками кожної дитини, програма здійснює сортування на дві групи: **стоп-слова** (службова лексика) та **змістовні одиниці**. Термін "стоп-слово" стосується найпоширеніших слів у мові. Зазвичай це слова, які не додають багато значення реченню, оскільки вони надто часто зустрічаються в різних контекстах або належать до категорії службових слів (Gerson, 2021). Для поділу на зазначені групи автоматично завантажується відкритий список українських стоп-слів (2021).

Після цього всі лексичні одиниці групуються за лемами. Це дозволяє об'єднати різні словоформи однієї лема в один запис, де в окремій колонці подано повний перелік усіх словоформ, що зафіксовані в мовленні дітей. Таким чином, новий формат таблиці включає чотири колонки: лема, всі можливі словоформи, частина мови та загальну кількість уживань усіх форм цієї лема. Це значно покращує зручність подальшого аналізу та дає змогу працювати з узагальненими лексичними одиницями.

Кожна з отриманих груп — повна таблиця, таблиця без стоп-слів та таблиця лише зі стоп-словами — зберігається окремо у форматі .csv. Це дає змогу легко використовувати результати для подальших порівнянь, статистичного аналізу та візуалізації.

Результатом є три окремі файли на кожен аркуш Google таблиці: повний частотний словник, версія без стоп-слів та список лише стоп-лем.

Фрагменти усіх отриманих частотних словників подано нижче.

Дівчата			
Лема	Словоформи	Частина мови	Частота
я	мене, мені, я	NPRO	113
і	і	CONJ	60
в	в	PREP	56
бути	був, була, були, було, бути, є	VERB	43
на	на	PREP	42
ми	ми, нам, нас	NPRO	42
там	там	PRCL	37
з	з	PREP	34
це	це, цього	NPRO, PRCL	31
він	він, його, ним, нього	NPRO	26

Рис. 3.2. Скриншот перших десяти слів частотного словника дівчат.

Хлопці			
Лема	Словоформи	Частина мови	Частота
там	там	PRCL	61
і	і	CONJ	57
я	мене, мені, я	NPRO	56
в	в	PREP	50
бути	був, буду, була, були, було, бути, є	VERB	40
це	це, цього	NPRO, PRCL	34
ми	ми, нам, нас	NPRO	32
він	він, його, йому, нього	NPRO	30
дуже	дуже	ADVB	27
на	на	PREP	24

Рис. 3.3. Скриншот перших десяти слів частотного словника стоп-слів.

Дівчата			
Лема	Словоформи	Частина мови	Частота
гра	гра, ігор, ігри, ігру	NOUN	23
любити	любила, любимо, любить, люблю	VERB	23
грати	гнали, грати, граю, грають, граєм, граємо	VERB	18
різний	різна, різними, різних, різну, різні	ADJF	18
урок	урок, уроках, уроки, уроку, уроків, уроці	NOUN	18
український	українська, української, українській	ADJF	15
читати	читала, читали, читати, читаю	VERB	12
малювати	малювала, малювали, малювати, малюю, малюємо	VERB	11
roblox	roblox	NOUN	11
цікавий	цікаве, цікавий, цікавими, цікавих, цікаві	ADJF	10

Рис. 3.4. Скриншот перших десяти повнозначних слів частотного словника дівчат.

Завершальним етапом лексико-статистичного аналізу стала побудова інтегрованих частотних словників для кожної статі та їх подальше порівняння. Метою цього етапу було виявити спільні лексичні одиниці, які використовують як дівчата, так і хлопці, а також специфічні для кожної групи лем. Для реалізації цього завдання був створений окремий Python-скрипт, текст якого представлено в Додатку 8.

На вхід скрипт отримує два зведені частотні словники: окремо для хлопців та для дівчат, сформовані на попередньому етапі. За допомогою множинного порівняння лем, скрипт визначає:

- **спільні лем**, які трапляються як у хлопців, так і в дівчат;
- **специфічні лем хлопців** — ті, що трапляються лише у чоловічій вибірці;
- **специфічні лем дівчат** — ті, що виявлено лише у жіночій.

Для кожної групи результатів (спільні, специфічні для хлопців, специфічні для дівчат) створюється окрема таблиця. Усі таблиці сортуються за спаданням частоти для забезпечення зручності в подальшому аналізі. Готові результати зберігаються у трьох окремих .csv-файлах та заносяться до спільної Google-таблиці.

Результати даного етапу дозволяють побачити як універсальні елементи дитячого мовлення, так і відмінності між статевими групами. Це є підґрунтям для подальшої інтерпретації семантичних і прагматичних особливостей мовлення дітей. Посилання на усі відповідні таблиці наведено в Додатку 9.

Отже, результатом попередньої автоматичної обробки даних для лексико-семантичного аналізу стали: частотні словники кожної дитини, спільні частотні словники для хлопців та дівчат, версії без стоп-слів, списки лише стоп-лем. На основі цих узагальнених таблиць також були створені окремі файли зі спільними лемами, а також специфічними лемами для хлопців і дівчат — у кожному випадку дані відсортовані за частотою.

3.2. Порівняльний лексико-семантичний аналіз мовлення хлопців і дівчат

Отримавши всі необхідні дані для подальшого аналізу, ми здійснили порівняльну оцінку мовних відмінностей у вибірках.

3.2.1. Слова-паразити та лексичні вставки

Для заповнення пауз хезитації та кращої зв'язності мовлення диктори використовували так звані слова-паразити та лексичні вставки, які можна було виділити перцептивно та на основі статистики вживання тих чи інших фраз або слів. "Слова-паразити – модальні слова і вирази, які можуть уживатися в спонтанному мовленні достатньо великої кількості мовців з невиправдано високою з погляду слухача локальною частотою. Головним критерієм, який визначає приналежність слова до паразитичного, на думку Е.Е. Разлогової, є його потенційна надчастотність." (Гуз, 2023) Саме за таким принципом і виокремлювалась ця категорія слів для кожного диктора.

Отримані результати наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Дівчата		Хлопці	
Ім'я	Приклади	Ім'я	Приклади
Аніта	не виявлено	Андрій	<i>там, в принципі</i>

Аня	<i>типу, там, блін</i>	Артем	<i>ну, тіпа, короче, можна сказати</i>
Валерія	не виявлено	Ілля	<i>там</i>
Єва	<i>там, ну</i>	Матвій	<i>наприклад, ну, тіпа, там, як</i>
Мілана	<i>можна сказати</i>	Стас	<i>наприклад, ну, там</i>

"Основними причинами появи слів-паразитів є: бідний словниковий запас, низька швидкість мовлення, емоційний стан мовця, умисне використання слів-паразитів, вплив моди або формулювання соціально-бажаної відповіді" (Швидченко, 2012). У нашому випадку вживання вказаної групи слів зумовлено емоційним станом дикторів, швидкістю їхнього мовлення та особливостями мовлення кожної дитини.

3.2.2. Непритаманні українській мові слова

Проаналізувавши лексичний склад мовлення усіх дітей можна виділити наступні групи непритаманних українській мові слів:

- **суржикізм**: вроді, вопше, короче, відказали, напружуватись, получила, нада, нравиться, клубніка, перещитати, рижий, начала, вкусняшкі, понравилось, девочку, пригати, пожалуватися, будто, но;
- **англіцизм**: Роблокс, Майнкрафт, Івейд, Стендоф, Пабг, Лего, Мердер Містері, Адопт Мі, Блокс Фрутс, Роял Клеш, Сталкер, Метро, Ютуб Шортс, Марвел, Бравл Старс, Юнайтед Кінгдом, Зонг, Бравлбол, ТікТок.
- **просторіччя**: сьогодні, тікі;
- **скорочення**: укр, літ;
- **слова-паразити**: тіпа, там, наприклад, блін;
- **неологізми**: айфоніми (саркастичне продовження логічного ряду від омоніми та пароніми), гача (вид фільму), мікі (назва персонажа), скін (зовнішній вигляд персонажів гри), пвп – певепешитись (взаємодія-конфлікт між гравцями в грі), баунті (очки сили в грі), самопрокачуватись, доганялки, стрілялка.

Вживання усіх вищезазначених категорій слів є результатом впливу на розвиток мовлення різних факторів. Наприклад, вживання росіянізмів та

суржику зумовлене присутністю російської мови в житті дитини частково або повністю через спілкування з оточенням, а також перегляд інтернет-контенту. Англіцизми та неологізми прийшли у мовлення дітей завдяки відеоіграм та лексичному матеріалу, якому немає відповідників в українській мові. Вживання слів-паразитів та скорочення демонструють розмовні звички та, як вже зазначено, емоційний стан дикторів.

3.2.3. Найчастотніші слова

Отримавши на попередньому етапі частотні словники мовлення кожної статі, ми можемо проаналізувати відсоткове співвідношення вживаних частин мови кожною статтю. Саме таке порівняння дає чіткішу картину, адже обсяг лексики нерівномірно розподілений між статями. На діаграмі червоним кольором позначені результати для жіночої статі, а жовтим – чоловічої.

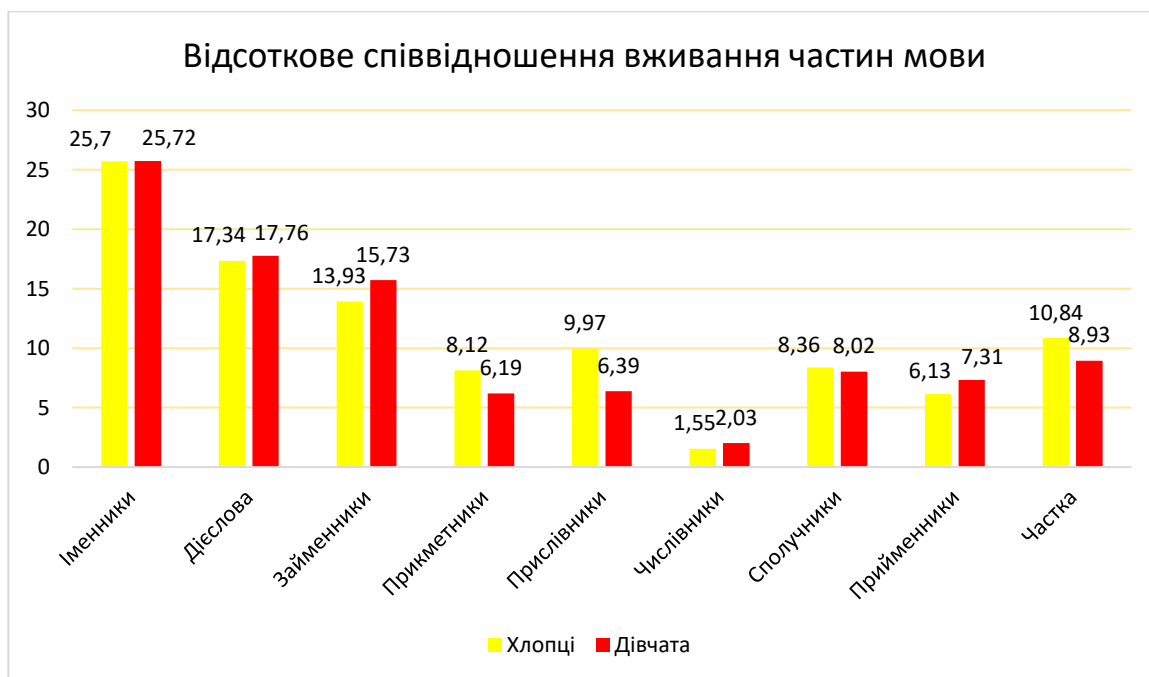


Рис. 3.4. Відсоткове співвідношення вживання частин мови.

У мовленні дівчат спостерігається вища частка займенників та прийменників. Це може свідчити про кращу організацію мовлення, зокрема — про увагу до зв'язності висловлювань та логічного поєднання частин тексту. Натомість хлопці частіше використовують прислівники, прикметники та частки, що може вказувати на більш динамічний стиль мовлення, орієнтований на дію, а також на активне використання оцінних і емоційно-модальних елементів —

зокрема слів-паразитів, прикметників для вираження ставлення та розмовних конструкцій.

Також помітна незначна перевага дівчат у вживанні числівників, що, ймовірно, зумовлено більшою увагою до конкретизації кількісних характеристик у мовленні.

Під час підготовки отриманих даних ми виокремили частотні словники без стоп-слів, а також словники лише стоп-слів. Саме тому важливо аналізувати та порівнювати їх окремо від змістовних слів.

У результаті автоматичного перетину слів, ми виявили 129 спільних лем та по 280 і 332 специфічні леми для хлопців та дівчат відповідно. У результаті зіставлення 20 найчастотніших лем у мовленні дітей виявлено, що більшість лексики є спільною. До таких належать, зокрема, леми: "любити", "грати", "урок", "український", "фізкультура", "писати", "читати", "малювати", "мова", "цікавий". Це лексеми, пов'язані з навчальною діяльністю, описом уподобань і хобі. Їхня спільність пояснюється тим, що діти перебували в однаковому соціально-комунікативному контексті (однокурсники) та відповідали на однакові запитання.

Попри значну кількість спільної лексики, були виявлені й специфічні слова, характерні лише для однієї зі статей. У дівчат частіше зустрічається лексика, пов'язана з домашніми тваринами, оцінюванням, зовнішністю та відчуттями — наприклад: "тварина", "хом'як", "кролик", "місце", "оцінка", "краса", "рука", "сила". У хлопців же спостерігається вживання більшої кількості слів, пов'язаних з діями, технікою та іграми, наприклад: "говорити", "перевіряти", "діалог", "чистити", "Пабг", "Сталкер", "година", "найбільше", "вбивати", "принцип". Також було виявлено, що у мовленні хлопців частіше з'являється лексика англomовного походження або з молодіжного жаргону, пов'язана з комп'ютерними іграми ("Пабг", "Сталкер", "мільйон"), що, ймовірно, відображає специфіку дозвілля.

Щодо частотних словників стоп-слів, то спільними виявились 14 слів серед перших двадцяти найчастотніших. Варто відзначити, що унікальними в цьому

випадку були слова "сьогодні" для дівчат та "багато" для хлопців, адже уся інша відмінна лексика також зустрічається серед найчастотнішої, проте поза першою двадцяткою.

Отже, мовлення дітей обох статей виявляє як спільну, так і специфічну лексику, що зумовлено поєднанням загального комунікативного контексту (навчання в одному класі, однакові запитання під час інтерв'ю) та індивідуальних відмінностей у сферах інтересів, стилях висловлювання та способах самовираження. Спільна лексика свідчить про єдине соціальне середовище, а специфічна — відображає гендерно зумовлені тематичні пріоритети, зокрема у виборі тем для розповіді, емоційному забарвленні та рівні деталізації мовлення.

3.3. Статистична параметризація мовлення дітей за допомогою вебзастосунку TextAtributor.

Для поглибленого лінгвістичного аналізу дитячого мовлення у дослідженні було використано інтерактивний аналітичний інструмент TextAtributor (2025), що забезпечує автоматизовану статистичну параметризацію тексту за низкою ключових лексико-граматичних показників. Цей вебзастосунок дозволяє виявити закономірності у використанні певних частин мови та співвідношення між ними, що дає змогу зробити висновки про стилістичні особливості, емоційність, описовість і структурну організацію мовлення.

У межах дослідження були розраховані такі індекси статистичної параметризації мовлення для текстів мовлення хлопців і дівчат:

1. **Індекс іменних означень**, який свідчить про ступінь епітетизації тексту через вживання прикметників, становить 2,58 у дівчат і 2,93 у хлопців. Це означає, що мовлення дівчат є більш описовим, прикметники використовуються ними частіше, що може свідчити про активнішу потребу в деталізації об'єктів або явищ.

2. **Індекс дієслівних означень**, що відображає співвідношення прислівників до дієслів, дорівнює 0,54 у дівчат і 0,89 у хлопців. Таким чином,

мовлення хлопців є більш динамічним і насиченим характеристиками дії, про що свідчить вищий рівень уживання прислівників.

3. **Показник ступеня номінальності**, який демонструє співвідношення іменників до дієслів, становить 1,30 у дівчат і 1,23 у хлопців. Це вказує на вищу предметну насиченість у мовленні дівчат, тобто опис об'єктів переважає над діями.

4. **Індекс прономіналізації** в обох груп становить однакове значення — 0,14. Це свідчить про подібний рівень залученості мовців до мовлення, частоту використання особових займенників і відносну рівномірність у вираженні суб'єктності.

5. Також однаковим в обох випадках є **індекс модальності**, що дорівнює 0,04. Він демонструє рівень емотивності мовлення через частку часток у загальному слововживанні. Таким чином, і хлопці, і дівчата демонструють однаковий рівень емоційного забарвлення у своїх висловлюваннях.

6. **Індекс субстантивності**, який відображає частку іменників у загальній масі слів, становить 0,23 у дівчат і 0,21 у хлопців, що підтверджує більшу статичність стилю мовлення дівчат за рахунок вищої питомої ваги іменників.

Крім того, було проаналізовано статистичні параметри, що характеризують відношення між словниковим складом і обсягом тексту. **Індекс багатства**, який демонструє різноманітність словника, становить 0,32 у хлопців і 0,30 у дівчат. Це свідчить про дещо більшу лексичну варіативність у мовленні хлопців.

Індекс винятковості словника, що вимірює частку слів, які зустрілися лише один раз (гапакси), однаковий у представників обох статей — 0,59, що вказує на подібний рівень унікальності словникового складу. **Індекс винятковості тексту**, який демонструє частку гапаксів у загальному обсязі тексту, становить 0,19 у хлопців і 0,18 у дівчат, що також вказує на незначну перевагу за показником мовної унікальності у хлопців.

Висновки до розділу 3

У цьому розділі було представлено результати автоматизованої обробки та порівняльного аналізу мовлення дітей за лексико-семантичними й статистичними параметрами. Застосування програмного забезпечення та скриптів дозволило сформувати структурований корпус частотних словників, поділених на змістову лексику й службові елементи.

Частотний аналіз виявив відмінності у вживанні частин мови між хлопцями та дівчатами, що дало змогу зробити висновки про особливості стилю: мовлення дівчат виявилось більш описовим, тоді як мовлення хлопців — динамічним і дієцентричним. Слова-паразити, неологізми, англіцизми, а також лексеми з інших мовних систем у мовленні дітей засвідчили вплив цифрового середовища та змішаної мовної соціалізації.

Окрім того, порівняння частотних словників окремо для дівчат і хлопців показало, що в мовленні обох груп присутня як спільна, так і специфічна лексика, що зумовлено одночасно однаковим соціально-комунікативним контекстом (спільне навчальне середовище та перелік однакових запитань), так і гендерними відмінностями у тематичних уподобаннях, стилях мовлення та засобах вираження. Це свідчить про співіснування єдиної мовної бази та індивідуалізованих мовних практик, характерних для різних статей у межах дитячого мовлення.

Статистична параметризація текстів за допомогою TextAtributor підтвердила виявлені лексичні закономірності. Отримані результати свідчать про певні, хоча й не суттєві, стилістичні відмінності між мовленням хлопців і дівчат. У дівчат спостерігається більший описовий потенціал тоді як у мовленні хлопців — більш виражена динаміка дії. Інші параметри залишаються майже незмінними, що говорить про спільні комунікативні моделі в межах вікової категорії.

РОЗДІЛ 4. ФОНЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ: АКУСТИЧНІ ТА ПРОСОДИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Зміна частоти F0 і формант є основними ознаками, що характеризують варіативність мовця. Варіація стає дуже малою в межах одного мовця, середньою в межах однієї статі і дуже великою між різними статями. У цьому розділі ми проведемо дослідження акустичних параметрів голосів дітей обох статей, порівняємо їх та виокремимо відмінності. Також проведемо перцептивні експерименти.

4.1. Попередні дослідження акустичних параметрів дитячого мовлення

Для визначення характеристик частоти основного тону в скрипті Praat було встановлено параметри: від 100 до 500 Hz, адже один код використовувався для аналізу голосів хлопців і дівчат. Автоматично було отримано мінімальне, максимальне та середнє значення F0 на всій довжині запису, діапазон було обчислено як різницю між максимальним і мінімальним значенням F0 максимального і мінімального значень. Приклад результату роботи коду подано на рисунку 3.1.

```
Мінімальна Pitch: 194.4022624315705 Hz
Максимальна Pitch: 480.1959753967833 Hz
Середня Pitch: 264.848339522964 Hz
Діапазон Pitch: 285.79371296521276 Hz
```

Рис. 3.1. Скриншот результату роботи коду для визначення параметрів ЧОТ.

Усі перераховані характеристики частоти основного тону, отримані на кожному етапі дослідження, наведені в таблицях 4.1, 4.2, 4.3 для кожного етапу відповідно. (Чупун, 2023; Чупун, 2024)

Таблиця 4.1

Параметри частоти основного тону дітей на першому етапі дослідження

Дівчата						Хлопці					
Ім'я диктора	Вік	Мін. ЧОТ	Макс. ЧОТ	Діапазон	Середня ЧОТ	Ім'я диктора	Вік	Мін. ЧОТ	Макс. ЧОТ	Діапазон	Середня ЧОТ
Мілана	8	210	417	207	257	Ілля	9	180	391	211	250
Єва	10	211	363	152	277	Стас	9	210	389	179	273

Валерія	9	185	490	305	284	Артем	9	138	390	252	202
Аніта	9	220	412	192	272	Андрій	9	150	330	180	211
Анна	9	204	450	246	276	Матвій	9	172	430	258	235

Таблиця 4.2

Параметри частоти основного тону дітей на другому етапі дослідження

Дівчата						Хлопці					
Ім'я диктора	Вік	Мін. ЧОТ	Макс. ЧОТ	Діапазон	Середня ЧОТ	Ім'я диктора	Вік	Мін. ЧОТ	Макс. ЧОТ	Діапазон	Середня ЧОТ
Мілана	9	196	499	303	236	Ілля	10	152	384	232	218
Єва	11	195	481	286	249	Стас	10	144	417	273	204
Валерія	10	172	483	311	260	Артем	10	162	481	319	280
Аніта	10	194	480	285	264	Андрій	10	150	387	237	262
Анна	10	186	459	272	240	Матвій	10	155	324	169	216

Таблиця 4.3

Параметри частоти основного тону дітей на третьому етапі дослідження

Дівчата						Хлопці					
Ім'я диктора	Вік	Мін. ЧОТ	Макс. ЧОТ	Діапазон	Середня ЧОТ	Ім'я диктора	Вік	Мін. ЧОТ	Макс. ЧОТ	Діапазон	Середня ЧОТ
Мілана	10	205	407	201	266	Ілля	11	148	348	200	219
Єва	12	159	400	240	261	Стас	11	122	355	232	205
Валерія	11	156	425	269	214	Артем	11	193	332	138	255
Аніта	11	219	396	176	275	Андрій	11	117	417	299	265
Анна	11	185	302	116	219	Матвій	11	176	461	255	285

Оскільки ми провели дослідження в три етапи та отримали результати з різницею в рік, можна зробити висновки про динаміку частоти основного тону дітей протягом трьох років. Загалом мінімальна частота основного тону у хлопців є нижчою на всіх етапах, тоді як максимальна частота у більшості випадків вища у дівчат. Середня частота основного тону також частіше вища у дівчат.

Проте у деяких випадках у хлопців максимальна частота або середня частота основного тону перевищувала показники у дівчат. Такі винятки свідчать

про індивідуальні особливості кожної дитини та різну динаміку розвитку її голосу, незалежно від статі.

Якщо говорити про зміну з часом, можна помітити, що мінімальні та максимальні значення частоти основного тону поступово знижуються з роками. Наприклад, у Мілани у віці 9 років максимальна частота становить 467 Гц, тоді як у 11 років вона знижується до 450 Гц. У хлопців подібну тенденцію спостерігаємо, наприклад, у Матвія — максимальна частота зменшується з 461 Гц у 9 років до 425 Гц у 11. Середні показники частоти основного тону демонструють коливання, але загалом зберігають тенденцію до зниження або стабілізації.

Отже, дослідження протягом трьох років підтверджують загальні закономірності розподілу частоти основного тону між статями та демонструють тенденцію до поступового зниження показників мінімальної та максимальної частоти основного тону з віком. Водночас індивідуальні відмінності дітей залишаються важливим фактором, який може суттєво впливати на результати.

Для визначення значення усіх чотирьох формант було проаналізовано 5 реалізацій кожного з голосних наголошених звуків у різних контекстах та взяті їх середнє значення для кожної форманти. Як і у випадку з частотою основного тону ці дані ми отримали автоматично, попередньо підготувавши аудіозаписи та відповідні текстові файли (TextGrid), які використовуються для анотування, у програмі Praat. Межі необхідних фонем голосних звуків були виділені в аудіофайлі. Для автоматичного визначення значень формант було реалізовано скрипт Praat. Для цього були встановлені необхідні параметри в наступному рядку: "To Formant (burg)... 0.1 4 5500 0.025 30". Налаштування були стандартними, оскільки аналіз проводився для різних мовців.

Вказаний вище рядок в скрипті Praat використовує метод аналізу формант Burg для обробки звукового сигналу. Він базується на лінійному предикативному кодуванні (LPC), яка моделює звуковий тракт як набір акустичних резонаторів (формант). Цей метод забезпечує високу точність і є

стійким до шуму, що робить його популярним для аналізу формант в мовознавстві та фонетиці.

Пояснення виставлених стандартних налаштувань в зазначеному рядку скрипту:

- 0.1: визначає як часто проводиться аналіз у часі, кожен кадр для аналізу триватиме 0.1 секунди.
- 4: кількість резонансів (формант), метод Burg спробує знайти у звуковому сигналі; нам потрібно 4.
- 5500: верхня межа частоти, до якої проводиться аналіз формант.
- 0.025: довжина вікна, тривалість аналізу між окремими аналізами кадрів у секундах.
- 30: значення предикативного порядку (pre-emphasis from), визначає кількість коефіцієнтів у LPC-аналізі [39].

Наступним кроком є визначення для кожної фонемі значення всіх формант. Оскільки нам потрібні значення в центрі фонемі, ми беремо середню точку у вибраному інтервалі (які ми вже визначили попередньо) і отримаємо необхідні нам дані. Усі значення формант було округлено до цілих чисел.

Приклад результату роботи скрипту на рисунку 4.1.

Звук: e

Значення формант у точці (8.114686237494098s):

F1: 709.4760657908516 Hz
F2: 2227.762455017756 Hz
F3: 3327.0652354257445 Hz
F4: 4900.60517127342 Hz

Рис. 4.1. Результат роботи коду для визначення значень формант

Отримані дані було перенесено в файл з розширенням .txt. Це дозволило автоматичного звести всі результати в таблиці для репрезентативності та порівняння. Для цього було реалізовано програмний код мовою Python, текст якого представлений в Додатку 10.

На цьому етапі оброблявся текстовий файл, що містив акустичні характеристики голосних звуків. З нього було автоматично виділено значення формант F1–F4 для кожної з шести голосних. У результаті створено окремі таблиці для кожної голосної, придатні для подальшого фонетичного аналізу. Результат роботи коду продемонстровано на рисунку 4.2. Оскільки таблиця створювалась автоматично, її індексація рядків розпочинається з нуля за замовчуванням.

```

=== Голосна: И ===
      F1      F2      F3      F4
0  405  2583  3671  4130
1  502  1982  2646  4336
2  536  1876  2912  4410
3  446  1812  3256  4472
4  490  1989  3414  4578

```

Рис. 4.2. Результат роботи коду зі створення таблиць з формантами голосних звуків.

Програмний код та посилання на всі таблиці вміщено в Додатках 8 та 9 відповідно.

Отримавши всі необхідні дані, ми звели результати до спільних таблиць для кожної статі (таблиці 4.4, 4.5 та 4.6 для першого, другого та третього етапу відповідно. Середні значення формант кожного з учасників дослідження зазначені в Додатку 2.

Таблиця 4.4

Середні значення форматних частот дітей на першому етапі дослідження

Дівчата					Хлопці				
Звук	F1	F2	F3	F4	Звук	F1	F2	F3	F4
А	873	1524	2760	3982	А	869	1522	2970	4230
Е	776	1877	2887	4092	Е	762	1897	3027	4402
О	705	1287	2881	4224	О	690	1351	2907	4222
У	587	1212	2882	4042	У	597	1231	3150	4407

I	635	2291	3404	4443	I	615	2562	3442	4588
И	614	1628	2837	4136	И	617	1697	3006	4250

Таблиця 4.5

Середні значення форматних частот дітей на другому етапі дослідження

Дівчата					Хлопці				
Звук	F1	F2	F3	F4	Звук	F1	F2	F3	F4
A	835	1629	3222	4451	A	704	1623	4383	4690
E	696	2182	3354	4617	E	619	2065	3457	4596
O	693	1560	3390	4539	O	579	1680	3462	4846
У	545	1717	3445	4587	У	469	1647	3375	4719
I	425	2887	3588	4800	I	386	2737	3535	4620
И	507	2437	3347	4744	И	457	2385	3329	4635

Таблиця 4.6

Середні значення форматних частот дітей на третьому етапі дослідження

Дівчата					Хлопці				
Звук	F1	F2	F3	F4	Звук	F1	F2	F3	F4
A	699	1696	3370	4606	A	669	1688	3386	4637
E	658	2062	3373	4618	E	609	2060	3314	4557
O	603	1610	3510	4643	O	632	1760	3620	4759
У	572	2001	3750	4673	У	502	1797	3467	4710
I	428	2547	3610	4710	I	433	2552	3494	4693
И	549	2144	3508	4638	И	498	2066	3381	4612

Перший етап дослідження показав, що середні значення перших чотирьох формантних частот у хлопців і дівчат практично не відрізняються. Це є цілком природним явищем, адже досліджувані діти перебували у віці початку статевого дозрівання, тому акустичні показники мовлення ще мало залежать від статі.

Другий етап дослідження вже демонструє чіткіші відмінності. Значення першої форманти усіх звуків у хлопців стало нижчим порівняно з показниками

дівчат, а різниця сягнула 50–130 Гц. Подібні зміни спостерігаються і для другої форманти (окрім звуку "а"). Це вказує на те, що у дітей поступово формуються статеві відмінності в акустичних характеристиках мовлення.

На третьому етапі можна простежити продовження цих тенденцій. Значення першої форманти всіх звуків ще більше зменшились у хлопців, тоді як друга форманта в більшості випадків демонструє зростання. Для третьої та четвертої формант теж простежується подібна тенденція, але зі слабшою вираженістю та більшою варіативністю між окремими звуками та індивідуальними особливостями мовлення.

Таким чином, результати всіх трьох етапів дослідження свідчать про поступове зростання відмінностей у значеннях формантних частот між хлопцями та дівчатами, що є відображенням загальної динаміки розвитку акустичних характеристик дитячого мовлення протягом трьох років.

Причини можливої похибки та неточності отриманих результатів:

- індивідуальні особливості мовлення дитини, які можуть відрізнятись від більшості й впливати на загальну картину характеристик статі;
- стандартні налаштування не є універсальними і повинні бути встановленні індивідуально, у нашому ж дослідженні ми визначаємо дані автоматично з однаковими параметрами;
- недостатня кількість учасників дослідження для того, щоб зробити вичерпні висновки щодо поставленої мети.

4.2. Порівняльний аналіз спонтанного та читаного мовлення останнього дослідження

Покращені навички читання дітей на останньому етапі дослідження дозволили додатково записати матеріал читаного мовлення хлопців і дівчат. Оскільки аналіз саме цього типу мовлення було проведено лише один раз, доцільно порівнювати його результати окремо із спонтанним мовленням того ж таки третього дослідження.

Застосувавши всі необхідні кроки, описані в попередньому пункті для кожного типу мовлення, ми отримали наступні результати щодо частоти основного тону дівчат та хлопців. Для наочності та зручності порівняння числові дані представлені в одній таблиці (Таблиці 4.7 та 4.8 для дівчат та хлопців відповідно).

Таблиця 4.7.

Середні значення частоти основного тону дівчат

	Спонтанне				Читане			
Ім'я	Мін. ЧОТ	Макс. ЧОТ	Діапазон	Середня ЧОТ	Мін. ЧОТ	Макс. ЧОТ	Діапазон	Середня ЧОТ
Мілана	205	407	201	266	230	324	93	260
Єва	159	400	240	261	162	374	211	239
Валерія	156	425	269	214	158	323	164	220
Аніта	219	396	176	275	225	352	126	259
Анна	185	302	116	219	189	293	104	221

Таблиця 4.8

Середні значення частоти основного тону хлопців

	Спонтанне				Читане			
Ім'я диктора	Мін. ЧОТ	Макс. ЧОТ	Діапазон	Середня ЧОТ	Мін. ЧОТ	Макс. ЧОТ	Діапазон	Середня ЧОТ
Ілля	148	348	200	219	175	386	211	234
Стас	122	355	232	205	149	353	204	198
Артем	193	332	138	255	209	363	154	254
Андрій	117	417	299	265	105	447	342	267
Матвій	176	461	255	285	180	314	133	222

Як видно з таблиць, мінімальні значення частоти основного тону у хлопців залишаються нижчими, ніж у дівчат. Максимальні значення ЧОТ більш варіативні, однак у дівчат вони частіше є вищими. Це простежується як у спонтанному, так і в читаному мовленні. Середня частота основного тону у дівчат, як правило, вища, що відповідає типовим статевим акустичним

відмінностям, які починають проявлятися в цьому віці. Водночас є окремі випадки, які не вписуються в загальну картину, що ще раз підкреслює індивідуальний характер розвитку голосових характеристик у дітей.

Якщо ж порівнювати результати спонтанного та читаного мовлення в межах однієї статі, то у дівчат читане мовлення зазвичай демонструє вищу середню частоту основного тону. Проте у деяких випадках навпаки спостерігається зниження, що зумовлено індивідуальними особливостями голосу. У хлопців також простежується підвищення середнього значення ЧОТ у читаному мовленні. При цьому діапазон частоти основного тону у читаному мовленні також є ширшим у багатьох випадках, що може бути пов'язано з більшою напругою голосових зв'язок під час читання.

Як і на попередніх етапах дослідження, ми автоматично визначили значення перших чотирьох формант кожної голосної для кожного типу мовлення. Результати зазначені у Таблицях 4.9 та 4.10 для дівчат та хлопців відповідно. Середні значення формант кожного з учасників дослідження наведено в Додатку 2.

Таблиця 4.9.

Середні значення форматних частот дівчат

Спонтанне					Читане				
Звук	F1	F2	F3	F4	Звук	F1	F2	F3	F4
А	699	1696	3370	4606	А	788	1734	3144	4436
Е	658	2062	3373	4618	Е	582	2150	3324	4615
О	603	1610	3510	4643	О	595	1694	3454	4533
У	572	1948	3701	4613	У	526	1878	3590	4669
І	428	2547	3610	4710	І	463	2704	3559	4753
И	549	2144	3472	4603	И	526	2244	3221	4579

Таблиця 4.10.

Середні значення форматних частот хлопців

Спонтанне					Читане				
Звук	F1	F2	F3	F4	Звук	F1	F2	F3	F4
А	669	1688	3386	4637	А	714	1616	3236	4645
Е	609	2060	3314	4557	Е	553	2100	3303	4627

О	632	1760	3620	4759	О	594	1633	3545	4602
У	502	1797	3467	4710	У	496	1976	3601	4755
І	433	2552	3494	4693	І	422	2544	3569	4630
И	498	2066	3381	4612	И	503	2156	3379	4695

Проаналізувавши значення першої форманти F1 у читаному мовленні, ми спостерігаємо помітну тенденцію: для всіх голосних у дівчат значення F1 дещо вище, ніж у хлопців — у середньому різниця становить 40–70 Гц. Подібна закономірність спостерігається і в спонтанному мовленні: звук "а" у дівчат має вищу частоту, ніж у хлопців. Схожа ситуація спостерігається і для другої форманти F2: у більшості випадків вона вища у дівчат, що особливо помітно для звуків "і", "е", "и".

Такі результати узгоджуються з даними попереднього дослідження і підтверджують поступову диференціацію акустичних параметрів мовлення за статевою ознакою.

У дівчат спостерігається стабільна відмінність між читаним і спонтанним мовленням. Зокрема, у читаному мовленні перша форманта F1 часто перевищує значення у спонтанному мовленні. Цікаво, що F2 у читаному мовленні частіше вища, зокрема для голосних переднього ряду ("і", "е", "и"), що може свідчити про чіткішу артикуляцію при читанні. У хлопців спостерігається подібна картина: у читаному мовленні перша форманта має менші значення у звуках "о", "у", "е", а друга форманта F2 — вища, особливо в "і". Це також може бути пов'язано з підвищеним контролем артикуляції під час читання, що зумовлює вищі резонансні частоти.

Отже, читане мовлення характеризується більш стабільною і чіткою формантною структурою, тоді як спонтанне — менш контрольоване природне мовлення. Відмінності між хлопцями та дівчатами зберігаються, хоча ще не надто виражені, що відповідає віковим особливостям дітей перед підлітковим періодом.

4.3. Перцептивний експеримент

Нами було проведено перцептивні експерименти, метою яких було дослідження точності визначення статі дітей 8-12 років на слух дорослими людьми. В першому експерименті взяли участь 25 повнолітніх осіб, у другому - 35, у третьому – 30, для яких українська є рідною мовою спілкування. Їм було надано 10 аудіозаписів дитячого мовлення тривалістю тридцять секунд, розміщених в хаотичному порядку (звукозаписи дівчат і хлопців були змішані між собою). Кількість учасників кожної статі не було зазначено. Завданням учасників експерименту було визначити стать мовця за прослуханим фрагментом мовлення. Звукозаписи, відібрані для перцептивного експерименту, можна переглянути в Додатку 3.

Нижче подаємо результати проведеного експерименту. Точність розпізнавання статі у першому випадку склала 81 %, тобто у 202 випадках із 250 стать дитини було визначено правильно, у другому – 73,4 %, тобто у 257 випадках із 350, у третьому – 84,7 %, тобто у 254 випадках із 300. Детальніші результати дослідження видно на рисунках 3.1., 3.2 та 3.3. На вертикальній осі зазначені імена дикторів, на горизонтальній – кількість правильно визначених статей кожного з учасників дослідження респондентами. На діаграмі червоним кольором позначені результати для жіночої статі, а жовтим – чоловічої.

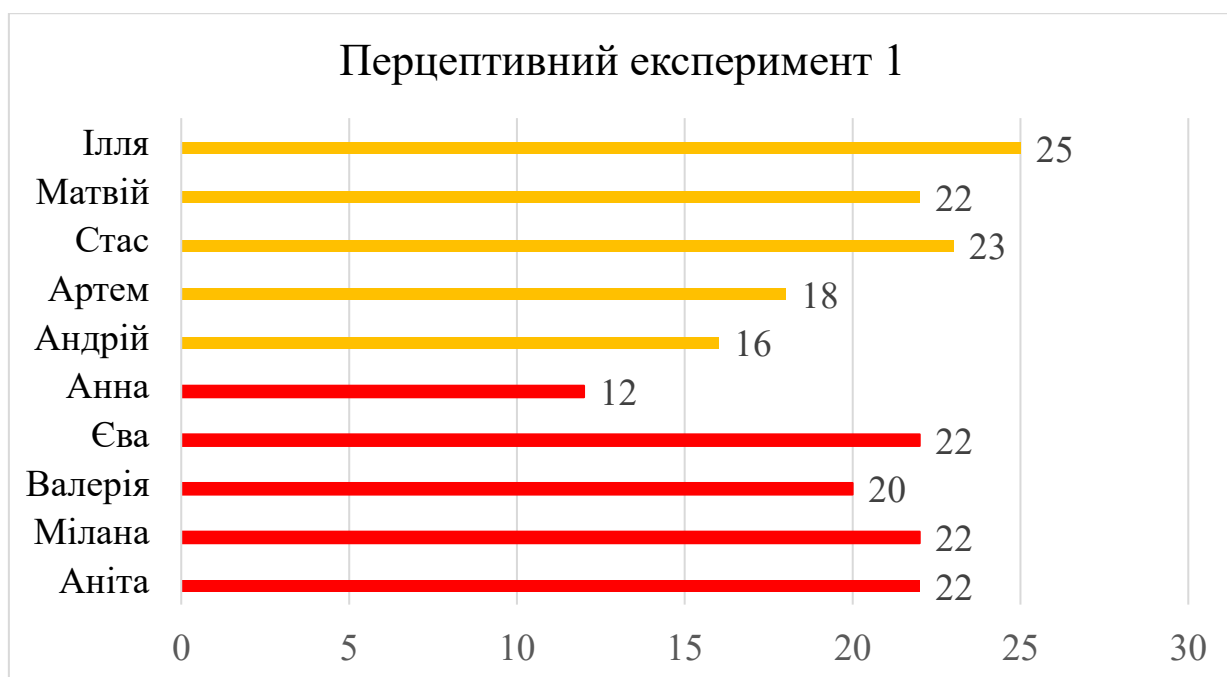


Рис. 3.1. Результати першого перцептивного експерименту

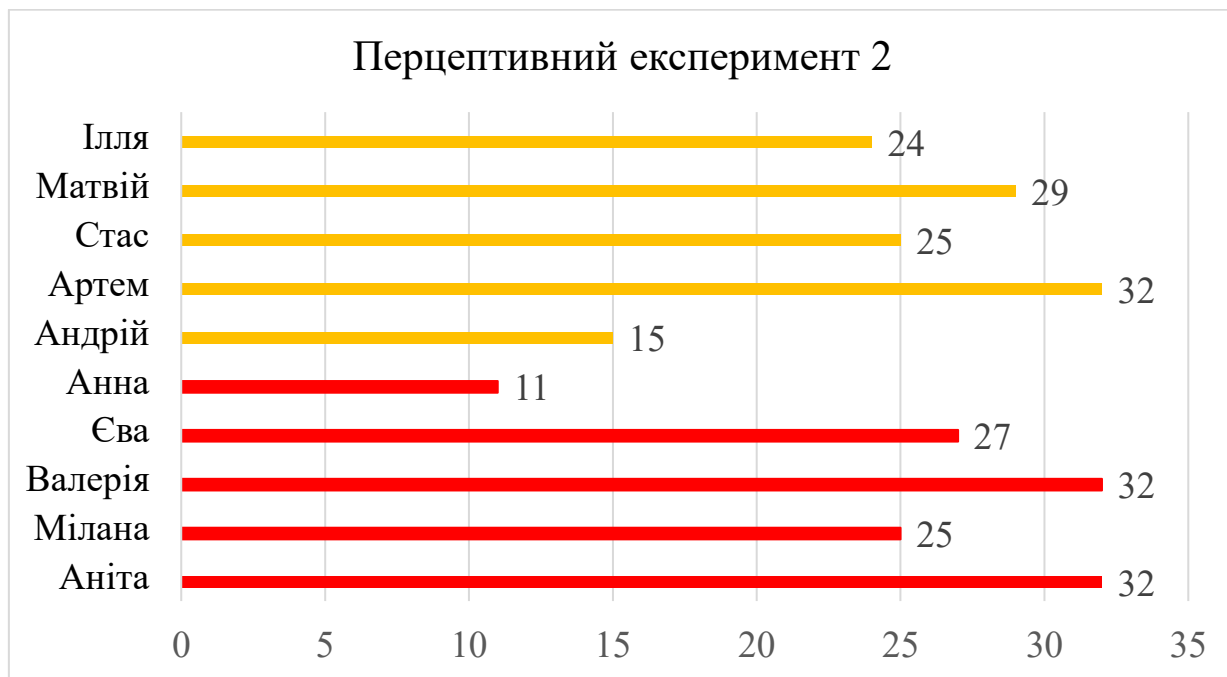


Рис. 3.2. Результати другого перцептивного експерименту

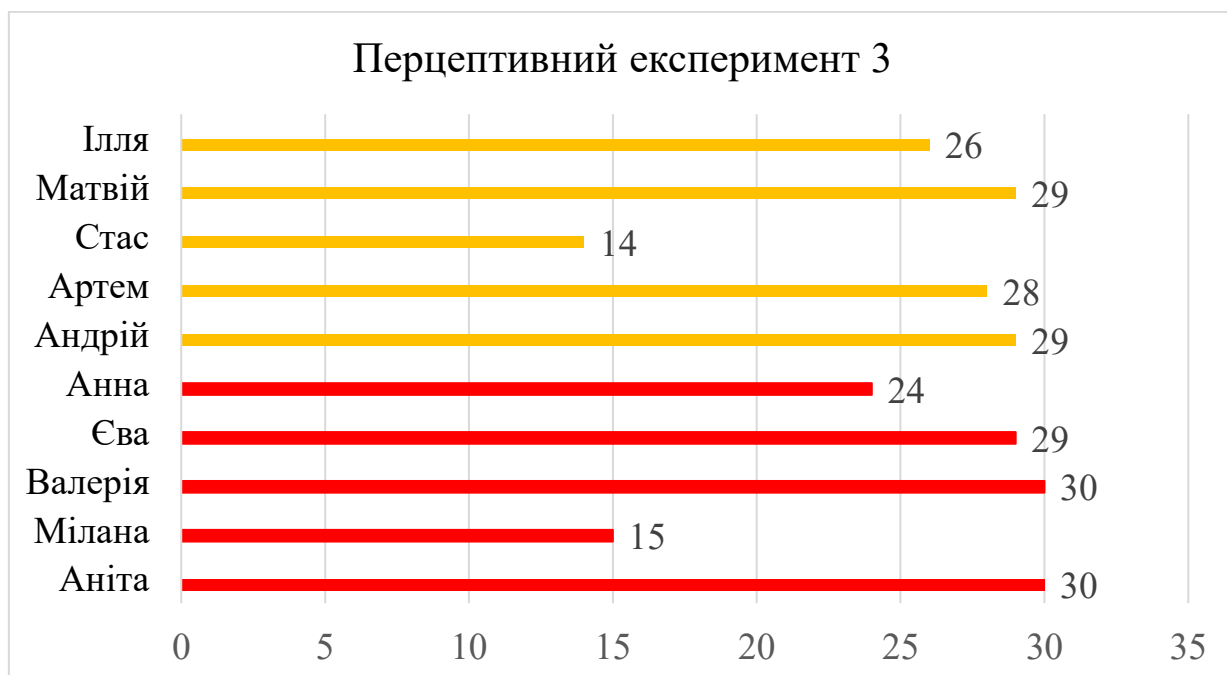


Рис. 3.3. Результати третього перцептивного експерименту

Як видно з першої діаграми, в основному статі кожного учасника правильно визначили 20-25 реципієнтів, що показує досить велику точність статевої ідентифікації дорослими дітьми на слух. Проте в трьох випадках їхні думки розділилися більше.

На другій діаграмі ми можемо спостерігати подібну ситуацію, коли розпізнавання статі дитини є досить високим, проте вже у двох випадках думки реципієнтів розійшлись. Варто зазначити, що складнощі при ідентифікації виникли з тими ж учасниками експерименту, а саме з Анною та Андрієм. Великої розбіжності між параметрами ЧОТ цих дітей не спостерігається, проте середнє значення цього показника в Анни одне з найменших, а в Андрія навпаки одне з найбільших. Це можливо і є причиною для хибного перцептивного сприйняття статі цих дітей для реципієнтів, що брали участь в дослідженні.

Як показано на третій діаграмі, рівень правильного визначення статі дитини коливається у межах від 15 до 30 відповідей реципієнтів. Загалом, більшість учасників дослідження змогли досить точно розпізнати стать мовця — у більшості випадків 24–30 правильних відповідей. Проте, як і в попередньому експерименті, у кількох випадках (Мілана та Стас) точність визначення статі знову знизилася. Варто зазначити, що цього разу для перцептивного експерименту реципієнтам було представлено читане мовлення дітей. Такий результат важко однозначно пояснити, оскільки за акустичними параметрами голосу ці діти не демонструють істотних відмінностей від інших. Імовірно, на сприйняття вплинули інші фактори, зокрема тембральні характеристики голосу або манера читання, які не враховуються в кількісному аналізі, але можуть істотно впливати на перцептивне розпізнавання статі.

На нашу думку, можливими причинами зміни відсотка точності ідентифікації є наступні фактори:

- різна кількість реципієнтів;
- особливості перцептивного сприйняття реципієнтів, адже в усіх експериментах брали участь різні люди;
- зміна теми спонтанного мовлення, фрагмент якого був представлений у другому експерименті. Тобто висновки реципієнтів в першому випадку могли базуватись на семантичних (лексичних) особливостях мовлення дитини, а не на акустичних.
- зміна типу мовлення та уніфікація тексту на записах.

Висновки до розділу 4

У цьому розділі нашої роботи ми провели три етапи дослідження з аналізу акустичних параметрів дитячого мовлення – частоти основного тону та формант голосних наголошених звуків.

У трьох проведених дослідженнях ми простежили загальну тенденцію до статевих акустичних відмінностей у дитячому мовленні. У більшості випадків середні значення першої форманти у хлопців були нижчими, а другої — дещо вищими у дівчат, що відповідає характерним особливостям розвитку голосового апарату. Також мінімальна частота основного тону у хлопців залишалася нижчою, а максимальні та середні значення у дівчат були вищими. Ці результати свідчать про поступовий розвиток акустичних характеристик, пов'язаний із віковими та фізіологічними змінами голосового апарату.

Також нами було проведено перцептивний експеримент у три етапи і ми порівняли отримані результати. Точність розпізнавання статі дитячого мовлення дорослими на слух змінювалась під час кожного експерименту на декілька відсотків, проте залишалась достатньо високою.

Отже, отримані нами результати щодо чотирьох формант та характеристик частоти основного тону дозволяють нам робити висновки про те, що можна помітити різницю в акустичних характеристиках дитячого мовлення залежно від статі вже у віці 9–11 років. Також найвищий показник розпізнавання статі дітей дорослими саме під час третього експерименту доводить, що з віком диференціація мовлення дітей за статтю стає більш помітною.

ВИСНОВКИ

Вплив різних факторів призводить до відмінностей у жіночих та чоловічих голосах. Мовленнєві особливості, пов'язані зі статтю, можуть бути обумовлені анатомічними особливостями, такими як розмір голосових зв'язок чи довжина мовного апарату, акустично-фонетичними характеристиками й навіть особливостями поведінки.

Протягом усього дитинства спостерігається пряма лінійна залежність між довжиною голосового апарату і зростом, а також масою тіла, тобто відбувається стабільне поступове подовження голосового апарату протягом росту дитини. У дівчат така тенденція триває як у підлітковому віці, так і в дорослому віці. У хлопців же відбувається додаткове непропорційне подовження голосового апарату під час статевого дозрівання.

У передпубертатному віці немає суттєвих відмінностей у структурі голосового апарату, зокрема у довжині мовленнєвого апарату в хлопців і дівчат. Джерелом препубертатних акустичних відмінностей також вважають поведінкові / артикуляційні відмінності. Факультативними способами вибору нижчих формант для хлопчиків є випинання губ під час розмови, а також опускання гортані під час розмови.

Однак статеві відмінності проявляються не лише на акустичному рівні. Ще до появи повноцінного мовлення дівчата частіше демонструють розвиток комунікативних жестів, які слугують когнітивним предиктором подальшого мовленнєвого розвитку. У ранньому дитинстві дівчатка, як правило, раніше за хлопчиків починають говорити, мають більший словниковий запас, ширше використовують лексичні одиниці та граматичні конструкції. Це підтверджує наявність лексико-семантичних відмінностей, що можуть бути релевантними для автоматичного розпізнавання статі за мовленням.

Використання нейронних мереж все частіше застосовується для автоматичного розпізнавання статі дітей за мовленням. В проаналізованих нами дослідженнях ми виявили, що прямі глибокі нейронні мережі (DNN) з i -векторами перевершують рекурентні нейронні мережі (RNN) з MFCC,

досягаючи більшої точності у диференціації голосів за статтю, а також дають кращий результат ніж перцептивний експеримент.

Найбільш досліджуваними параметрами дитячого голосу, що дозволяють виявити статеві відмінності є частота основного тону та перші три формантні частоти, а також довжина голосового апарату. Також поширеним методом вивчення цієї теми є проведення перцептивного експерименту на визначення статі за голосом.

Підтвердженням вищенаведених фактів стали результати проведених нами власних досліджень. Під час першого експерименту ми виявили незначну, але стійку різницю між хлопцями та дівчатами у значеннях першої та другої формант: F1 була нижчою в хлопців, а F2 — дещо вищою у дівчат. Також було зафіксовано, що мінімальні значення частоти основного тону були нижчими у хлопців, тоді як середні та максимальні показники — вищими у дівчат. Аналогічні спостереження підтвердилися і в наступному етапі експерименту, що дає змогу зробити висновок про поступову зміну голосових характеристик уже у віці 10–12 років. Відповідно, навіть у межах такого вузького вікового діапазону вже простежуються статеві відмінності в акустичних параметрах мовлення.

Також нами було проведено перцептивний експеримент, у результаті якого ми виявили, що точність розпізнавання дітей за їхнім голосом дорослими складає 81 %, 73 %, та 84 %, що є досить високими показниками.

Загалом ми довели, що суттєвих статевих відмінностей акустично-фонетичні характеристики дитячого голосу в препубертатному віці не мають, проте вже на цьому етапі розвитку дитини можна спостерігати початок статевих змін, що впливають на диференціацію статі.

Крім того, нами було проведено лексико-семантичний аналіз дитячого мовлення, у межах якого виявлено певні стилістичні відмінності між мовленням хлопців і дівчат. Мовлення дівчат виявилось більш описовим, з вищою частотою вживання прикметників, займенників і прийменників, що свідчить про схильність до деталізації та зв'язності висловлювань. Натомість мовлення хлопців характеризується динамічністю, з переважанням дієслів, прислівників і

часток, що відображає орієнтацію на дію та вираження емоційно-модальних значень.

Порівняння частотних словників також показало наявність як спільної, так і специфічної лексики для кожної статі. Спільна лексика пов'язана з навчанням, дозвіллям та запитаннями, які ставились у межах опитування, зокрема: улюблені предмети, хобі, медіаконтент. Специфічна лексика демонструє тематичні відмінності у сферах інтересів: наприклад, у дівчат з'являються слова, пов'язані з тваринами, прикметами зовнішності, або оцінними висловлюваннями, тоді як у мовленні хлопців фігурують технічні терміни, назви ігор, дії, пов'язані з конкуренцією або досягненням результату.

У мовленні обох статей зафіксовано вживання англіцизмів, слів-паразитів, елементів суржику, а також неологізмів, пов'язаних із цифровим середовищем (ігри, відеоконтент, блогери), що свідчить про активний вплив зовнішнього інформаційного простору на мовну поведінку дітей. Таким чином, дитяче мовлення відбиває як спільні моделі соціалізації, так і варіативність, зумовлену індивідуальним і гендерним досвідом.

У межах цієї роботи не проводився аналіз синтаксичних особливостей дитячого мовлення, адже визначення синтаксичних меж та типів речень у спонтанному мовленні є суб'єктивним і складним процесом, що потребує окремої, поглибленої методології. Такий аналіз передбачає значну частку ручної роботи та чітко визначені критерії, які не входили в межі нашого дослідження. Розгляд синтаксичних особливостей планується як перспективний напрямок подальших наукових розвідок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Гуз, О.П., 2023. Особливості вживання слів-паразитів у сучасній французькій мові. [pdf] Zbornyk filolohichnykh statei, 29(1), с.1–5. Режим доступу: http://zfs-journal.uzhnu.uz.ua/archive/29/part_1/32.pdf [Дата звернення: 15 травня 2025].
- Дал, Р. *Чарлі і шоколадна фабрика* [Електронний ресурс]. — Режим доступу : <https://www.ukrlib.com.ua/world/printit.php?tid=665> [Дата звернення: 3 квітня 2025 р.]
- Лайко, А.А., 2008. Дитяча оториноларингологія. Київ: Логос.
- Лайко, А.А., Косаковський, А.Л. і Заболотна, Д.Д., 2013. Дитяча оториноларингологія. Київ: Логос.
- Чупун, А.В., 2023. Дослідження статевих відмінностей у дитячому мовленні. Курсова робота. 26 с.
- Чупун, А.В., 2024. Дослідження статевих відмінностей у дитячому мовленні. Курсова робота. 38 с.
- Швидченко, А.В., 2012. Слова-паразити в сучасному молодіжному сленгу. Вісник Дніпропетровського університету імені Альфреда Нобеля. Серія «Філологічні науки», 2(4), с.192–194.
- Badr, A.A. and Abdul-Hassan, A.K., 2022. Gender detection in children's speech utterances for human-robot interaction. *International Journal of Power Electronics and Drive Systems*, [online] 12(5), pp.5049–5054. Available at: <https://doi.org/10.11591/ijece.v12i5.pp5049-5054> [Accessed 15 April 2023].
- Barbu, S., Nardy, A., Chevrot, J.-P., Guellaï, B., Glas, L., Juhel, J. and Lemasson, A., 2015. Sex Differences in Language Across Early Childhood: Family Socioeconomic Status does not Impact Boys and Girls Equally. *Frontiers in Psychology*, [online] 6, Article 1874. Available at: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2015.01874/full> [Accessed 20 April 2024].
- Barreda, S. and Assmann, P.F., 2018. Modeling the perception of children's age from speech acoustics. *Journal of the Acoustical Society of America*, 143(5), pp.361–366. Available at: <https://doi.org/10.1121/1.5037614> [Accessed 15 April 2024].

- Barreda, S. and Assmann, P.F., 2021. Perception of gender in children's voices. *Journal of the Acoustical Society of America*, 150(5), pp.3949–3963. Available at: <https://doi.org/10.1121/10.0006785> [Accessed 3 May 2023].
- Bates, E., Benigni, L., Bretherton, I., Camaioni, L. and Volterra, V., 1979. *The emergence of symbols: Cognition and communication in infancy*. New York: Academic Press.
- Boersma, P. and Van Heuven, V.J., 2001. Speak and unSpeak with PRAAT. [online] Available at: https://www.researchgate.net/publication/303164808_Speak_and_unSpeak_with_PRAAT [Accessed 17 May 2025].
- Burman, D.D., Bitan, T. and Booth, J.R., 2008. Sex Differences in Neural Processing of Language Among Children. *Neuropsychologia*, 46(5), pp.1349–1362. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2293302/> [Accessed 20 May 2024].
- Butterworth, G. and Morissette, P., 1996. Onset of pointing and the acquisition of language in infancy. *Journal of Reproductive and Infant Psychology*, 14(3), pp.219–231.
- Cartei, V. and Reby, D., 2013. Effect of formant frequency spacing on perceived gender in pre-pubertal children's voices. *PloS One*, [online] 8(12), e81022. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0081022> [Accessed 20 April 2024].
- Chen, F., 2022. Automated sex classification of children's voices and changes in differentiating factors with age. *arXiv.org*. [online] Available at: <https://arxiv.org/abs/2209.13112> [Accessed 17 May 2023].
- Chen, G., Feng, X., Shue, Y.-L. and Alwan, A., 2010. On using voice source measures in automatic gender classification of children's speech. [online] Available at: https://www.researchgate.net/publication/221479871_On_using_voice_source_measures_in_automatic_gender_classification_of_children_s_speech [Accessed 17 May 2023].
- Fitch, W.T. and Giedd, J.N., 1999. Morphology and development of the human vocal tract: A study using magnetic resonance imaging. *Journal of the Acoustical Society of*

America, 106(3), pp.1511–1522. Available at: <https://doi.org/10.1121/1.427148> [Accessed 10 May 2023].

Funk, R. and Simpson, A.P., 2023. The acoustic and perceptual correlates of gender in children's voices. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, 66(9), pp.3346–3363. Available at: https://doi.org/10.1044/2023_jslhr-22-00682 [Accessed 10 April 2024].

Gerson, J., 2021. Stop word lists: improving visualization of text data. *MAXQDA*. [online] Available at: <https://www.maxqda.com/blogpost/stop-word-lists> [Accessed 12 May 2025].

Grigorev, A., Frolova, O.V. and Lyakso, E.E., 2018. Acoustic features of speech of typically developing children aged 5–16 years. *Communications in Computer and Information Science*, pp.152–163. Available at: https://doi.org/10.1007/978-3-030-01204-5_15 [Accessed 15 April 2023].

Huttenlocher, J., Haight, W., Bryk, A., Seltzer, M. and Lyons, T., 1991. Early vocabulary growth: Relation to language input and SES. *Developmental Psychology*, 27(2), pp.236–248.

Kaya, H., Salah, A.A., Karpov, A., Frolova, O.V., Grigorev, A. and Lyakso, E., 2017. Emotion, age, and gender classification in children's speech by humans and machines. *Computer Speech & Language*, 46, pp.268–283. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.csl.2017.06.002> [Accessed 7 April 2023].

Lee, S., Potaminianos, A. and Narayana, S., 1997. Analysis of children's speech: Duration, pitch and formants. *Fifth European Conference on Speech Communication and Technology*. Available at: https://www.isca-archive.org/eurospeech_1997/lee97b_eurospeech.pdf [Accessed 4 May 2023].

Levitan, S.I., Mishra, T. and Bangalore, S., 2016. Automatic identification of gender from speech. *Proceedings of Speech Prosody*, pp.84–88.

Lipani, J.S. and L., 2019. Automatic Formant Extraction in Praat. [online] Available at: https://joeystanley.com/downloads/191002-formant_extraction [Accessed 7 April 2024].

Maccoby, E.E., 1966. *The Development of Sex Differences*. Stanford: Stanford University Press.

Mugitani, R. and Hiroya, S., 2012. Development of vocal tract and acoustic features in children. *Acoustical Science and Technology*, 33(4), pp.215–220. Available at: <https://doi.org/10.1250/ast.33.215> [Accessed May 2 2023].

openpyxl, n.d. *openpyxl*. [online] Available at: <https://pypi.org/project/openpyxl/> [Accessed 14 April 2025].

Özçalışkan, S. and Goldin-Meadow, S., 2010. Sex differences in language first appear in gesture. *Developmental Science*, 13(5), pp.752–760. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2923747/> [Accessed 24 April. 2025].

pandas, n.d. *pandas*. [online] Available at: <https://pypi.org/project/pandas/> [Accessed 14 April 2025].

Pérez-Espinoza, H., Avila-George, H., Martínez-Miranda, J., Espinoza-Curiel, I., Rodriguez-Jacobo, J. and Cruz-Mendoza, H.A., 2018. Children age and gender classification based on speech using ConvNets. *Research in Computing Science*, 147, pp.23–35.

Perry, T.S., Ohde, R.N. and Ashmead, D.H., 2001. The acoustic bases for gender identification from children's voices. *Journal of the Acoustical Society of America*, 109(6), pp.2988–2998. Available at: <https://doi.org/10.1121/1.1370525> [Accessed 4 May 2024].

pymorphy3, n.d. *pymorphy3*. [online] Available at: <https://pypi.org/project/pymorphy3/> [Accessed 14 April 2025].

Python, n.d. *Python*. [online] Available at: <https://www.python.org/> [Accessed 14 April 2025].

requests, n.d. *requests*. [online] Available at: <https://pypi.org/project/requests/> [Accessed 14 April 2025].

Safavi, S., 2013. Identification of gender from children's speech by computers and humans. *INTERSPEECH*, pp.2440–2444. Available at: https://www.isca-archive.org/interspeech_2013/safavi13_interspeech.pdf [Accessed 2 May 2023].

Sound: To Formant (burg), n.d. *Praat Manual*. [online] Available at: https://www.fon.hum.uva.nl/praat/manual/Sound_To_Formant_burg_.html [Accessed 27 April 2024].

Story, B.H., Vorperian, H.K., Bunton, K. and Durtschi, R.B., 2018. An age-dependent vocal tract model for males and females based on anatomic measurements. *Journal of the Acoustical Society of America*, 143(5), pp.3079–3102. Available at: <https://pubs.aip.org/asa/jasa/article/143/5/3079/672007/> [Accessed 17 April 2023].

TextAtributor, n.d. *TextAtributor: онлайн-інструмент для лінгвістичного аналізу текстів*. [online] Available at: <http://ta.mova.info/> [Accessed 2 May 2025].

textgrid, n.d. *textgrid*. [online] Available at: <https://pypi.org/project/textgrid/> [Accessed 14 April 2025].

Ukrainian Stopwords, n.d. *Ukrainian Stopwords*. [online] Available at: <https://github.com/skupriienko/Ukrainian-Stopwords> [Accessed 4 May 2025].

Vorperian, H.K., 2011. Developmental sexual dimorphism of the oral and pharyngeal portions of the vocal tract: An imaging study. *PubMed Central (PMC)*. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3135757/> [Accessed 12 April 2023].

Vorperian, H.K. et al., 2009. Anatomic development of the oral and pharyngeal portions of the vocal tract: An imaging study. *Journal of the Acoustical Society of America*, 125(3), pp.1666–1678. Available at: <https://doi.org/10.1121/1.3075589> [Accessed 12 April. 2023].

Zamponi, V., Mazzilli, R., Mazzilli, F. and Fantini, M., 2021. Effect of sex hormones on human voice physiology: from childhood to senescence. *Hormones*, 20(4), pp.691–696. Available at: <https://doi.org/10.1007/s42000-021-00298-y> [Accessed 29 April 2023].

ДОДАТКИ

Додаток 1. Корпус звукозаписів та анотованих файлів для дослідження

Звукозаписи та TextGrid файли доступні в окремих папках для кожної дитини з позначенням року дослідження за посиланням:

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/11IXx-wJM5YxTcZOT8MpyqWWPxzOXYMml>

Додаток 2. Форманти голосних звуків учасників дослідження

У таблицях подано значення формант голосних звуків, упорядковані відповідно до етапів експерименту. Перша таблиця для кожної дитини відображає результати першого та другого етапів, а друга — третього етапу дослідження.

Середні значення формант голосних звуків Аніти

Звук	F1	F2	F3	F4	Звук	F1	F2	F3	F4
А	842	1514	2779	3868	А	869	1577	2812	4080
Е	705	2173	2840	4008	Е	698	2198	3223	4596
О	664	1168	3031	4151	О	714	1592	3139	4221
У	572	1202	2862	3683	У	630	1079	2974	4512
І	633	2375	3456	4520	І	460	2714	3574	4901
И	567	1188	2680	3811	И	501	2406	3195	4829

Спонтанне					Читане				
Звук	F1	F2	F3	F4	Звук	F1	F2	F3	F4
А	763	1635	3306	4607	А	946	2019	3178	4593
Е	666	1954	3230	4744	Е	606	2081	3049	4831
О	663	1633	3304	4375	О	683	1732	3536	4869
И	505	2337	3284	4651	И	537	2355	3160	4811
У	549	1956	3935	4725	У	565	1978	3545	4964
І	414	2639	3613	4707	І	508	2716	3670	4841

Середні значення формант голосних звуків Валерії

Звук	F1	F2	F3	F4	Звук	F1	F2	F3	F4
А	872	1517	2873	4483	А	1019	1671	3073	4535
Е	808	2007	3075	4572	Е	828	2162	3341	4846
О	641	1231	2873	4517	О	805	1627	3442	4795

У	539	1148	2802	4477	У	480	1706	3597	4510
І	627	2968	3535	4759	І	482	2998	3748	4727
И	627	2149	3086	4939	И	666	2602	3403	4695

Спонтанне					Читане				
Звук	F1	F2	F3	F4	Звук	F1	F2	F3	F4
А	756	1760	3280	4507	А	822	1647	3042	4491
Е	647	1954	3402	4436	Е	544	2117	3315	4663
О	567	1683	3442	4630	О	648	1695	3466	4568
И	521	1995	3547	4604	И	513	2309	3292	4586
У	667	2007	3577	4692	У	513	1800	3747	4609
І	479	2315	3681	4693	І	362	2719	3530	4662

Середні значення формант голосних звуків Стаса

Звук	F1	F2	F3	F4	Звук	F1	F2	F3	F4
А	854	1487	2582	3880	А	861	1604	3220	4633
Е	783	1727	2398	3410	Е	625	2135	3337	4664
О	754	1444	2781	3949	О	582	1691	3539	4948
У	625	1293	2762	3606	У	357	2298	3534	4704
І	638	2812	3375	4425	І	391	2635	3476	4700
И	621	1335	2787	3782	И	457	2382	3375	4713

Спонтанне					Читане				
Звук	F1	F2	F3	F4	Звук	F1	F2	F3	F4
А	735	1595	3215	4572	А	733	1685	3287	4926
Е	624	1820	3363	4337	Е	556	2242	3430	4942
О	766	1903	3530	4344	О	674	2332	3934	4915
У	526	2146	3460	4400	У	468	2142	3279	4756

У	533	2000	3593	4498	У	535	2022	4090	4761
І	437	2428	3394	3630	І	440	2490	3376	4659

Середні значення формант голосних звуків Мілани

Звук	F1	F2	F3	F4	Звук	F1	F2	F3	F4
А	954	1485	2497	3922	А	746	1618	3329	4479
Е	867	1723	2972	4329	Е	642	2149	3357	4384
О	764	1311	2634	4310	О	641	1354	3693	4524
У	625	1037	2966	4214	У	429	1238	3728	4944
І	664	2012	3267	4399	І	383	3117	3553	4896
И	706	1493	2790	4082	И	467	2512	3501	4627

Спонтанне					Читане				
Звук	F1	F2	F3	F4	Звук	F1	F2	F3	F4
А	581	1702	3750	4769	А	676	1653	3420	4510
Е	684	2272	3584	4656	Е	569	2209	3721	4482
О	548	1634	3629	4773	О	509	1903	3795	4517
И	510	2125	3763	4579	И	460	2306	3570	4510
У	511	1805	3581	4503	У	488	1924	3662	4654
І	425	2465	3693	4753	І	418	2732	3487	4616

Середні значення формант голосних звуків Артема

Звук	F1	F2	F3	F4	Звук	F1	F2	F3	F4
А	843	1615	3072	3758	А	747	1519	3080	4601
Е	716	1757	3152	4142	Е	590	2004	3591	4381
О	700	1280	3089	4192	О	596	1350	3413	4693
У	572	1383	3016	4230	У	525	1379	3424	4858
І	630	2668	3557	4650	І	505	2731	3529	4563
И	547	1975	2842	4065	И	508	2245	3289	4664

Спонтанне					Читане				
Звук	F1	F2	F3	F4	Звук	F1	F2	F3	F4
А	709	1758	3497	4664	А	610	1582	3167	4694
Е	649	1888	3261	4534	Е	530	2044	3240	4675
О	588	1581	3536	4753	О	660	1714	3510	4889
И	498	2042	3506	4668	И	483	2189	3204	4683
У	499	1326	3406	4742	У	443	1705	3319	4685
І	526	2502	3397	4705	І	442	2520	3348	4602

Середні значення формант голосних звуків Іллі

Звук	F1	F2	F3	F4	Звук	F1	F2	F3	F4
А	868	1454	2488	4033	А	691	1755	9427	4693
Е	712	1669	2664	3670	Е	678	2212	3407	4704
О	686	1341	2459	3690	О	546	2040	3509	4811
У	594	1199	3164	4334	У	466	1882	3178	4572
І	649	3080	3548	4664	І	333	2847	3662	4835
И	623	1478	3038	3920	И	466	2480	3274	4680

Спонтанне					Читане				
Звук	F1	F2	F3	F4	Звук	F1	F2	F3	F4
А	562	1866	3613	4632	А	764	1716	3334	4575
Е	550	2308	3396	4487	Е	569	2417	3362	4728
О	596	2404	4238	4774	О	567	2186	3861	4236
И	464	2285	3500	4743	И	573	2330	3454	4692
У	447	2226	3393	4801	У	468	2802	4252	5055
І	385	2552	3669	4656	І	417	2708	3822	4646

Середні значення формант голосних звуків Анни

Звук	F1	F2	F3	F4	Звук	F1	F2	F3	F4
А	924	1630	3361	4788	А	844	1469	3286	4539
Е	846	2085	3583	5247	Е	683	2205	3336	4691
О	764	1421	3218	4905	О	657	1415	3415	4722
У	596	1277	3334	4519	У	553	2532	3352	4466
І	630	1852	3212	4455	І	438	2820	3568	4698
И	639	1991	3137	4688	И	461	2255	3385	4780

Спонтанне					Читане				
Звук	F1	F2	F3	F4	Звук	F1	F2	F3	F4
А	582	1707	3406	4741	А	654	1734	3316	4644
Е	557	1995	3301	4531	Е	592	2153	3488	4724
О	572	1607	3247	4525	О	506	1604	3456	4756
У	511	2118	3305	4753	У	604	2449	3505	4581
У	488	2063	3680	4850	У	483	2063	3490	4848
І	402	2547	3444	4872	І	398	2704	3615	4812

Середні значення формант голосних звуків Андрія

Звук	F1	F2	F3	F4	Звук	F1	F2	F3	F4
А	908	1576	3398	4311	А	562	1626	3051	4827
Е	688	2286	3387	4869	Е	602	1930	3293	4457
О	643	1356	3083	4076	О	565	1141	3206	4947
У	628	1328	3414	4452	У	460	1396	3288	4715
І	546	2566	3456	4710	І	336	2754	3406	4441
И	583	2067	3138	4406	И	442	2377	3450	4602

Спонтанне					Читане				
Звук	F1	F2	F3	F4	Звук	F1	F2	F3	F4
А	729	1538	3285	4684	А	731	1450	3142	4762
Е	640	1887	3197	4570	Е	553	2030	3161	4666
О	665	1688	3550	4689	О	486	1269	3340	4590
И	528	1887	3339	4650	И	451	1956	3194	4623
У	546	1779	3488	4499	У	570	1375	3228	4596
І	441	2611	3356	4833	І	419	2652	3628	4740

Середні значення формант голосних звуків Матвія

Звук	F1	F2	F3	F4	Звук	F1	F2	F3	F4
А	820	1516	2923	4044	А	662	1613	3136	4698
Е	741	1743	2552	3645	Е	599	2045	3657	4772
О	669	1321	3272	4193	О	608	2176	3641	4831
У	538	1184	3150	4221	У	539	1294	3473	4736
І	563	2601	3479	4213	І	366	2720	3602	4561
И	565	1567	2846	4048	И	402	2451	3235	4517

Спонтанне					Читане				
Звук	F1	F2	F3	F4	Звук	F1	F2	F3	F4
А	609	1590	3148	4569	А	732	1717	3301	4549
Е	582	2157	3402	4636	Е	555	1908	3447	4438
О	544	1365	3154	4821	О	582	1363	3471	4695
И	476	2048	3180	4385	И	537	2150	3665	4783
У	488	1855	3582	4798	У	466	2020	3606	4686
І	377	2543	3555	4577	І	393	2294	3477	4533

Середні значення формант голосних звуків Єви

Звук	F1	F2	F3	F4	Звук	F1	F2	F3	F4
А	825	1434	2682	3975	А	695	1811	3608	4625
Е	824	1701	2950	4579	Е	629	2198	3511	4569
О	690	1318	2503	4245	О	646	1811	3259	4435
У	625	1186	2602	4422	У	634	2031	3572	4501
І	688	2710	3516	4897	І	361	2786	3497	4778
И	674	1384	2870	4186	И	443	2410	3251	4792

Спонтанне					Читане				
Звук	F1	F2	F3	F4	Звук	F1	F2	F3	F4
А	812	1688	3144	4542	А	844	1618	2937	4150
Е	735	2066	3274	4638	Е	600	2195	3212	4485
О	664	1490	3665	4792	О	631	1444	3018	4176
И	700	2117	3439	4717	И	516	2007	2860	4411
У	646	2234	3905	4774	У	581	1808	3406	4448
І	422	2770	3453	4685	І	628	2648	3548	4893

Додаток 3. Звукозаписи, відібрані для перцептивного експерименту

Звукозаписи першого етапу дослідження (номер відповідає номеру учасника) доступні за посиланням:

https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1X04X6_b9gCgCzLmeEPzZ5q0JHkaXy54F

Звукозаписи другого експерименту (номер відповідає номеру учасника) доступні за посиланням:

<https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1FBzJ8e2v-sveAaQucPx9jHmFoJsZh83q>

Звукозаписи третього експерименту (номер відповідає номеру учасника) доступні за посиланням:

<https://drive.google.com/drive/folders/1KQHI4FeKJ7N9kWA-CmCXzLNRUCpbvu6d?usp=sharing>

Додаток 4. Скрипт Praat для автоматичного визначення параметрів частоти основного тону

```
minPitch = 100
maxPitch = 500
fileName$ = chooseReadFile$("Choose a sound file")
Read from file: fileName$
soundObject = selected("Sound")
selectObject: soundObject
pitch = To Pitch: 0.0, minPitch, maxPitch
minPitchValue = Get minimum: 0.0, 0.0, "Hertz", "Parabolic"
maxPitchValue = Get maximum: 0.0, 0.0, "Hertz", "Parabolic"
meanPitchValue = Get mean: 0.0, 0.0, "Hertz"
pitchRange = maxPitchValue - minPitchValue
result$ = ""
result$ = result$ + "Мінімальна Pitch: " + string$(minPitchValue) + " Hz" +
newline$
result$ = result$ + "Максимальна Pitch: " + string$(maxPitchValue) + " Hz" +
newline$
result$ = result$ + "Середня Pitch: " + string$(meanPitchValue) + " Hz" + newline$
result$ = result$ + "Діапазон Pitch: " + string$(pitchRange) + " Hz" + newline$
writeInfo: result$
```

Додаток 5. Скрипт Praat для автоматичного визначення формант
голосних звуків

```
thisSound$ = selected$("Sound")
thisTextGrid$ = selected$("TextGrid")
select TextGrid 'thisTextGrid$'
numberOfPhonemes = Get number of intervals: 1
appendInfoLine: "There are ", numberOfPhonemes, " intervals."
select Sound 'thisSound$'
To Formant (burg)... 0.1 4 5500 0.025 30
for thisInterval from 1 to numberOfPhonemes
    select TextGrid 'thisTextGrid$'
    thisPhoneme$ = Get label of interval: 1, thisInterval
    appendInfoLine: "Звук: ", thisPhoneme$, newline$
    thisPhonemeStartTime = Get start point: 1, thisInterval
    thisPhonemeEndTime = Get end point: 1, thisInterval
    duration = thisPhonemeEndTime - thisPhonemeStartTime
    midpoint = thisPhonemeStartTime + duration/2
    select Formant 'thisSound$'
    f1 = Get value at time... 1 midpoint Hertz Linear
    f2 = Get value at time... 2 midpoint Hertz Linear
    f3 = Get value at time... 3 midpoint Hertz Linear
    f4 = Get value at time... 4 midpoint Hertz Linear
    result$ = "Значення формант у точці (" + string$(midpoint) + "s):" + newline$
    result$ += " F1: " + string$(f1) + " Hz" + newline$
    result$ += " F2: " + string$(f2) + " Hz" + newline$
    result$ += " F3: " + string$(f3) + " Hz" + newline$
    result$ += " F4: " + string$(f4) + " Hz" + newline$
    appendInfoLine: result$, newline$, newline$
endfor
```

Додаток 6. Програмний код для створення частотних словників кожної дитини

```
!pip install pandas
```

```
!pip install textgrid pymorphy3 pandas
```

```
!pip install pymorphy3-dicts-uk
```

```
import pandas as pd
```

```
from textgrid import TextGrid
```

```
import pymorphy3
```

```
import re
```

```
morph = pymorphy3.MorphAnalyzer(lang='uk')
```

```
def process_textgrid(file_path):
```

```
    tg = TextGrid.fromFile(file_path)
```

```
    all_text = ""
```

```
    for tier in tg.tiers:
```

```
        if tier.name.lower() == "текст":
```

```
            for interval in tier.intervals:
```

```
                text = interval.mark.strip()
```

```
                if text:
```

```
                    all_text += " " + text
```

```
cleaned_text = re.sub(r"[^\w\s]", "", all_text, flags=re.UNICODE).lower()
```

```
words = cleaned_text.split()
```

```
word_data = {}
```

```
for word in words:
```

```
    parse = morph.parse(word)
```

```

if parse:
    lemma = parse[0].normal_form
    pos_tag = parse[0].tag.POS
else:
    lemma = ""
    pos_tag = ""
key = (word, lemma, pos_tag)
word_data[key] = word_data.get(key, 0) + 1

```

```

data = []
for (word, lemma, pos_tag), count in word_data.items():
    data.append({
        "Слово": word,
        "Лема": lemma,
        "Частина мови": pos_tag,
        "Частота": count,
    })

```

```

df = pd.DataFrame(data)
df = df.sort_values(by="Частота", ascending=False)
return df

```

```

df_matviy = process_textgrid("/content/{Ім'я диктора}.TextGrid")
df_matviy.to_csv("{Ім'я диктора}.csv", index=False)

```

Додаток 7. Частотні словники

У цьому додатку представлено посилання на Google-таблиці для кожної статі. В кожній таблиці п'ять аркушів з назвою, що містить ім'я диктора.

Частотні словники дівчат доступні у таблиці за посиланням:

<https://docs.google.com/spreadsheets/d/1uO0tCZP2LuM8L2-ONWicBZbFqJsIDlt9F04BjTM1h08/edit?gid=161640630#gid=161640630>.

Частотні словники хлопців доступні у таблиці за посиланням:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1IK18QXihnTXB31fn3dlYnAdWnNfBoojVydlsEh_ECzM/edit?gid=953067041#gid=953067041

Додаток 8. Програмні коди для створення спільних частотних словників

Код для створення спільного частотного словника, словника без стоп-слів та словника лише для стоп-слів, що застосовується для кожної статті окремо:

```
import pandas as pd
import pymorphy3
import requests

morph = pymorphy3.MorphAnalyzer(lang='uk')

stopwords_url = "https://raw.githubusercontent.com/skupriienko/Ukrainian-Stopwords/master/stopwords_ua.txt"
stopwords = set(requests.get(stopwords_url).text.splitlines())

xlsx_file = "Частотні словники дівчата.xlsx"
all_sheets = pd.read_excel(xlsx_file, sheet_name=None)

all_data = []
all_main = []
all_stop = []

for sheet_name, df in all_sheets.items():
    df_sorted = df.sort_values(by="Частота",
ascending=False).reset_index(drop=True)
    df_stop = df_sorted[df_sorted["Лема"].isin(stopwords)].reset_index(drop=True)
    df_main = df_sorted[~df_sorted["Лема"].isin(stopwords)].reset_index(drop=True)

    base = sheet_name.strip().replace(" ", "_")
    df_sorted.to_csv(f'{base}_частотний.csv', index=False)
    df_main.to_csv(f'{base}_без_стоп.csv', index=False)
    df_stop.to_csv(f'{base}_стоп.csv', index=False)
```

```

all_data.append(df_sorted)
all_main.append(df_main)
all_stop.append(df_stop)

def build_summary(df, output_file):
    grouped = df.groupby("Лема").agg({
        "Словоформа": lambda x: ", ".join(sorted(set(x))),
        "Частина мови": lambda x: ", ".join(sorted(set(x))),
        "Частота": "sum"
    }).reset_index()

    grouped = grouped.sort_values(by="Частота",
ascending=False).reset_index(drop=True)

    grouped.to_csv(output_file, index=False)

df_all = pd.concat(all_data)
df_main = pd.concat(all_main)
df_stop = pd.concat(all_stop)

build_summary(df_all, "частотний_загальний.csv")
build_summary(df_main, "частотний_без_стоп.csv")
build_summary(df_stop, "частотний_стоп.csv")

```

Код для виокремлення частотних словників спільних та специфічних слів для кожної статі:

```
import pandas as pd
```

```

df_boys = pd.read_csv("частотний_хлопці.csv")
df_girls = pd.read_csv("частотний_дівчата.csv")

```

```

lemmas_boys = set(df_boys["Лема"])
lemmas_girls = set(df_girls["Лема"])

common_lemmas = lemmas_boys & lemmas_girls
unique_boys = lemmas_boys - lemmas_girls
unique_girls = lemmas_girls - lemmas_boys

df_common = pd.concat([
    df_boys[df_boys["Лема"].isin(common_lemmas)],
    df_girls[df_girls["Лема"].isin(common_lemmas)]
]).groupby("Лема").agg({
    "Словоформи": lambda x: ", ".join(sorted(set(x))),
    "Частина мови": lambda x: ", ".join(sorted(set(x))),
    "Частота": "sum"
}).reset_index().sort_values(by="frequency", ascending=False)

df_unique_boys =
df_boys[df_boys["Лема"].isin(unique_boys)].sort_values(by="Частота",
ascending=False)
df_unique_girls =
df_girls[df_girls["Лема"].isin(unique_girls)].sort_values(by="Частота",
ascending=False)

df_common.to_csv("спільні_леми.csv", index=False)
df_unique_boys.to_csv("специфічні_леми_хлопці.csv", index=False)
df_unique_girls.to_csv("специфічні_леми_дівчата.csv", index=False)

```

Додаток 9. Спільні частотні словники

У цьому додатку представлено посилання на Google-таблиці для кожної статі. В кожній таблиці п'ять аркушів з назвами "Частотні словники", "Стоп-слова" та "Без стоп-слів", "Спільні слова" та "Специфічні слова" . На кожному аркуші додано по два частотні словники для кожної статі відповідно.

Посилання на таблицю доступне за посиланням:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1ZX_eIMvRFxUv_Trz8j7xT7LlGK6s_MgpWPQtTncAtyY/edit?gid=472115096#gid=472115096

Додаток 10. Програмний код для автоматичного зведення визначених формант у таблиці

```
!pip install pandas
import pandas as pd
from collections import defaultdict
import re

file_path = "Мілана.txt"

target_vowels = ('a', 'o', 'y', 'i', 'и', 'e')
with open(file_path, 'r', encoding='utf-8') as f:
    text = f.read()

blocks = re.split(r"\b3вук:\s*", text)[1:]

vowel_tables = defaultdict(list)

for block in blocks:
    lines = block.strip().splitlines()
    if not lines:
        continue

    label = lines[0].strip().lower()
    if label in target_vowels:
        formants = []
        for line in lines:
            match = re.search(r'F\d:\s*(--undefined--|[\d.]+)', line)
            if match:
                value = match.group(1)
```

```

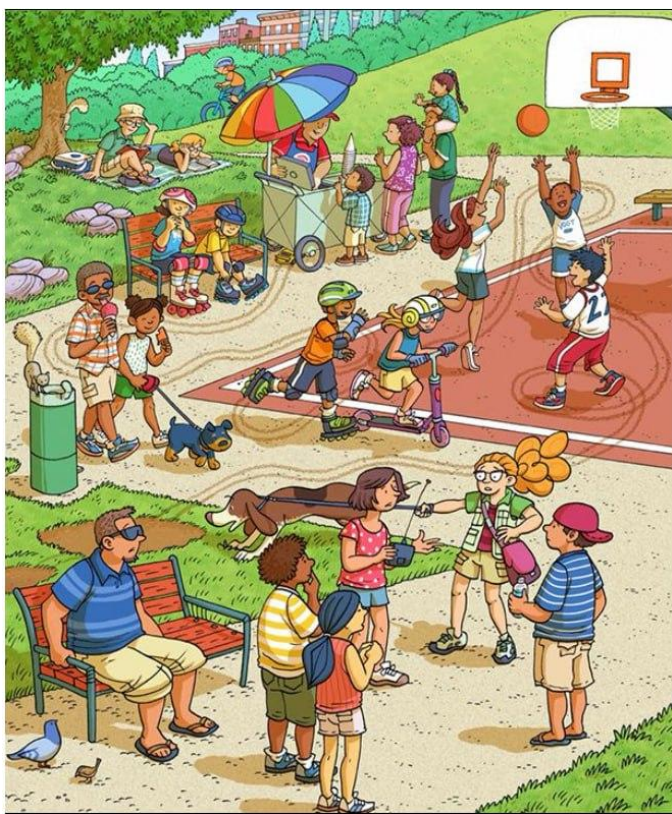
        if value == '--undefined--':
            formants.append('ND')
        else:
            formants.append(int(round(float(value))))
    if len(formants) == 4:
        vowel_tables[label].append(formants)

vowel_dfs = {
    vowel: pd.DataFrame(rows, columns=['F1', 'F2', 'F3', 'F4'])
    for vowel, rows in vowel_tables.items()
}

for vowel, df in vowel_dfs.items():
    print(f'\n=== Голосна: {vowel.upper()} ===')
    display(df)

```

Додаток 11. Картинки надані дітям для опису у другому етапі дослідження



Додаток 12. Текст для запису читаного мовлення дітей

"Йдучи вранці до школи, Чарлі бачив у вітринах крамничок цілі стоси величезних шоколадних плиток. Він зупинявся й дивився на них, притискаючись носом до скла і стікаючи слиною. Щодня він бачив, як інші дітлахи виймали з кишень шоколадні цукерки й пожадливо їх поглинали, і це, звичайно, була для нього велика мука.

Чарлі Бакет міг відчутти смак шоколаду єдиний раз на рік, на свій день народження. Уся родина заощаджувала для цього гроші і, коли наставав знаменний день, Чарлі з самісінького чудесного ранку дарували невеличку шоколадну плиточку. І щоразу він акуратно ховав цю плиточку в спеціальну дерев'яну коробочку і зберігав її, ніби вона була зі щирого золота. Кілька наступних днів не смів до неї навіть торкатися — тільки дивився. Коли ж урешті не витримував, то віддирав з куточка манюсінький шматочок паперової обгортки, щоб визирнув манюсінький шматочок шоколаду, а тоді відкушував звідти манюсіньку крихточку — аби тільки відчутти цей чудесний солодкий смак, що поволі розтікався по язичці. На другий день відкушував ще одну крихточку, а тоді ще і ще. Отак Чарлі примудрявся розтягти десятицен-тову плиточку шоколаду більш як на місяць.

Але я ще не сказав вам про одне лихо, що мучило малого шоколадолоба Чарлі понад усе. Воно докучало йому набагато більше, ніж якесь там споглядання шоколадних плиток у вітринах крамниць чи поїдання іншими дітьми шоколадних цукерок просто перед його носом.

Гіршої муки годі було уявити:

У цьому місті, майже біля самої хатинки, де мешкав Чарлі, стояла **ВЕЛИЧЕЗНА ШОКОЛАДНА ФАБРИКА!**

Ви собі уявіть!

І то була не якась там звичайна шоколадна фабрика. То була найбільша й найвідоміша в цілому світі фабрика! Називалася вона "ВОНКА", а власником її був містер Віллі Вонка, найкращий за всі часи виробник і винахідник шоколадних цукерок. І що то була за чудесна, неймовірна будівля! Оточена

височенним муром з величезною залізною брамою, вона вся диміла й химерно гула. А повітря навколо муру аж на кілометр просякло густими й розкішними пахощами рідкого шоколаду!

Двічі на день, ідучи до школи й повертаючись додому, малий Чарлі Бакет мусив проминати фабричну браму. І щоразу він дуже-дуже сповільнював крок, задирав носа й на повні груди вдихав цей неповторний шоколадний запах, що огортав його звідусіль.

Ох, як же йому подобався цей запах!

І як же він прагнув потрапити на фабрику й побачити, що ж там усередині."

"Чарлі і шоколадна фабрика", Роальд Дал