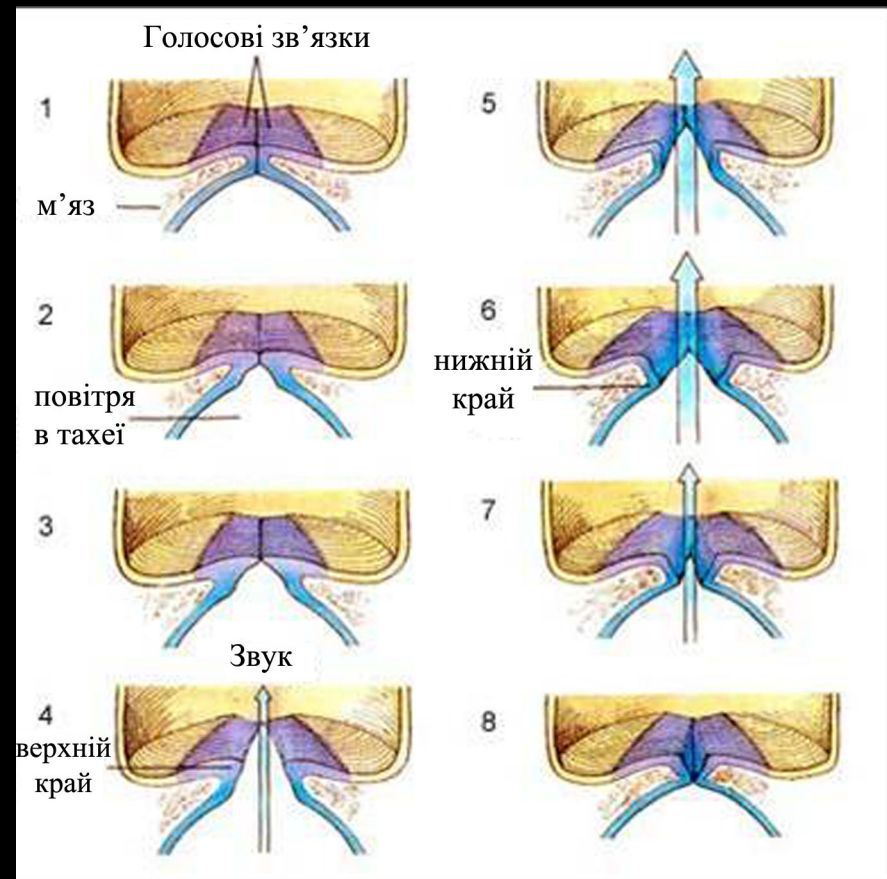
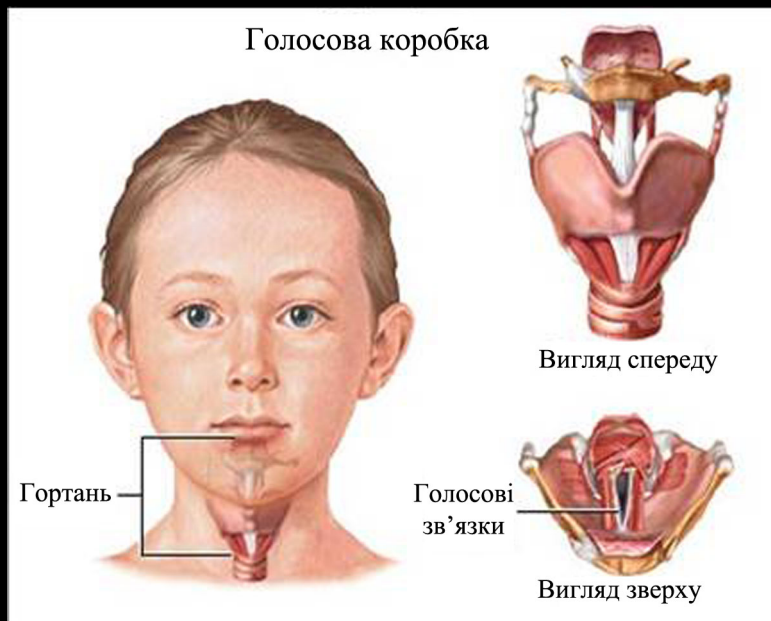


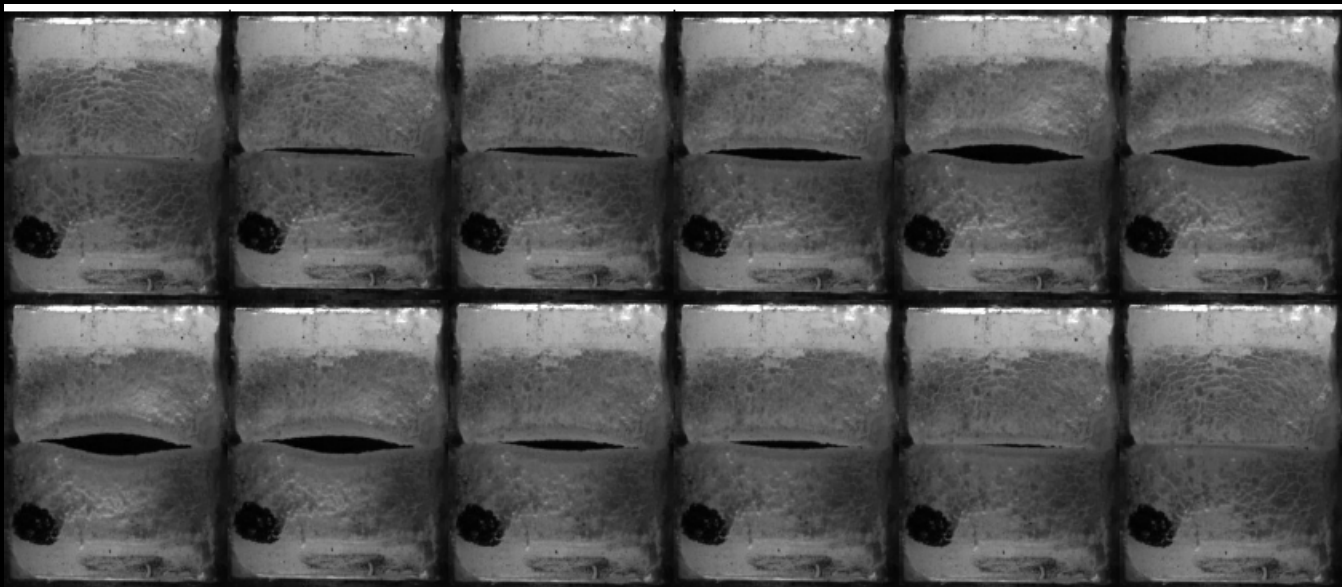
Виявлення патології голосових зв'язок на основі акустичної оцінки записів мовного сигналу

Джичка Н.І. асп.,
ТНТУ ім. І. Пулюя
Семчишин О.В., асп., м.н.с.,
ТНТУ ім. І. Пулюя

Розміщення голосової коробки та рух голосових зв'язок в ній



Нормальні голосові зв'язки



Групи професійних захворювань голосу

Групи професійних
захворювань голосу

I група

Фонастенія – порушення голосу без очевидних змін в гортані, проявляється тільки суб'єктивними відчуттями пацієнта.

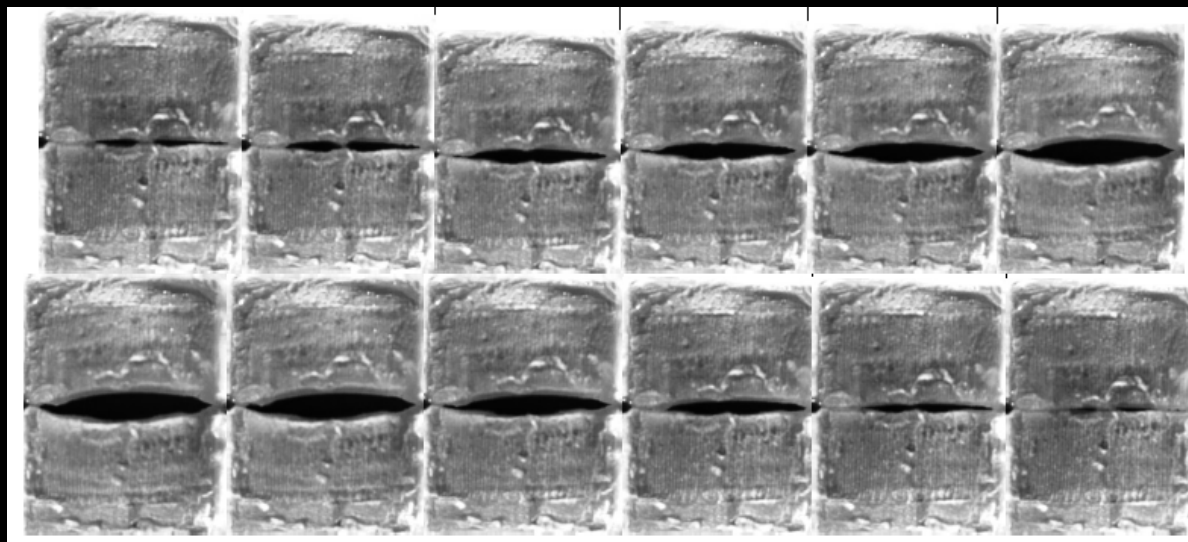
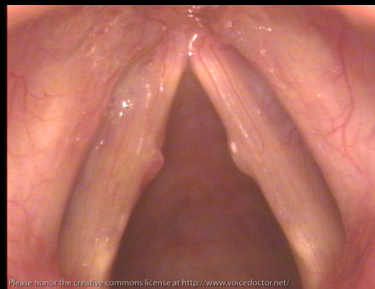
II група

Слабо виражене порушення голосу: «катар втоми» – стійке почервоніння країв голосових зв'язок, розширення кровоносних судин на їх поверхні.

III група

Захворювання, при яких виявляються значні зміни голосових зв'язок, «вузлики співаків», фіброми голосових зв'язок.

Вузлики “співаків” на голосових зв’язках



Послідовність діагностики гортані та її внутрішніх органів

1. Фізична оцінка голосу

Обстеження шиї і голови

Неврологічне обстеження

Дослідження дихання

2. Неінвазивна оцінка голосу

Опитування пацієнта

Оцінка відчуттів при фонації

Акустична оцінка записів

Аеродинамічна оцінка

3. Інвазивні тести

Електроміографія гортані

Відеостробоскопія

Ларингоскопія

Біопсія

4. Фотографування

Високошвидкісне цифрове фотографування

Радіологічне фотографування

ПРОГРАМНІ ПРОДУКТИ ДЛЯ ДІАГНОСТУВАННЯ ГОЛОСУ

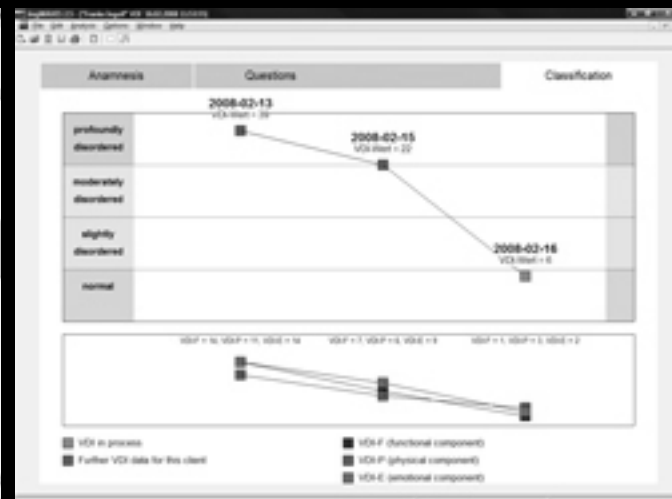
- **lingWAVES Voice Clinic Suite Pro**
(WEVOSYS, Germany, 2007)
- **Multidimensional Voice Program (MDVP)**
(KayPENTAX, MEEI, USA, 1994 – 2007)

Базова версія lingWAVES

Записуючий
пристрій

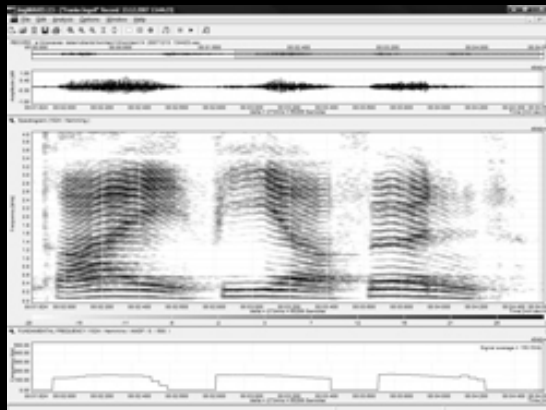
База даних
клієнтів

Індекс
порушення
голосу (VDI)

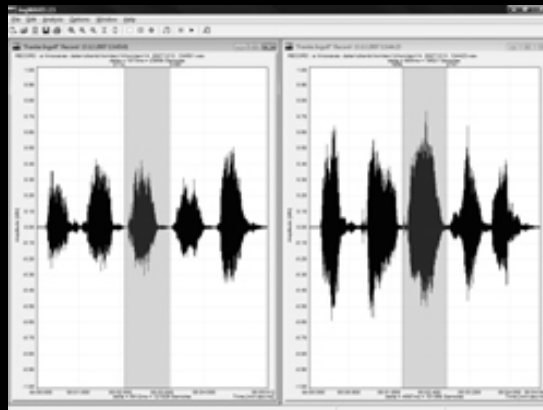


Модуль стандартного аналізу голосу

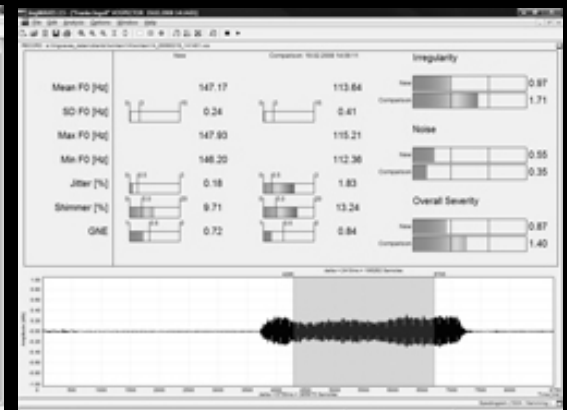
Спектрограма



Вимірювання
енергії сигналу



Вимірювання
частоти
основного тону

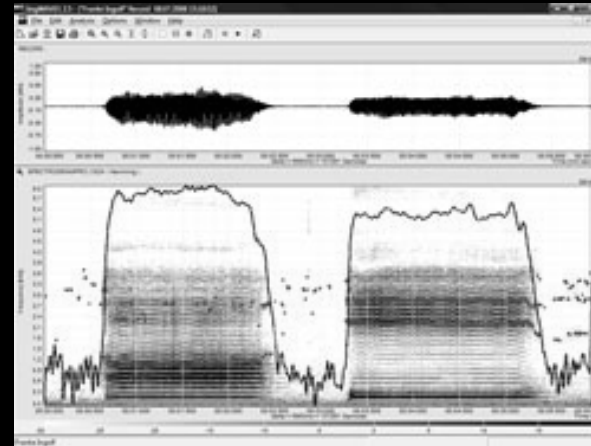
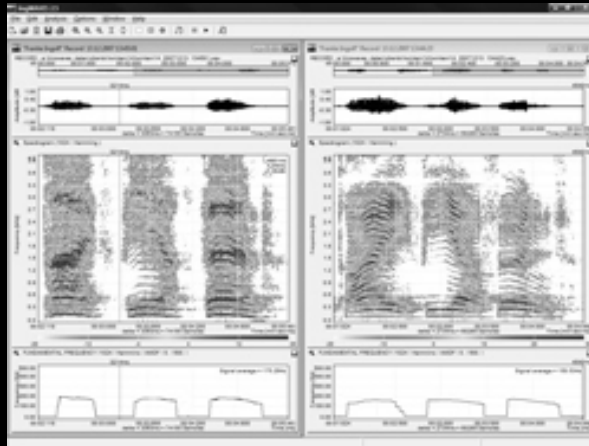


Модуль розширеного аналізу голосу

Спектрографія
з виділенням
формантних
частот, енергії
основного тону

Тремтіння,
мигтіння

Середня величина
різницевої функції
(AMDF)
кепстр та
автокореляція



Модуль lingWAVES Vospector

Мінімум, максимум,
середнє та
середньоквадратичне
відхилення
частоти основного
тону

Тремтіння (варіація
тривалості періоду
основного тону),
Мигтіння (варіація
амплітуди періоду
основного тону)

Співвідношення
глоткового
збурення
до шуму (GNE)

Multidimensional Voice Program (MDVP) (KayPENTAX, MEEI, USA, 1994 – 2007)

- Медична компанія KayPENTAX в навчальних цілях записала базу даних голосів з різними голосовими порушеннями (Disordered Voice Database), яка включає зразки фонації 1500 пацієнтів. Разом з базою даних була створена програма для обробки зразків голосів Multidimensional Voice Program (MDVP).

Disordered Voice Database

Version 1.03, October 1994

Massachusetts Eye and Ear Infirmary, Voice and Speech Lab, Boston, MA

© 1994 Kay Elemetrics Corp. All Rights Reserved

Kay provides this information in Excel format because Excel includes numerous sorting, calculating and selecting tools to help users analyze the contents of the database.

Make your selection to access the clinical information and results:

Full Database Spreadsheet

The Full Database Spreadsheet includes clinical information and MDVP results for each subject included in the CD-ROM.

Patient' Information Spreadsheet

The Patient's Information Spreadsheet includes clinical information for each subject included in the CD-ROM.

Pathological Voice Spreadsheet

The Pathological Voice Spreadsheet includes subject information and MDVP results for each recorded pathological vocalization.

Normal Voice Spreadsheet

The Normal Voice Spreadsheet includes subject information and MDVP results for each recorded normal vocalization.

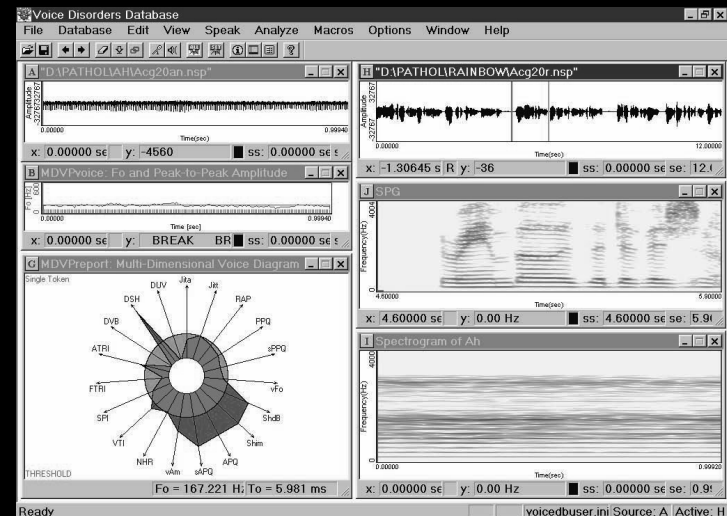
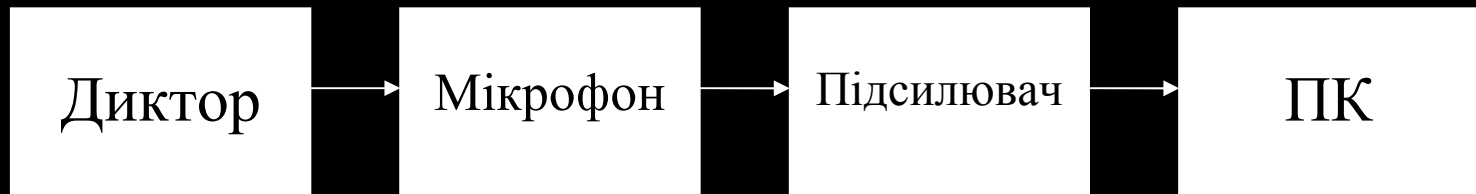


Схема відбору голосних звуків



- Використано мікрофон конденсаторний МКЭ-2 (діапазон частот 50 Гц – 16 кГц; нерівномірність АЧХ 12 дБ; вихідний опір 20 Ом; чутливість 1.5 мВ/Па; рівень власних шумів 24 дБ).
- Умови проведення запису: мікрофон розміщений на відстані 10 – 15 см від рота, тривалість фонації 4 с.
- Програмне забезпечення для запису Microsoft Sound Recorder, частота дискретизації 32 кГц, моно, 16 біт.

База даних голосних звуків

- База даних сформована з голосних звуків /a/, /o/, /e/, /i/ (тривалість фонації 3 – 10 с) чоловічих і жіночих голосів.
- Вік дикторів від 20 до 30 років. Жоден з дикторів не є професійним, тому в різний час спостерігалася різна частота основного тону.
- Диктори відтворювали кожен звук спочатку на звичних для них частотах, а потім на високих частотах (фальцет). Для чоловічих голосів частота основного тону збільшувалася на 1 октаву, для жіночих голосів – на 0,5 октави.
- В різний час були записані голосні звуки 3 дикторів з підозрою на запальні процеси в гортані. Після лікування (диктор не має скарг на голос) ще раз були проведені записи.
- 1 диктор має викладацький стаж 7 років, кількість обертонів в його голосі значно більша ніж в інших дикторів.
- 1 диктор з хриплистю в голосі, яку при фонації можна почути на слух.
- В базі даних немає записів диктора з вираженими порушеннями голосу.

Аналіз записів голосних звуків

ВИЗНАЧЕННЯ ЧАСТОТНОГО ДІАПАЗОНУ ДЛЯ АНАЛІЗУ ЗАПИСІВ

- Жан Дж. Свек (Jan G. Svec, Чехія, 1996), Гарм К. Шат (Harm K. Shuttle, Нідерланди, 1996), Дональд Дж. Міллер (Donald G. Miller, Нідерланди, 1996) у своїй спільній праці “Майже гармонічні вібрації нормальних голосових зв’язок” вказують на можливість присутності гармонічних вібрацій частотою $F_0/2$ (звучання на октаву нижче за справжній основний тон) в нормальній гортані. Пояснення таке: домінантні частоти коливань голосових зв’язок (відношення частоти коливання одної зв’язки до іншої 1:1) заміщуються нижчими частотами (відношення частоти коливання одної зв’язки до іншої 3:2).
- В зв’язку з цим діапазон для пошуку частоти основного тону від 80 Гц (нижня межа основного тону для басів) до 600 Гц (верхня межа основного тону для тенорів).
- Після знаходження домінуючої частоти основного тону, подальший аналіз проводиться в діапазоні $(F_0 \pm F_0/2)$.
- Частоти коливань голосових зв’язок не повинні виходити за межі прийнятого діапазону як для нормальних, так і для патологічних голосів.

Тремтіння - об'єктивна оцінка хриплості голосу

- Джонс Т. (Jones TM), Треболд М. (Trabold M), Плент Ф. (Plante F), Чісем Б. (Cheetham BM), Іріс Дж. (Earis JE) (Ліверпуль, Великобританія, 2001) проводили об'єктивну оцінку (вимірювання) хриплості за допомогою методу зворотної фільтрації.
- 25 пацієнтів з різними випадками хриплості, 5 осіб з штучно створеною хриплистю (введення гістаміну) та 12 осіб з нормальним голосом прийняли участь в експерименті.
- Середня кількість тремтіння в групі пацієнтів склала 9.8%.
- Середня кількість тремтіння в групі з штучно створеною хриплистю склала 2.64%.
- До введення гістаміну та після відновлення голосу середня кількість тремтіння складала відповідно 1.03 % і 1.18 %.
- Середня кількість тремтіння в групі з нормальним голосом склала 1.04 %.
- Ці дані вказують що тремтіння є об'єктивним параметром і при повторних вимірюваннях виявляються навіть найменші зміни.

Аналіз тремтіння голосу

- Системи аналізу голосу lingWAVES Voice Clinic Suite Pro та Multidimensional Voice Program (MDVP) використовують два підходи до визначення тремтіння голосу:

1. Тремтіння – це звичайна варіація тривалості періоду основного тону, яка вимірюється відніманням кожного періоду з послідовності періодів основного тону від сусіднього періоду або комбінації сусідніх періодів.

$$Jitta = \frac{1}{N-1} \sum_{k=1}^{N-1} |P_0(n+1) - P_0(n)|,$$

- тут $P_0(n)$ – послідовність тривалості періодів основного тону (мкс).

2. Тремтіння – відношення середньої абсолютної різниці між сусідніми періодами (з послідовності періодів) до середнього періоду (%).

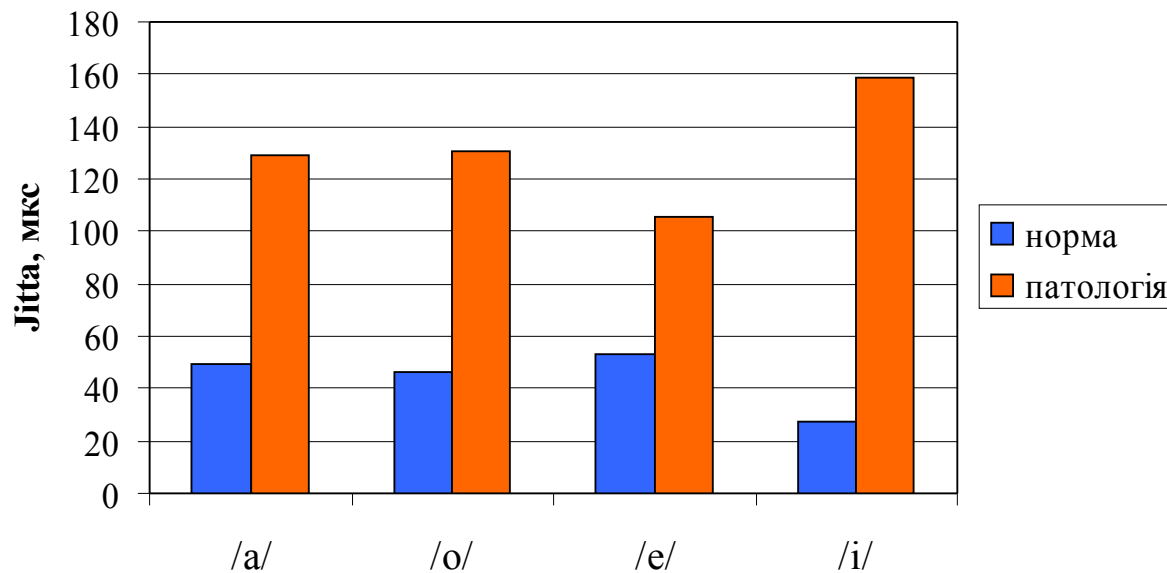
$$Jitt = 100 \frac{(1/(N-1)) \sum_{k=1}^{N-1} |P_0(n+1) - P_0(n)|}{(1/N) \sum_{k=1}^N P_0(n)}.$$

Алгоритм проведення експерименту

- Аналіз голосних звуків /a/, /o/, /e/, /i/ проводився в середовищі Matlab.
- На початковій стадії аналізу після переходу в спектральну область частота основного тону шукалася вручну.
- Після чого формувався діапазон частот коливань голосових зв'язок ($F_0 \pm F_0/2$). Все, що не належить до даного діапазону, відкидалось.
- Після таких обмежень сигнал змінював свою форму, а в його звучанні не прослуховувався голосний звук, оскільки самі лише коливання голосових зв'язок не несуть в собі інформацію про вимовлений звук.
- В отриманому сигналі за допомогою обчислення першої похідної знаходилися піки та ями. Відстань між двома сусідніми піками є тривалістю періоду основного тону.
- Тривалості всіх періодів записувалися в масив $P_0(n)$, де n – кількість періодів у сигналі.
- За допомогою вище наведених формул обчислювалися значення $J_{it}ta$ та $J_{it}t$.
- Отримані значення порівнювалися з середньою величиною тремтіння для різних груп (експеримент Джонса Г., Треболда М., Плента Ф., Чісема Б., Іріса Дж., Ліверпуль, Великобританія, 2001).

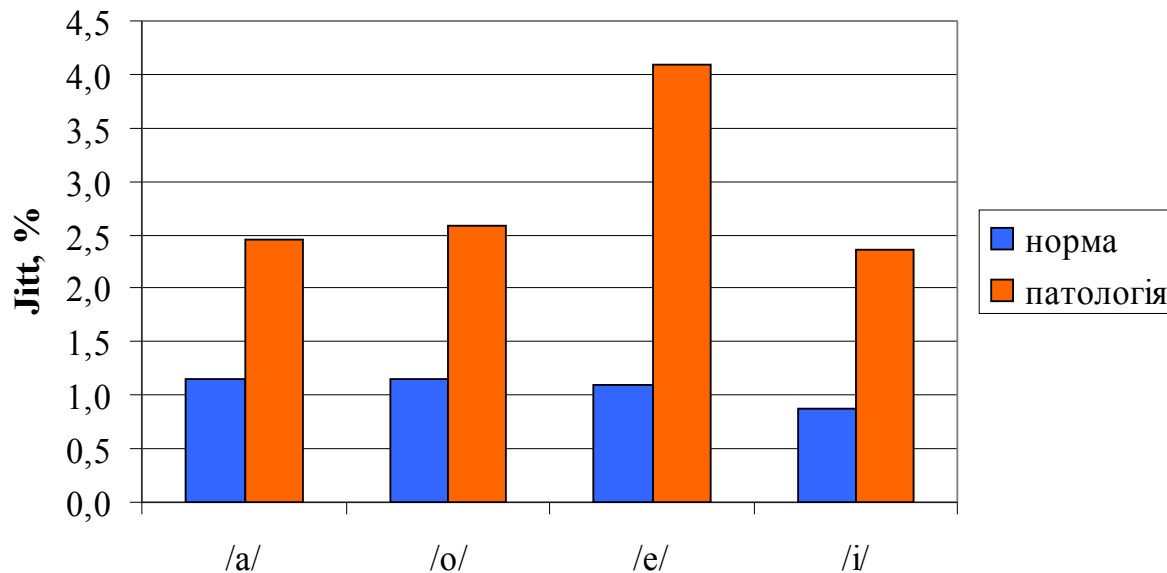
Результати експерименту

Порівняння середніх значень величини Jitta для різних голосних звуків



Результати експерименту

Порівняння середніх значень величини Jitt для різних голосних звуків



Висновки

- Помічена відмінність між величиною тремтіння при вимові звуків /a/ та /i/: для одного і того ж диктора величина Jitt для звуку /a/ більша ніж для звуку /i/. Це може пояснюватися тим, що звук /a/ має втричі більше обертонів ніж звук /i/. Частота основного тону звуку /i/ завжди нижча ніж звуку /a/.
- Для нормальних голосових зв'язок величина тремтіння Jitt склала 0,8 – 1,6 %; Jitta 17 – 145 мкс.
- Для голосових зв'язок з підозрою на запальний процес величина тремтіння Jitt склала 1,9 – 5 %; Jitta 46 – 249 мкс.
- Отримані в цьому експерименті значення Jitt відрізняються від тих, що отримали Джонс Т., Треболд М., Плент Ф., Чісем Б., Іріс Дж. в лікарні Ліверпуля (Великобританія), оскільки відрізняються підходи до пошуку періоду основного тону, методики відбору мовних сигналів та апаратне забезпечення.

Висновки

- Для голосних звуків диктора зі скаргами на голос величина J_{it} при нормальній фонації була вищою ніж для фальцету. Така відмінність може пояснюватися тим, що під час запальних процесів в гортані в крові збільшується кількість гістаміну, що призводить до напухання органів гортані (в тому числі і голосових зв'язок), розмір голосової щілини зменшується, а розмір голосових зв'язок збільшується. Відомо що частота коливань голосових зв'язок залежить від їх розміру та форми. Тому для приведення збільшених голосових зв'язок у вібрацію потрібний більший тиск потоку повітря з легень, через зменшення розміру голосової щілини збільшується частота основного тону. Комбінація цих факторів призводить до того, що деякий час після пошкодження голосових зв'язок голос людини підвищується.

Дякую за увагу!



Бережіть свій голос!

magnanimous@ukr.net