

БИОМЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 616-009.5; 004.934

М. М. МЕЖЕННАЯ<sup>1</sup>, Ю. Н. РУШКЕВИЧ<sup>2</sup>, Т. П. КУЛЬ<sup>1</sup>, А. Н. ОСИПОВ<sup>1</sup>,  
С. А. ЛИХАЧЕВ<sup>2</sup>, А. А. БОРИСКЕВИЧ<sup>1</sup>, С. Г. ПАШКЕВИЧ<sup>3</sup>

**МЕТОД ДИАГНОСТИКИ И КОНТРОЛЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЧЕНИЯ  
БУЛЬБАРНЫХ НАРУШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ  
РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ**

<sup>1</sup>Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники, Минск,  
Беларусь

<sup>2</sup>РНПЦ неврологии и нейрохирургии МЗ РБ, Минск, Беларусь

<sup>3</sup>Институт физиологии НАН Беларуси, Минск, Беларусь

Предложен метод качественной и количественной оценки признаков бульбарных нарушений на основе цифровой обработки речевых сигналов. Для реализации данного метода разработано программное обеспечение с графическим интерфейсом, которое позволяет повысить эффективность постановки диагноза.

*Ключевые слова:* речевой сигнал, частотно-временной анализ, частота основного тона, бульбарный синдром, бульбарные нарушения.

**Введение.** Бульбарные нарушения представляют собой симптомокомплекс, который включает изменение звучности голоса (дисфонию), затруднения при глотании - дисфагию и замедленность речи, нарушение артикуляции – дизартрию, т. е. симптомы, связанные с нарушением функционирования мускулатуры языка, глотки, гортани и мягкого неба. Причинами бульбарных нарушений является непосредственное поражение ядер языкоглоточного, блуждающего и подъязычного черепных нервов, расположенных в каудальных отделах ствола головного мозга (бульбарный синдром), а также поражение вышеописанных мышц, нервно-мышечного аппарата, патологические процессы в области ствола мозга и задней черепной ямки. Одной из частых причин развития бульбарных нарушений является боковой амиотрофический склероз (БАС). БАС – нейродегенеративное, быстро прогрессирующее заболевание, характеризующееся развитием амиотрофий, мышечной слабостью скелетной и/или бульбарной мускулатуры. Распространенность БАС составляет от 0,8 до 7,3 на 100 000 случаев в год. В клинической картине ведущими симптомами являются нарастающие асимметричные парезы и мышечные атрофии. По мере прогрессирования заболевания у пациентов нарастают изменения звучности голоса, затруднение речи и глотания [1–3].

К ранним проявлениям бульбарного синдрома относится дисфония: голос больных становится слабым, глухим, истощающимся вплоть до полной афонии. Возникает гнусавость. Звуки при этом произносятся невнятно, «смазано». Гласные звуки становятся трудноотличимыми друг от друга, согласные звуки, разные по способу образования (твердые, мягкие, смычные, щелевые) и месту артикуляции (губные, переднеязычные, заднеязычные), произносятся однотипно с неопределенным местом артикуляции. Речь оказывается резко замедленной и утомляет пациентов. Развивающаяся дисфагия из-за невозможности сглатывать слюну приводит к слюнотечению. При бульбарном параличе наступает атрофия мышц языка, и выпадают глоточный и небный рефлексы. У тяжелобольных с бульбарным синдромом, как правило, развиваются расстройства ритма дыхания и сердечной деятельности, что нередко приводит к смерти [2, 3].

Эффективная дифференциальная диагностика позволяет своевременно оказать медицинскую помощь пациентам с бульбарными нарушениями. К достоверным методам диагностики бульбарного синдрома относятся данные электромиографии и прямого осмотра ротоглотки. Однако в настоящее время имеются сложности в постановке диагноза на ранней стадии, сопровождающейся, как отмечалось выше, нарушениями речевой функции. Для проведения своевременной и объективной диагностики бульбарных нарушений предлагается использовать методы цифровой обработки речевых сигналов.

**Материалы и методы.** *Методика регистрации и обработки речевых сигналов.* Исследования речевых сигналов проведены в группе пациентов с бульбарным синдромом при боковом амиотрофическом склерозе на базе РНПЦ неврологии и нейрохирургии Минздрава Республики Беларусь (12 человек), а также в группе здоровых лиц на базе Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники (30 человек).

В группе пациентов с боковым амиотрофическим склерозом, а также в контрольной группе здоровых лиц зарегистрированы тестовые речевые сигналы. Для идентификации патологических изменений речи при бульбарном синдроме, выражающихся в гнусавости, замедленности, быстрой утомляемости, были разработаны следующие тесты:

1. Счет от одного до десяти («раз», «два», «три», «четыре», «пять», «шесть», «семь», «восемь», «девять», «десять»).
2. Произношение нот («до», «ре», «ми», «фа», «соль», «ля», «си», «до»).
3. Произношение односложных слов («шар», «врач», «фон», «сон», «чек», «хек», «жи», «щи»).
4. Длительное произношение звука «и».

Вышеописанные речевые тесты выполнялись после предварительного словесного инструктажа испытуемых. Произношение цифр и слов сопровождалось паузами для обеспечения возможности идентификации и анализа речевых фрагментов.

Регистрация речевых сигналов производилась посредством диктофона мобильного устройства.

Последующая обработка речевых сигналов выполнялась в среде MatLab с помощью специально разработанного программного обеспечения с графическим интерфейсом. Обработка включала следующие этапы:

1. Автоматическое выделение в зарегистрированном сигнале речевых фрагментов.
2. Подсчет количества выделенных речевых фрагментов.
3. Построение спектрограммы зарегистрированного сигнала.
4. Построение кепстрограмм для выделенных речевых фрагментов.
5. Определение с помощью кепстральной функции частоты основного тона для каждого речевого фрагмента.
6. Расчет средней величины частоты основного тона.
7. Расчет коэффициента вариации частоты основного тона.
8. Построение гистограммы для массива, представляющего собой результат «склейки» всех выделенных речевых фрагментов.
9. Вычисление средней амплитуды выделенных речевых фрагментов.
10. Вычисление общего времени всех выделенных речевых фрагментов.
11. Вычисление коэффициента асимметрии гистограммы.
12. Вычисление коэффициента эксцесса гистограммы.

Далее приведена подробная методика реализации вышеописанных этапов.

Исходный зарегистрированный сигнал характеризовался частотой дискретизации 44,1 кГц, разрядностью 16 бит. Предварительно производилось усреднение зарегистрированного сигнала в окне без перекрытия для снижения исходной частоты дискретизации:

$$A[i] = \frac{1}{M} \sum_{j=0}^{M-1} x[i \cdot M + j]$$

где  $A[i]$  – отсчеты, полученные из исходного сигнала  $x$  посредством усреднения;

$i = 0 \dots \frac{N}{M} - 1$  – номер окна;  $N$  – число отсчетов исходного речевого сигнала  $x$ ;  $M$  – длина окна (число усредняемых точек);  $j$  – номер временного отсчета внутри окна.

В результате усреднения при  $M = 5$  частота дискретизации была понижена до 8,82 кГц. Это позволило впоследствии увеличить скорость обработки данных без потери полезной информации в сигнале.

Речь человека содержит паузы между словами. Традиционно для решения задачи разделения речевого сигнала на голосовые и не голосовые участки исходный сигнал разделяется на фрагменты длиной 5–100 мс (с точки зрения динамики речи самые быстрые изменения могут происходить всего за несколько миллисекунд, в то время как некоторые гласные звуки остаются относительно стабильными в течение 100–200 мс). Для классификации принадлежности фрагмента к сигналу или паузе рассчитывали кратковременную энергию сигнала в данном фрагменте:

$$E_m = \sum_{j=0}^{L_{fr}-1} A[m \cdot L_{fr} + j]^2,$$

где  $L_{fr}$  – длина фрагмента;  $m = 0 \dots \frac{N}{M \cdot L_{fr}} - 1$  – количество фрагментов;  $j$  – номер

временного отсчета усредненного сигнала внутри фрагмента. В качестве  $L_{fr}$  авторами выбраны 400 отсчетов, что соответствует временной реализации сигнала в 45,4 мс.

На основе экспериментальных исследований речевых сигналов в норме было сформировано условие, при выполнении которого принималось решение о принадлежности  $m$ -ого фрагмента к речи:

$$E_m \geq level_E \cdot \langle E \rangle,$$

где  $\langle E \rangle$  – средняя кратковременная энергия всех фрагментов,  $level_E$  – пороговый уровень кратковременной энергии.

Установлено, что при  $level_E = 0.2$  происходит автоматическое выделение слов и/или отдельных фонем в сигнале.

Далее выполнялось построение спектрограммы сигнала. Для этого речевой сигнал разделялся на временные отрезки, в пределах которых его можно считать стационарным (5-100 мс). Исходный сигнал  $A$  на выбранном отрезке умножался на оконную функцию  $w$  и подвергался быстрому преобразованию Фурье в соответствии с выражением:

$$STFT_A^w[f_k, \tau] = \sum_{i=0}^{L-1} A[i] \cdot w[i] \cdot e^{-\frac{j2\pi ki}{L}}, f_k = \frac{k \cdot f_d}{L}, k = 0 \dots (L-1)/2,$$

где  $L$  – длина окна,  $\tau$  – величина перекрытия окон,  $f_d$  – частота дискретизации.

После данной операции путем возведения в квадрат амплитудной части оконного преобразования Фурье получали спектрограмму мощности для анализируемого окна:

$$\text{Спектрограмма } A[f, t] = |STFT_A^w[f_k, \tau]|^2.$$

Далее производилось смещение окна на величину  $\tau$  и процедура повторялась. Подобным образом анализировались все подинтервалы сигнала и строилась результирующая спектрограмма, представляющая собой двумерную матрицу, строки которой соответствуют временным отсчетам  $t$  от 0 секунд до окончания времени регистрации речевого сигнала, столбцы – частотам  $f$  от 0 до 4,41 кГц, а в ячейках рассчитана амплитуда сигнала [4]. В качестве основных параметров частотно-временной обработки выбраны следующие: окно Хэмминга, размер окна  $L$  в 512 отсчетов, частота дискретизации  $f_d$  в 8,82 кГц, перекрытие окон  $\tau$  в 50%. Указанные характеристики обеспечивают качественное частотно-временное представление речевого сигнала, высокое разрешение по частоте  $\Delta f = 17,2$  Гц и по времени  $\Delta t = 29,0$  мс.

Для определения частоты основного тона сигнала использовали метод определения кепстра, заключающийся в применении к модулю спектральной плотности исследуемого сигнала обратного преобразования Фурье. При этом в кепстрограмме вокализованного отрезка звука появляется пик на расстоянии основного тона сигнала, что и является основополагающим для последующего вычисления частоты основного тона.

Частоту основного тона вычисляли для каждого выделенного вокализованного фрагмента сигнала. По итогам расчетов определяли среднее значение частоты основного тона, а также коэффициент вариации данного параметра – относительную меру разброса значений признака в статистической совокупности. Значения коэффициента вариации менее 10 % свидетельствуют о малом рассеянии, от 10 до 20 % – о среднем рассеянии, более 20 % – о сильном рассеянии вариант относительно средней арифметической величины.

Для расчета статистических показателей выполнялась «склейка» всех выделенных речевых фрагментов в единый массив. Для полученного массива рассчитывалась средняя амплитуда, а также длительность, соответствующая общей продолжительности речи.

Для визуализации данных на этапе статистической обработки выполнялось построение гистограммы для массива всех речевых фрагментов. Далее для оценки однородности распределения данных в речевых фрагментах рассчитывались показатели асимметрии и эксцесса гистограммы.

Коэффициент асимметрии может быть положительным (для правосторонней асимметрии) и отрицательным (для левосторонней асимметрии). Асимметрия выше 0,5 (независимо от знака) считается значительной, меньше 0,25 – незначительной.

Показатель эксцесса отражает, насколько резкий скачок имеет изучаемое явление. Если показатель эксцесса больше нуля, то распределение островершинное и скачок считается значительным, если коэффициент эксцесса меньше нуля, то распределение считается плосковершинным и скачок считается незначительным.

**Результаты и их обсуждение.** Применения метода цифровой обработки речевых сигналов для диагностики бульбарного синдрома: тест на основе счета от одного до десяти. Результаты обработки тестовых речевых сигналов (счет от одного до десяти) в норме и при бульбарном синдроме представлены на рисунках 1, 2 соответственно.

Анализ полученных результатов выявил следующие закономерности.

В группе здоровых лиц (рис. 1) количество распознанных речевых фрагментов составляет 10–12, что соответствует количеству произносимых слов (10) или фонем («че-тыре», «во-семь»). На спектрограмме отчетливо выделяются равностоящие друг от друга речевые фрагменты, частота основного тона, а также формантные частоты. Кепстрограммы для распознанных речевых фрагментов также имеют характерные пики в области основного тона и кратных ему формантных частот. Коэффициент вариации основного тона невысокий (равен 7 на рис.1), что свидетельствует о постоянстве данного параметра во время речи. Гистограмма речи характеризуется симметричностью (коэффициент асимметрии равен 0,58 на рис.1) с четко выделенным пиковым значением (коэффициент эксцесса равен 12,39 на рис.1).

В группе пациентов с бульбарным синдромом (рис. 2) количество распознанных речевых фрагментов, как правило, превышает количество произносимых слов (10). Это объясняется характерной для данной патологии невнятностью (гнусавостью) речи. Сигнал на спектрограмме не имеет четкой временной структуры в виде равноотстоящих речевых актов, а также не содержит высокочастотных составляющих, как у здоровых лиц. Значение частоты основного тона для отдельных речевых фрагментов не определяется вовсе. Показателен коэффициент вариации частоты основного тона (равен 32 на рис.2), свидетельствующий о сильной степени рассеяния данного параметра относительно среднеарифметического значения. На кепстрограмме не имеют яркой выраженности формантные частоты. Гистограмма характеризуется плосковершинностью по сравнению с нормой (коэффициент эксцесса равен 5,04 на рис.2).

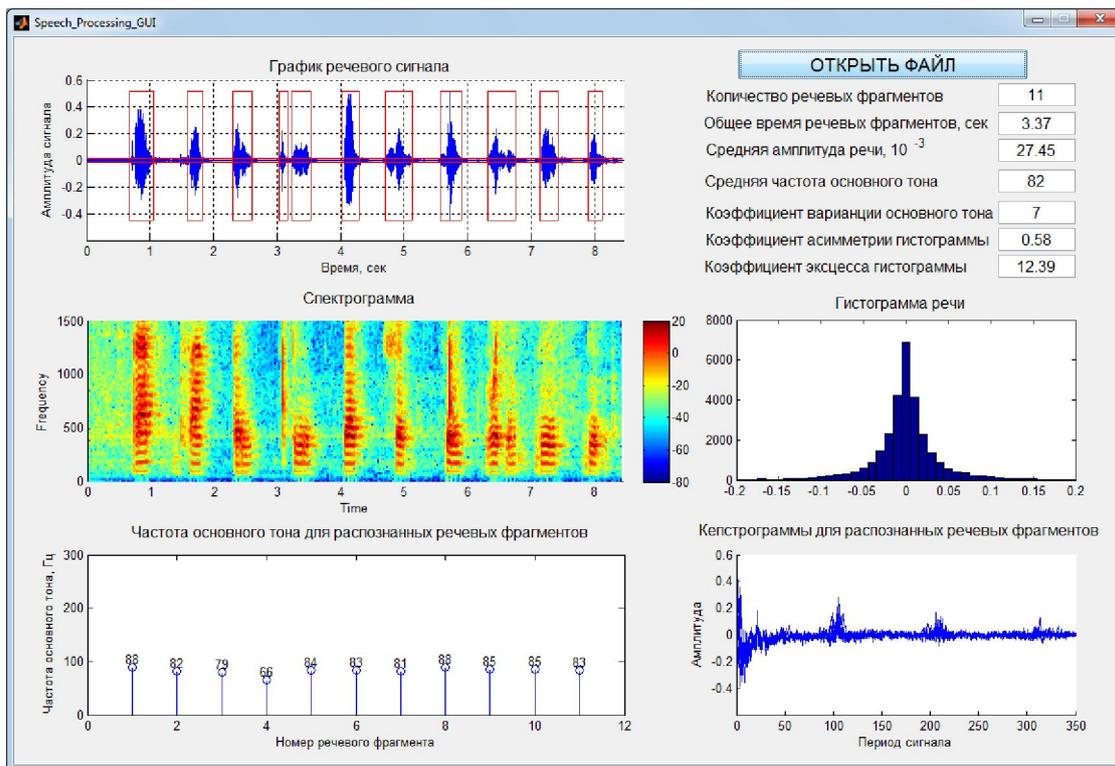


Рис. 1. Обработка речевого сигнала в норме (испытуемый У.), тест на основе счета от одного до десяти

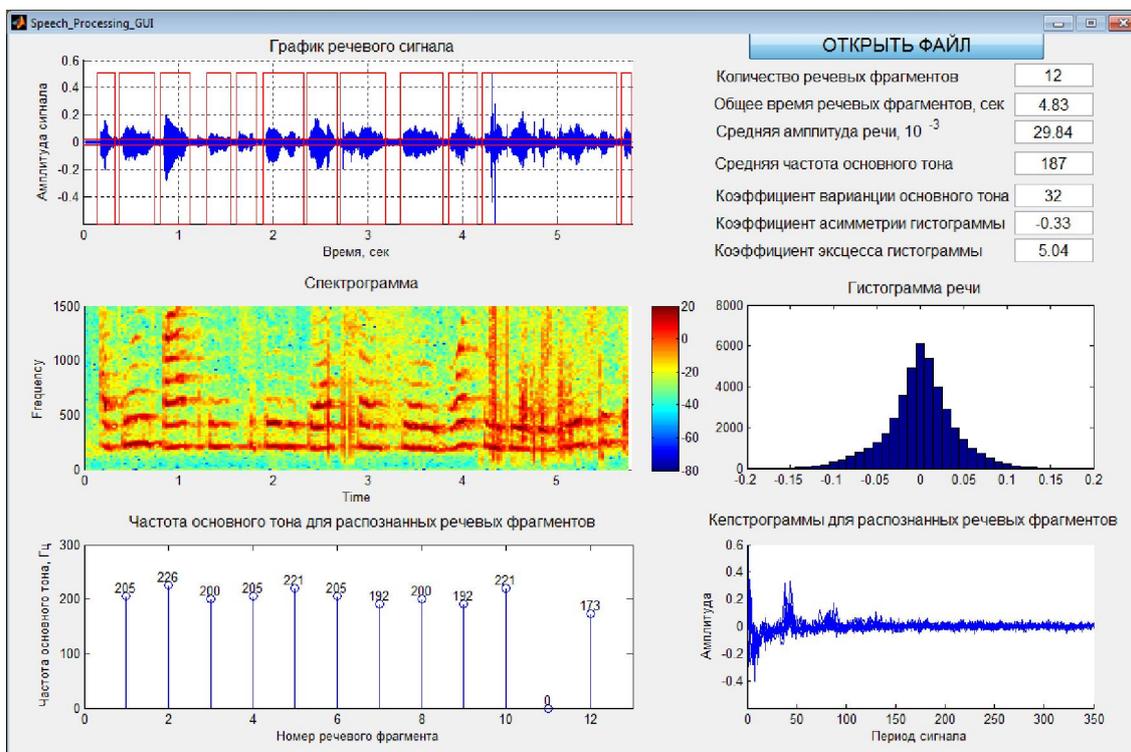


Рис. 2. Обработки речевого сигнала при бульбарном синдроме (испытуемый З.), тест на основе счета от одного до десяти

Результаты применения метода цифровой обработки речевых сигналов для диагностики бульбарного синдрома: тест на основе произношения нот. Результаты обработки тестовых речевых сигналов (произношение нот) в норме и при бульбарном синдроме представлены на рисунках 3, 4 соответственно.

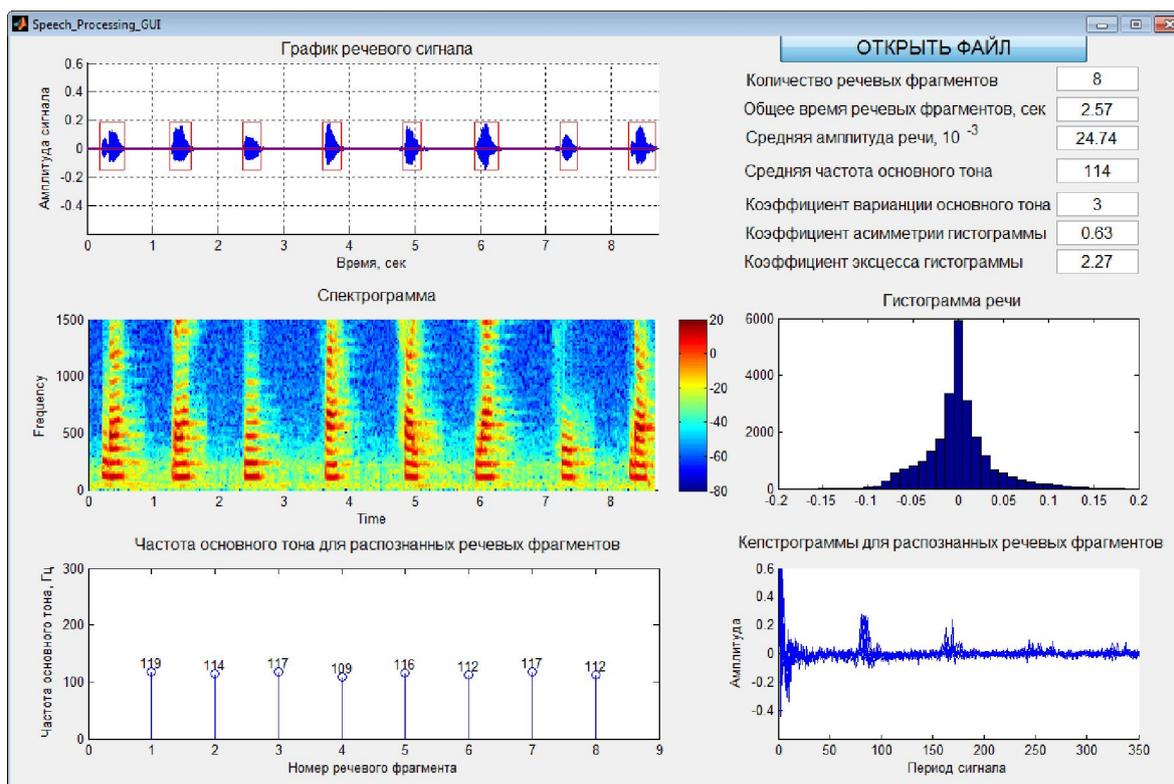
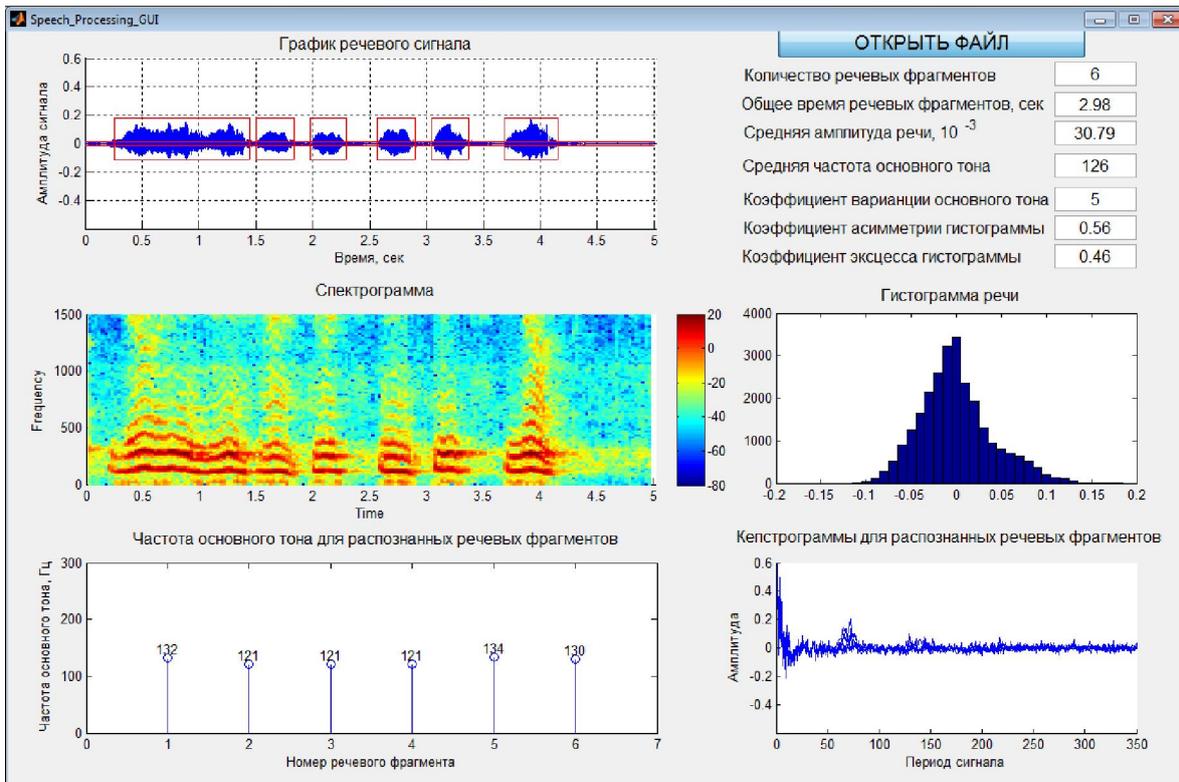


Рис. 3. Обработка речевого сигнала в норме (испытуемый В.), тест на основе произношения нот



**Рис. 4.** Обработка речевого сигнала при бульбарном синдроме (испытуемый И.), тест на основе произношения нот

Анализ полученных результатов выявил следующие закономерности. В группе здоровых лиц количество распознанных речевых фрагментов составляет 8 и однозначно соответствует количеству произносимых слов (8). На спектрограмме отчетливо выделяются равностоящие друг от друга речевые фрагменты, наблюдаются высокочастотные составляющие в спектре. Кепстрограммы для распознанных речевых фрагментов имеют характерные пики в области основного тона и кратных ему формантных частот. Коэффициент вариации основного тона невысокий (равен 3 на рис.3). Гистограмма речи характеризуется наличием пикового значения (коэффициент эксцесса равен 2,27 на рис.3).

При патологии (рис. 4) произношение нот затруднено, это выражается в уменьшении количества распознанных речевых фрагментов (6 вместо 8 на рис.4). Сигнал на спектрограмме не имеет четкой временной структуры в виде равноотстоящих речевых актов, как у здоровых лиц, отсутствуют характерные для нормы высокочастотные составляющие. На кепстрограмме формантные частоты не имеют четкой выраженности. Гистограмма характеризуется плосковершинностью (коэффициент эксцесса равен 0,46 на рис.4).

*Результаты применения метода цифровой обработки речевых сигналов для диагностики бульбарного синдрома: тест на основе произношения односложных слов.* Результаты обработки тестовых речевых сигналов (произношение односложных слов) в норме и при бульбарном синдроме представлены на рисунках 5, 6 соответственно.

Анализ полученных результатов выявил следующие закономерности. В группе здоровых лиц количество распознанных речевых фрагментов составляет 9 и однозначно соответствует количеству произносимых слов (9). На спектрограмме отчетливо выделяются равностоящие друг от друга речевые фрагменты, наблюдаются высокочастотные составляющие в спектре. Кепстрограммы для распознанных речевых фрагментов имеют характерные пики в области основного тона и кратных ему формантных частот. Гистограмма речи характеризуется наличием пикового значения (коэффициент эксцесса равен 4,79 на рис.5).

При патологии (рис. 6) произношение нот затруднено, это отражается на спектрограмме, она не имеет четкой временной структуры в виде равноотстоящих речевых актов, как у здоровых лиц, отсутствуют характерные для нормы высокочастотные составляющие. На кепстрограмме формантные частоты не имеют четкой выраженности. Возрастает до 15 (см. рис. 6) коэффициент вариации. Гистограмма характеризуется плосковершинностью (коэффициент эксцесса равен 0,17 на рис.6).

Результаты применения метода цифровой обработки речевых сигналов для диагностики бульбарного синдрома: тест на основе длительного произношения звука «И». Результаты обработки тестовых речевых сигналов (произношение звука «И») в норме и при бульбарном синдроме представлены на рисунках 7, 8 соответственно.

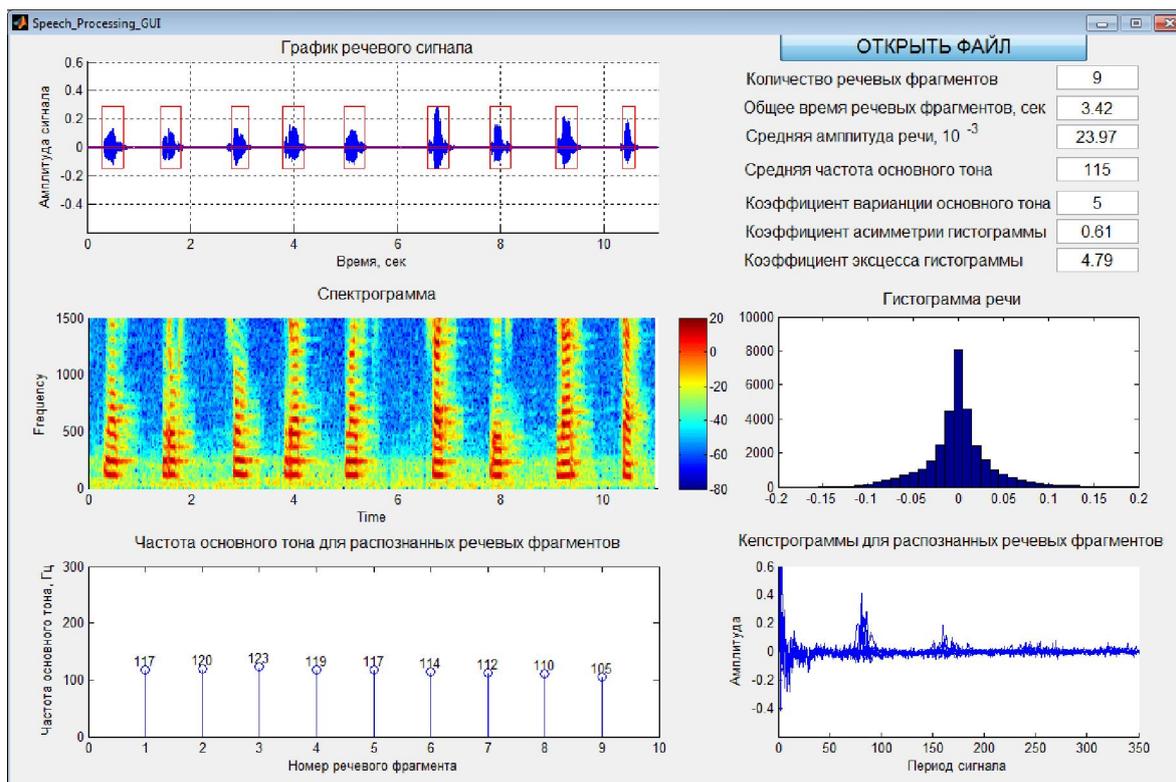


Рис. 5. Обработка речевого сигнала в норме (испытуемый В.), тест на основе произношения односложных слов

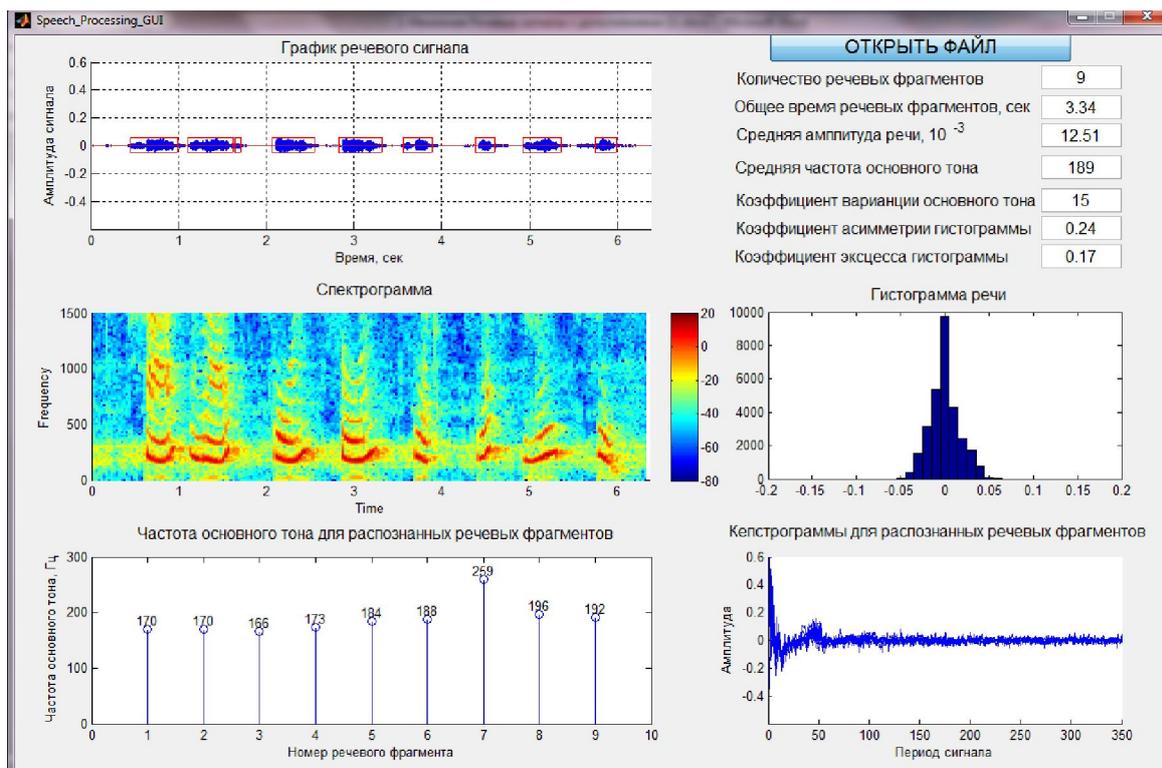


Рис. 6. Обработка речевого сигнала при бульбарном синдроме (испытуемый Ю.), тест на основе произношения односложных слов

Анализ полученных результатов выявил следующие закономерности. В норме на спектрограмме отображается постоянный по амплитуде уровень сигнала на протяжении длительного периода (общее время речевых фрагментов равно 21,77 сек на рис.7).

При патологии (рис. 8) амплитуда произношения звука «И» постепенно затухает, что демонстрирует спектрограмма. Длительность произношения звука значительно ниже (общее время речевых фрагментов 4,91 сек на рис. 8), чем у здоровых лиц, что вызвано затруднением в произношении длительных звуков. Гистограмма характеризуется плосковершинностью (коэффициент эксцесса равен -0,01 на рис. 8).

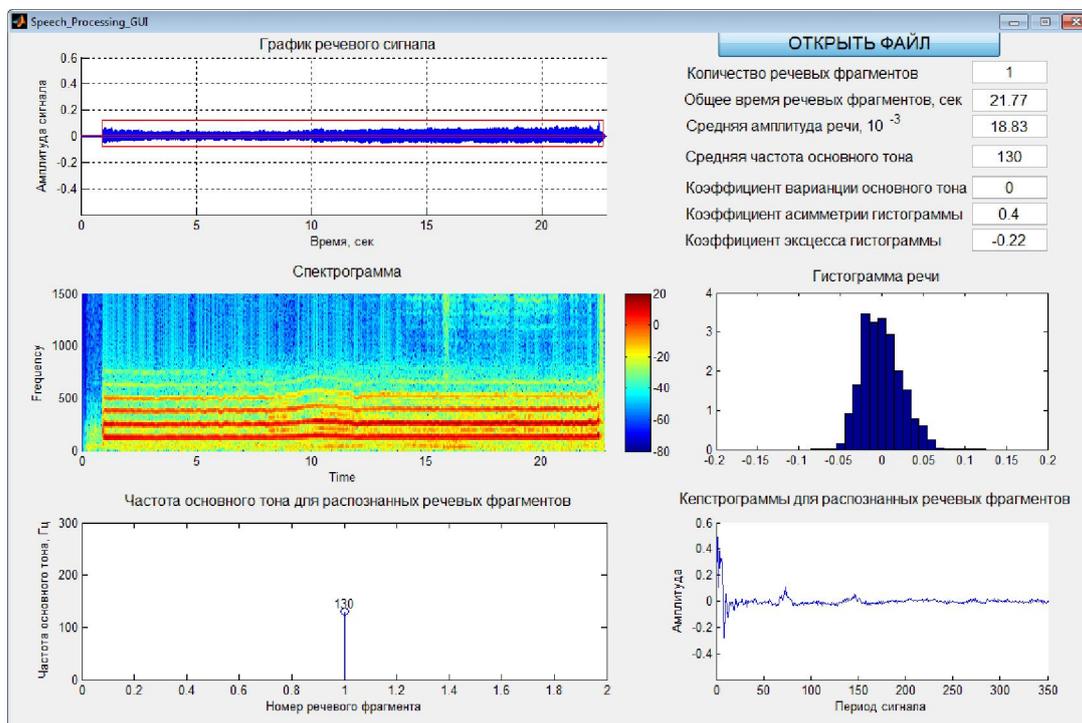


Рис. 7. Обработки речевого сигнала в норме (испытуемый В.), тест на основе длительного произношения звука «И»

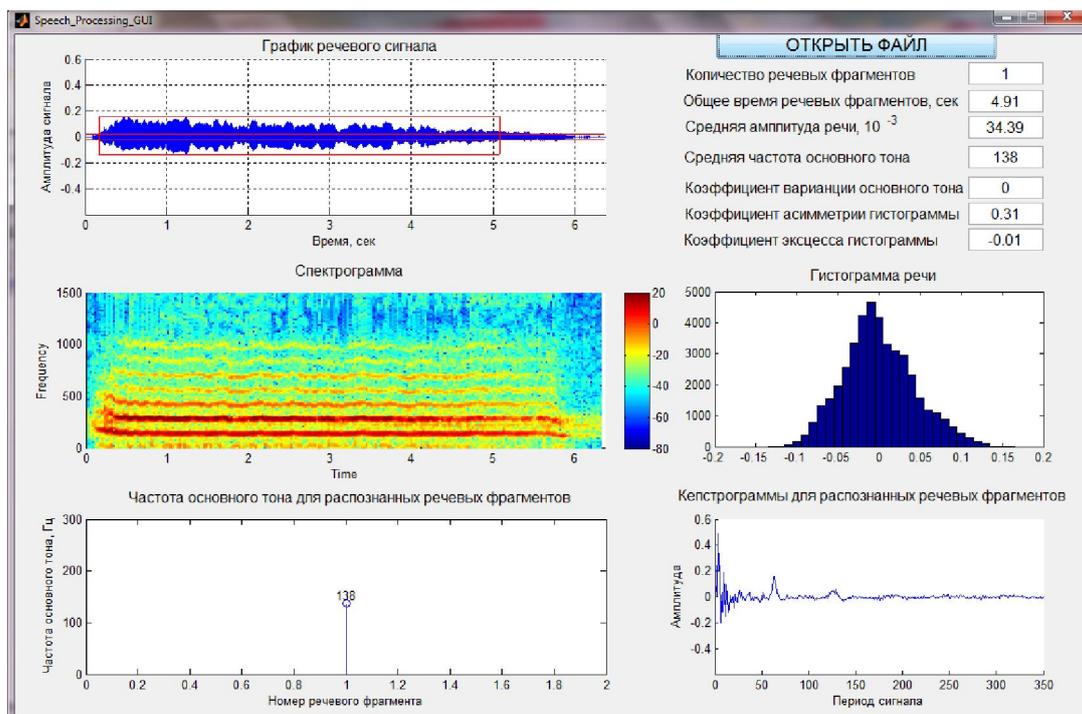


Рис. 8. Обработки речевого сигнала при бульбарном синдроме (испытуемый К.), тест на основе длительного произношения звука «И»

Результаты применения метода цифровой обработки речевых сигналов для контроля эффективности лечения бульбарного синдрома. Результаты обработки тестовых речевых сигналов (счет от одного до десяти) при бульбарном синдроме до лечения и после курса транскраниальной магнитной стимуляции и нейрометаболического лечения представлены на рисунках 9, 10 соответственно.

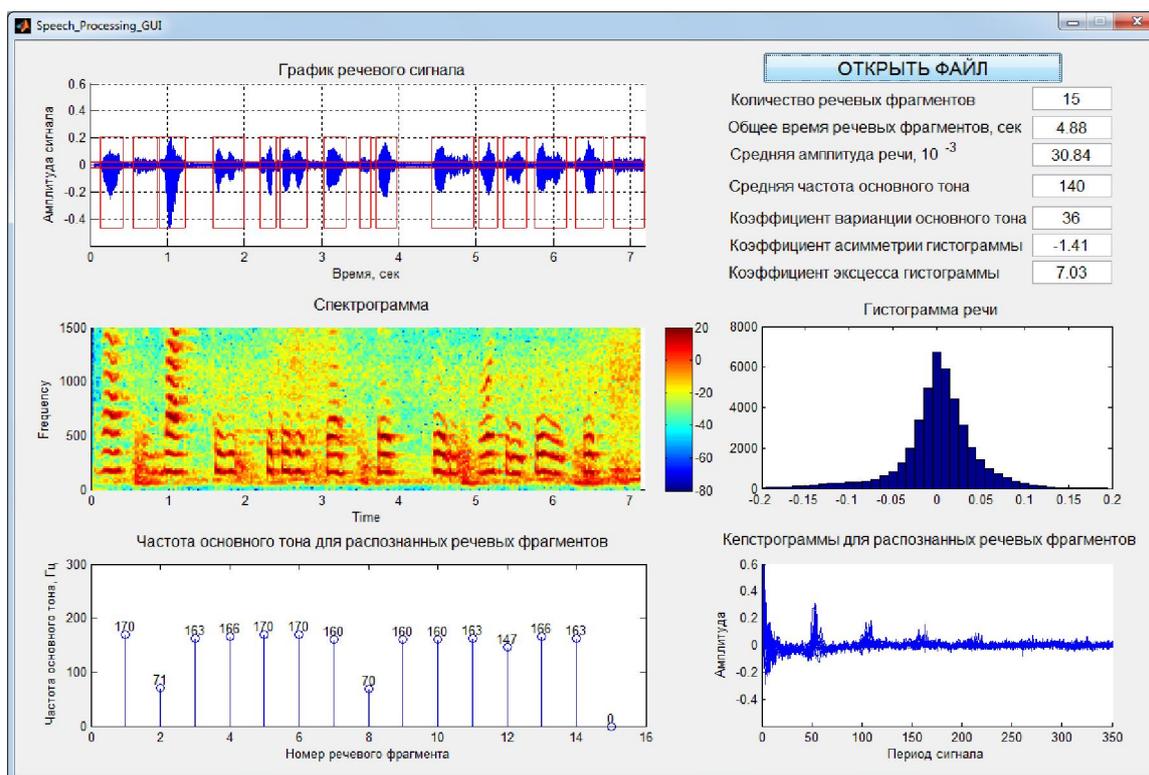


Рис. 9. Обработки речевого сигнала до лечения бульбарного синдрома (пациент К.), тест на основе счета от одного до десяти

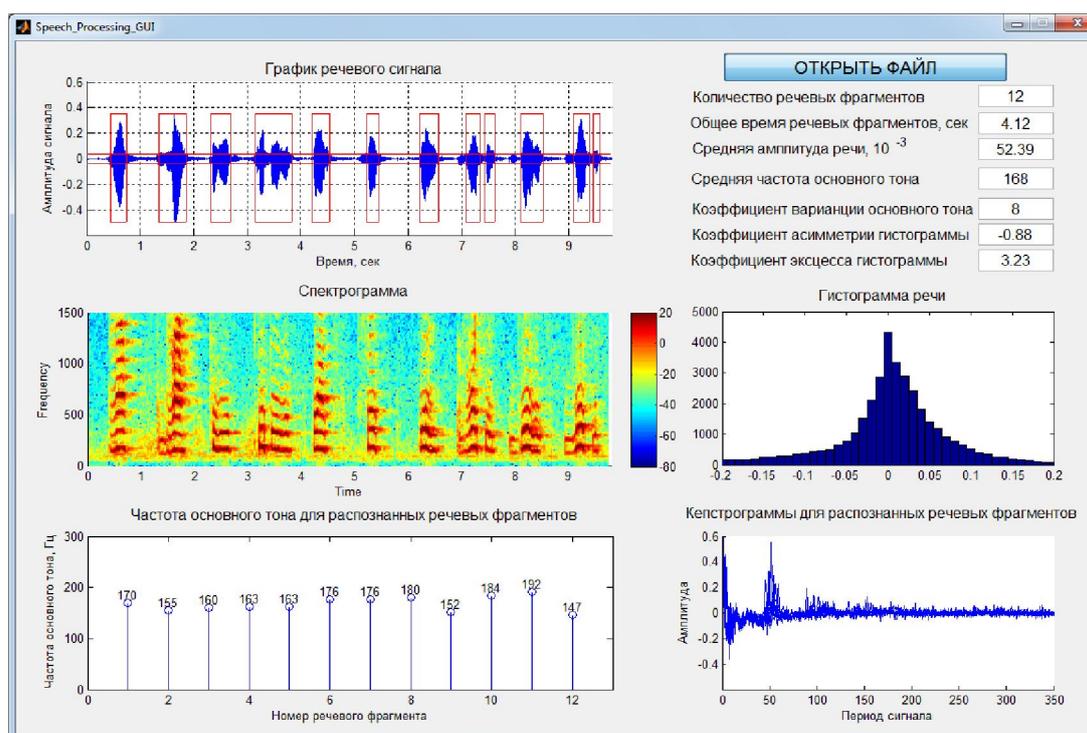


Рис. 10. Обработки речевого сигнала после лечения бульбарного синдрома (пациент К.), тест на основе счета от одного до десяти

Анализ полученных результатов выявил следующие закономерности. В группе пациентов с бульбарным синдромом до лечения (рис. 9) количество распознанных речевых фрагментов, как

правило, превышает количество произносимых слов (10). Это объясняется характерной для данной патологии невняtnостью (гнусавостью) речи. Сигнал на спектрограмме не имеет четкой временной структуры в виде равноотстоящих речевых актов, как у здоровых лиц. Значение частоты основного тона для ряда речевых фрагментов фактически невозможно определить. Показателем коэффициента вариации частоты основного тона (равен 36 на рис.9), свидетельствующий о сильной степени рассеяния данного параметра относительно среднеарифметического значения. Гистограмма характеризуется левосторонней асимметрией (коэффициент асимметрии равен -1,41 на рис. 9).

В группе пациентов с бульбарным синдромом после лечения (рис. 10) количество распознанных речевых фрагментов в целом соответствовало количеству произносимых слов (10) или фонем («че-тыре», «во-семь»). На спектрограмме речевые фрагменты приобрели характерные для нормы четкие очертания; выделяются паузы, как в группе здоровых лиц. Характерные для основного тона и формантных частот пики демонстрируют кепстрограммы. Вариабельность частоты основного тона соответствует показателям в норме (равна 8 на рис. 10). Степень асимметричности гистограммы снижается (коэффициент асимметрии равен -0,88 на рис.10).

**Заключение.** Предложен метод качественной и количественной оценки признаков бульбарных нарушений на основе цифровой обработки речевых сигналов. Для реализации данного метода разработано программное обеспечение с графическим интерфейсом, которое позволяет повысить точность и скорость постановки диагноза.

Проведена апробация разработанного метода у здоровых испытуемых и в клинических условиях у пациентов с признаками бульбарного синдрома путем предъявления различных речевых тестов (счет от одного до десяти, произношение нот, произношение односложных слов, длительное произношение звука «и»). В процессе апробации метода установлено, что тест на основе счета не является достаточно информативным и затрудняет процесс диагностики, так как при распознавании и последующем анализе речевых фрагментов детализируется их количество до уровня фонем («че-тыре»). В этой связи более показательными и информативными для дифференциальной диагностики оказались тесты на произношение нот и односложных слов, т.к. в норме число распознанных речевых фрагментов всегда равняется количеству слов, а при патологии отличается от данного показателя, что прецизионно распознается с помощью разработанного метода. Тест на длительное произношение звука «и» позволяет оценить степень утомления в процессе произношения: в норме усталостные процессы не развиваются в отличие от патологии, для которой характерно непродолжительное по времени и нестабильное по амплитуде произношение.

Установлено, что речевые сигналы пациентов с бульбарным синдромом содержат число вокализованных фрагментов, превышающее количество произносимых слов (из-за невняtnости речи); сигнал на спектрограмме не имеет четкой временной структуры в виде равноотстоящих речевых актов, как у здоровых лиц; значение частоты основного тона для ряда речевых фрагментов не входит в стандартные диапазоны 70–450 Гц или не определяется вовсе; наблюдается высокая степень рассеяния значений частоты основного тона; гистограмма речи плосковершинная и асимметричная.

Полученные в процессе проведения данного исследования результаты свидетельствуют о том, что метод цифровой обработки речевых сигналов целесообразно использовать для диагностики и контроля эффективности проводимого лечения неврологических патологий, сопровождающихся нарушениями речевой функции. Установлено, что речевые сигналы пациентов с бульбарным синдромом после лечения характеризуются снижением вариабельности частоты основного тона, а также степени асимметричности гистограммы речи. На спектрограмме речевые фрагменты приобретают четкие очертания; выделяются паузы, характерные для основного тона и формантных частот пики демонстрируют кепстрограммы.

#### Литература:

- [1]. Завалишин И.А. Боковой амиотрофический склероз М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009: 272.
- [2]. Andersen P. EFNS guidelines on the clinical management of amyotrophic lateral sclerosis (MALS)-revised report of an EFNS task force / P. Andersen, et al. Eur J Neurol. 2012. Vol. 19. № 3 P. 360–375.
- [3]. Miller R. et al. // Neurology. 2009. Vol. 73. № 15. P. 1218–1226. doi: 10.1212/WNL.0b013e3181bc0141.
- [4]. Райгайян Р.М. Анализ биомедицинских сигналов. Практический подход. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. 440 с.

Поступила в редакцию: 06.05.2017 г.

*М. М. Меженная, Ю. Н. Рушкевич, Т. П. Куль, А. Н. Осипов, С. А. Лихачев, А. А. Борискевич, С. Г. Пашкевич*

*M.M. MEZHENNAYA, Y.N. RUSHKEVICH, T.P.KUL, A.N. OSIPOV, S.A. LIHACHEV, A.A. BORISKEVICH, S.G. PASHKEVICH*

**METHOD OF DIAGNOSTICS AND TREATMENT EFFICIENCY CONTROL OF BULBAR DISTURBANCES BASED ON DIGITAL PROCESSING OF SPEECH SIGNALS**

*Belarusian State University of Informatics and Radioelectronics, Minsk, Belarus  
Republican Research and Clinical Center of Neurology and Neurosurgery, Minsk, Belarus  
Institute of Physiology, National Academy of Sciences, Minsk, Belarus*

**Summary**

The method of qualitative and quantitative differential diagnosis of bulbar palsy has been offered on the basis of digital processing of speech signals. The software with the graphic user interface has been developed by authors for implementation of this method which allows increasing the accuracy and speed of diagnosis.

Keywords: speech signal, time-frequency analysis, main tone frequency, bulbar syndrome, bulbar palsy.