

УДК 616-073.97:004.4

UDC 616-073.97:004.4

**АНАЛИЗ ЭЭГ-ОТВЕДЕНИЙ
ИСПЫТУЕМЫХ С
ДИСЦИРКУЛЯТОРНОЙ
ЭНЦЕФАЛОПАТИЕЙ МЕТОДОМ
МНОГОМЕРНОГО
ШКАЛИРОВАНИЯ**

А. И. Новикова

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Российская Федерация

novikova.anna16@yandex.ru

Е. А. Кижеватова

Ростовский государственный медицинский университет, Ростов-на-Дону, Российская Федерация

alyonatim@mail.ru

Рассмотрено использование метода многомерного шкалирования программного комплекса *STATISTICA* с целью повышения информативности электроэнцефалографического (ЭЭГ) метода исследования. Анализировались ЭЭГ данные здоровых испытуемых и больных с дисциркуляторной энцефалопатией. Данный метод подтвердил эффективность применения для классификации пациентов на здоровых и больных по ЭЭГ показателям. Сделан вывод о том, что метод многомерного шкалирования может быть использован как дополнительный метод в диагностике заболевания «дисциркуляторная энцефалопатия», так как позволяет проводить оценку состояния пациентов.

Ключевые слова: электроэнцефалография, электроэнцефалограмма, ЭЭГ отведения, статистический анализ, дисциркуляторная энцефалопатия, когнитивные нарушения, многомерное шкалирование.

**EEG DERIVATIONS ANALYSIS
OF THE SUBJECTS WITH
DISCIRCULATORY ENCEPHALOPATHY
USING THE MULTIDIMENSIONAL
SCALING METHOD**

A. I. Novikova

Don State Technical University, Rostov-on-don, Russian Federation

novikova.anna16@yandex.ru

E. A. Kizhevatova

Rostov State Medical University, Rostov-on-don, Russian Federation

alyonatim@mail.ru

The article describes the use of the multidimensional scaling method of software complex *STATISTICA* to improve the informative value of the EEG examination method. The authors have analyzed EEG data of healthy subjects and patients with discirculatory encephalopathy. This method confirmed the efficacy in the classification of patients according to EEG parameters. The authors came to the conclusion that the method of multidimensional scaling can be used in the diagnosis of «discirculatory encephalopathy» disease as it allows assessing the condition of the patients.

Keywords: electroencephalography, electroencephalogram, EEG derivations, statistical analysis, encephalopathy, cognitive impairment, multidimensional scaling.

Введение. Электроэнцефалограмма (ЭЭГ) характеризует сложную структуру биоэлектрической активности коры головного мозга, позволяя оценить его функциональное состояние. Однако информативность этого метода обследования считается невысокой, что объясняется сложностью ЭЭГ-сигнала: при мониторинге состояния мозга приходится учитывать множество взаимосвязанных показателей [1]. По мере совершенствования программного обеспечения компьютерной диагностики, наряду с общепринятыми математическими методами обработки биосигналов появилась перспектива применения статистических методов, позволяющих получить отсортированную информацию из большого массива данных [2].

Выбор метода статистического анализа. В представленном исследовании ЭЭГ-данных испытуемых с дисциркуляторной энцефалопатией (ДЭП) — болезнью, вызванной недостаточным кровоснабжением сосудов мозга, — был использован метод многомерного шкалирования (МШ). Это метод анализа попарных отношений между полученными данными с целью представления их в виде точек на координатном пространстве признаков, размерность которого значительно меньше размерности исходного пространства [3]. В отличие от ранее разработанных методов анализа многомерных наблюдений, таких как факторный анализ, кластерный анализ и т. д., рассматриваемых подробно в психофизической литературе, модель МШ используется в статистической обработке данных значительно реже. Однако данный метод имеет ряд преимуществ перед факторным, кластерным и другими методами анализа ЭЭГ-массивов, в частности:

- отсутствие необходимости проверки исходных данных на нормальность распределения;
- возможность проведения анализа при сравнительно малом объеме выборочной совокупности [4].

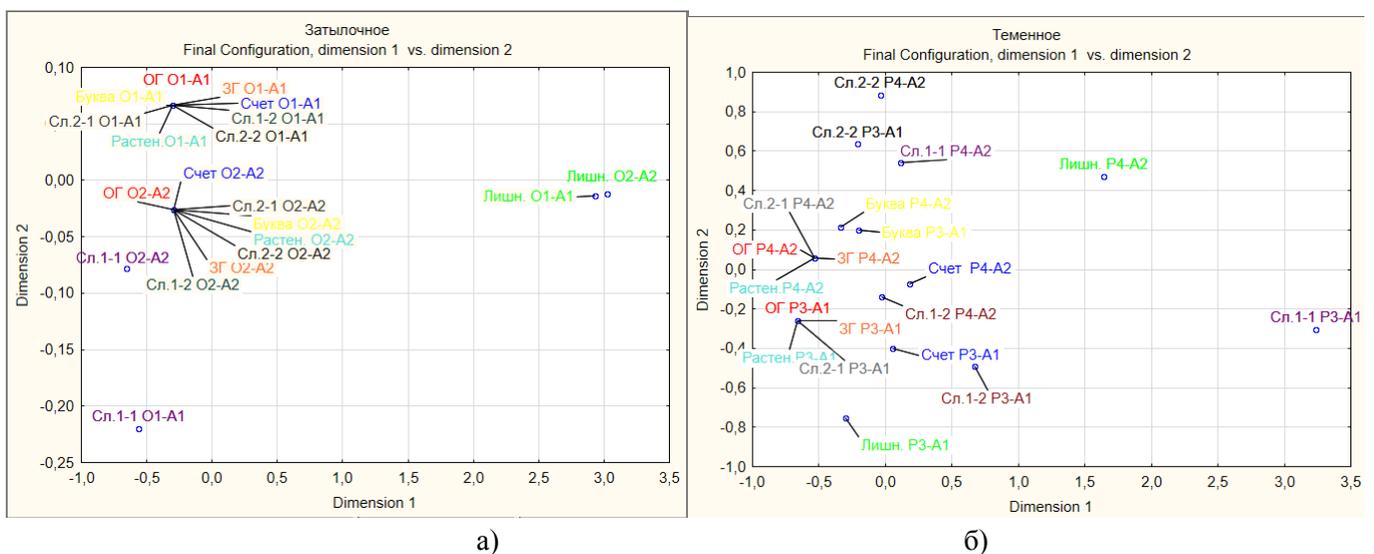
Исследовалась возможность применения МШ для классификации испытуемых на больных с дисциркуляторной энцефалопатией и здоровых.

Проведение исследования. В настоящей работе представлены результаты исследования ЭЭГ 5 здоровых испытуемых (контрольная группа) и 5 больных ДЭП. Запись ЭЭГ каждого испытуемого проводилась по международной схеме (10×20 от 16 монополярных отведений на базе аппаратно-программного комплекса «Энцефалан-131-03» фирмы «Медиком»). Для выявления когнитивных нарушений, проявляющихся при дисциркуляторной энцефалопатии, съём ЭЭГ осуществлялся при одновременном тестировании пациентов (тестами «Лишнее», «Буква», «Растения», «Счет», «Слова 1-1», «Слова 1-2», «Слова 2-1», «Слова 2-2»). Все тесты проводились в течение 30 секунд. Тест «Лишнее» заключается в выборе лишнего слова из перечисленных четырех. В тесте «Буква» испытуемым было необходимо назвать как можно больше слов на данную букву. «Растения» — назвать как можно больше любых растений. «Счет» — от числа 300 необходимо было вычесть 7, из получившегося числа также вычитается 7 и т.д. «Слова 1-1», «Слова 1-2» —

испытуемым предлагается просмотреть 5 слов, после чего слова убираются, пациентам необходимо повторить увиденные слова. «Слова 2–1», «Слова 2–2» — аудиальное представление 5 слов, которые необходимо повторить. «Фон ОГ», «Фон ЗГ» — спонтанная фоновая ЭЭГ без каких-либо воздействий при открытых и закрытых глазах соответственно [5, 6]. В данной работе отдельно рассматривались отведения, включающие значения ЭЭГ каждого из тестов. ЭЭГ данные были обработаны в программе «STATISTICA 12» методом многомерного шкалирования.

Анализ полученных данных. В результате визуального анализа графиков многомерного шкалирования здоровых испытуемых отмечено, что попарные координаты, соответствующие тестам, для каждого из отведений расположены, в большинстве случаев, близко друг к другу, в некоторых случаях — совпадают (рис. 1). Исключение чаще всего составляют точки, определяющие тесты «Лишнее», «Слова 1–1», «Счет» и «Растения». Они наиболее отдалены друг от друга и (или) от остальных точек, обычно сгруппированных в отдельную область.

На графике распределения координат многомерного шкалирования здоровых пациентов для затылочного отведения характерно значительное расстояние между точками, относящимися к тестам «Лишнее», «Растения», «Слова 1–1». Для теменного отведения наиболее отдалены точки тестов «Лишнее», «Счет», «Слова 1–1». Для центрального отведения далеко друг от друга и от остальных точек расположены точки «Лишнее» и «Слова 1–1». Наиболее отдалены друг от друга и от остальных точек в лобном отведении координаты тестов «Лишнее», «Слова 1-1». В лобном полюсном отведении точки тестов «Счет» и «Лишнее» локализируются на значительном расстоянии друг от друга. В задневисочном отведении такими точками являются «Лишнее», «Счет», «Слова 1–1». В средневисочном — также «Лишнее», «Счет», «Слова 1–1», а в нижнелобном — «Лишнее», «Счет», «Слова 2–1» и «Растения».



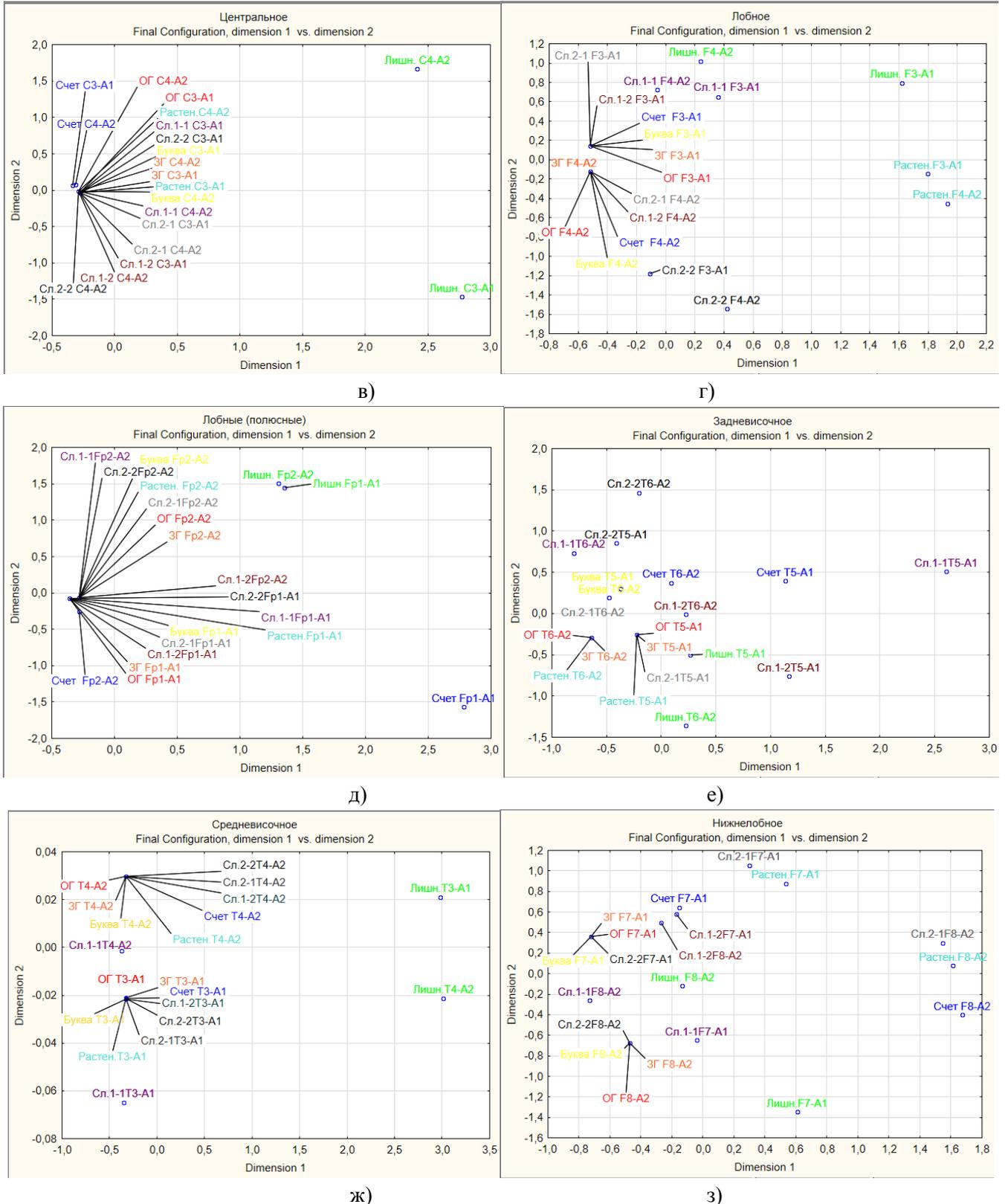
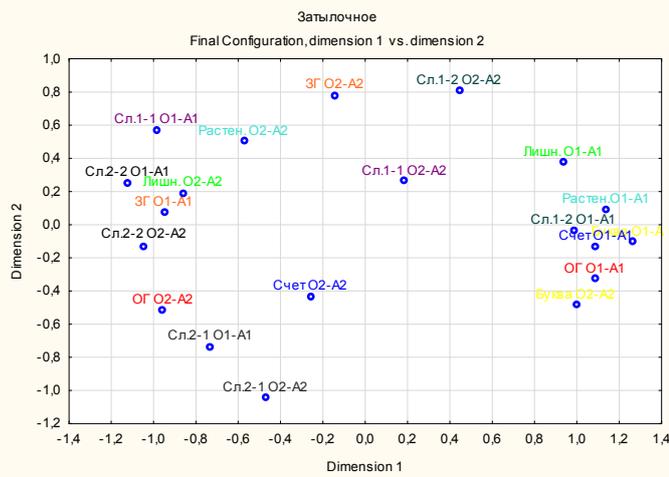
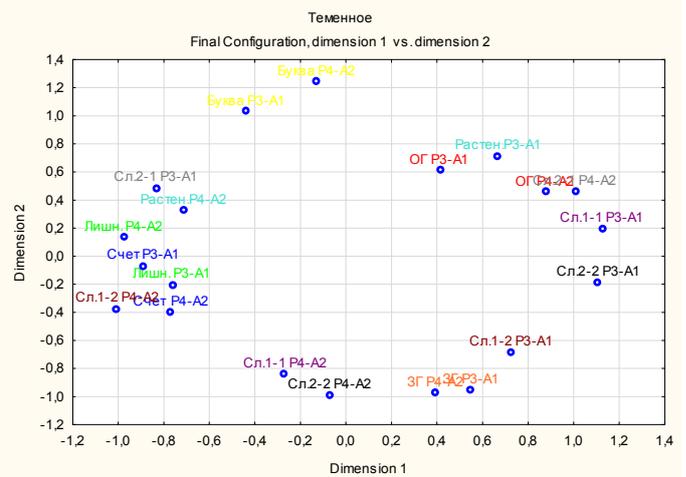


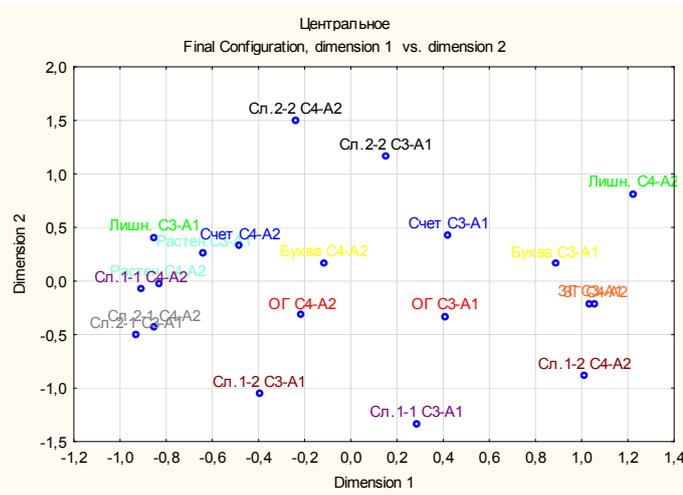
Рис. 1. Динамика расположения векторов МШ для отведений здоровых испытуемых:
 а) испытуемый 1; б) испытуемый 4; в) испытуемый 2; г) испытуемый 3;
 д) испытуемый 2; е) испытуемый 4; ж) испытуемый 1; з) испытуемый 5



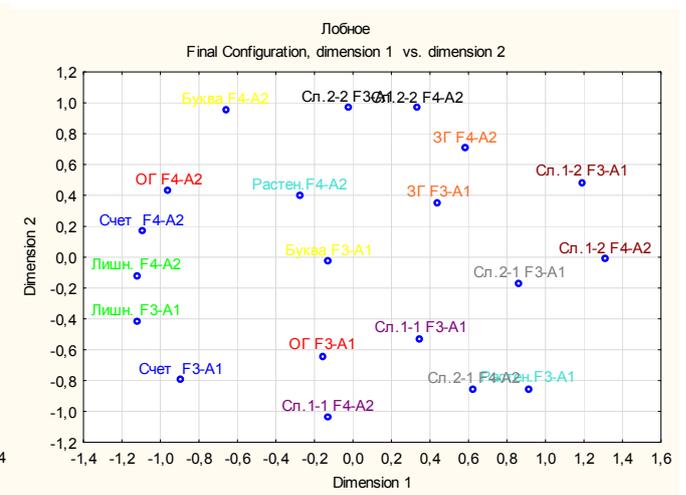
а)



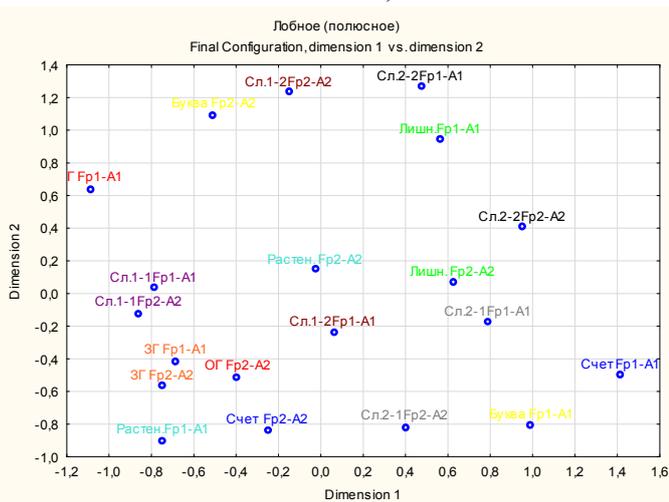
б)



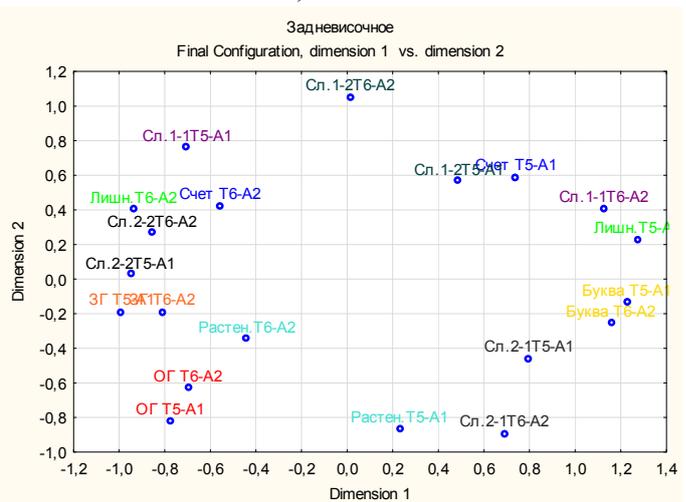
в)



г)



д)



е)

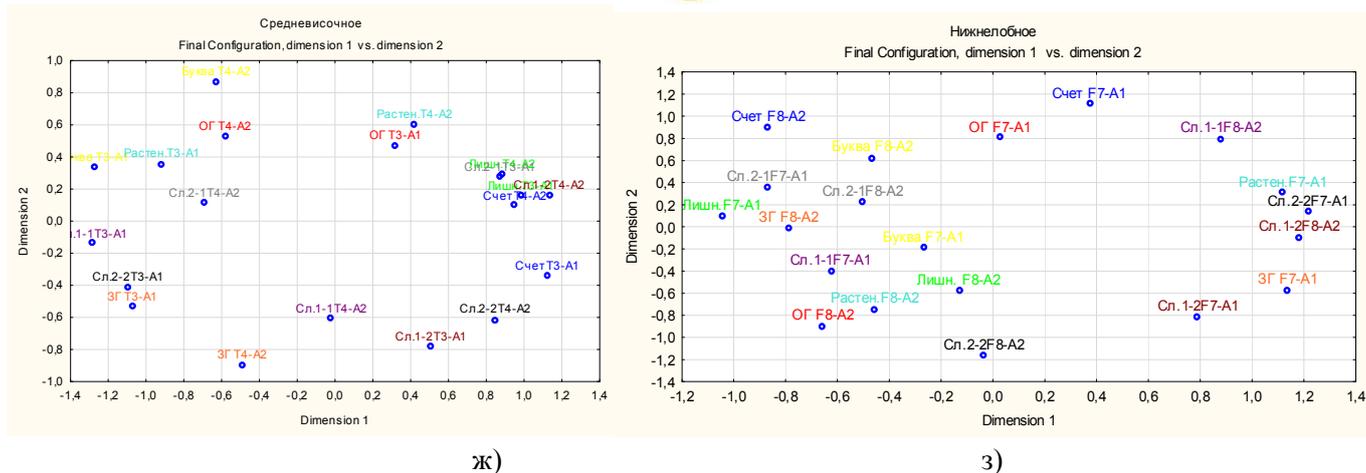


Рис. 2. Динамика расположения векторов МШ для отведений больных испытуемых: а) испытуемый 1; б) испытуемый 3; в) испытуемый 4; г) испытуемый 2; д) испытуемый 5; е) испытуемый 1; ж) испытуемый 3; з) испытуемый 5

У больных пациентов для двумерных плоскостей многомерного шкалирования характерно более хаотичное распределение пространственных координат тестов каждого из отведений (рис. 2). Обособленные группы отсутствуют. На небольшом расстоянии друг от друга чаще всего располагаются парные точки тестов «Слова 2–1», «Лишнее», «Фон ЗГ», «Слова 2–2», «Счет» и «Буква». Наиболее отдалены друг от друга в большинстве случаев координаты тестов «Растения», «Слова 1–1», «Слова 1–2», а также «Лишнее». Таким образом, на графиках, относящихся к больным пациентам, в зависимости от отведения и испытуемого, расположение точек, соответствующих тестам, варьируется сильнее, чем на графиках здоровых испытуемых.

При проведении аналогичного исследования ЭЭГ-данных 10-ти здоровых испытуемых и 10-ти больных ДЭП описанные выше результаты подтвердились.

Заключение (выводы). Доказана возможность применения метода многомерного шкалирования в качестве дополнительного классификатора ЭЭГ-данных больных ДЭП и здоровых испытуемых, исходя из результатов проведенного исследования:

- практически у всех здоровых испытуемых в каждом из отведений наблюдается близкое расположение или совпадение координат многомерного шкалирования;
- для пациентов с ДЭП совпадение координат отсутствует, распределение носит более хаотичный характер.

На основании полученных результатов применения метода многомерного шкалирования выдвинуто предположение о возможности использования этого способа статистической обработки в диагностике заболевания «дисциркуляторная энцефалопатия» при анализе ЭЭГ-данных.

Библиографический список.

1. Электроэнцефалография как метод исследования. Описание и анализ электроэнцефалограммы [Электронный ресурс] / Пути психологии. — Режим доступа : <http://www.psyways.ru/ways-925-1.html> (дата обращения: 02.05.16).
2. Кижеватова, Е. А. Применение дискриминантного анализа показателей электроэнцефалограммы в диагностике когнитивных нарушений у больных с ишемией головного мозга / Е. А. Кижеватова, Д. В. Бакузова, В. П. Омельченко, В. В. Ефремов // Биомедицинская радиоэлектроника. — 2016. — № 1. — С. 41–44.

3. Омельченко, В. П. Применение дискриминантного анализа для классификации ЭЭГ больных диабетической энцефалопатией / В. П. Омельченко, Е. А. Тимошенко // Инженерный вестник Дона. — 2012. — № 4–1 (22), Т. 22. — С. 16.
4. Короткиева, Н. Г. Эффективность применения многомерных статистических методов анализа ЭЭГ при мониторинге функционального состояния головного мозга пациентов с рассеянным склерозом / Н. Г. Короткиева, В. П. Омельченко // Известия ЮФУ. Технические науки. — 2010. — № 9, Т. 98. — С. 112–116.
5. Способ диагностики когнитивных нарушений при хронической ишемии мозга : Заявка на патент 011968 Рос. Федерация / Е. А. Кижеватова, Д. В. Бакузова, В. В. Ефремов, В. П. Омельченко. — № 2015107404; заявл. 03.03.15. — 44 с.
6. Способ диагностики когнитивных нарушений сосудистого происхождения при хронической ишемии мозга: патент 2584651 Рос. Федерация: МПК А61В5/0476 (2006.01) / Е. А. Кижеватова, Д. В. Бакузова, В. П. Омельченко, В. В. Ефремов; заявитель и патентообладатель Кижеватова Елена Александровна. — № 2015107404/14; заявл. 03.03.15; опубл. 20.05.16, Бюл. № 14 . — 3 с.