

УДК 004.942

**Разработка методов и алгоритмов анализа электроэнцефалографических сигналов при исследовании искусственного сенсорного компонента**

**Коренко Н.П. (ИТМО)**

**Научный руководитель – кандидат технических наук Ковальчук С.В. (ИТМО)**

**Научный консультант – доктор биологических наук Кубряк О.В. (НИУ МЭИ)**

**Введение.** При разработке интерфейсов «человек-компьютер», реализованных в экзоскелетах и устройствах для реабилитации пациентов с нарушениями опорно-двигательного аппарата, необходима точная оценка функционального состояния человека, которая может быть проведена путём снятия электроэнцефалограммы (ЭЭГ) [1]. Однако нелинейность, нестационарность и зашумлённость ЭЭГ-сигналов осложняют их анализ традиционными методами, что ведет к искажению физиологических данных. Данная работа посвящена разработке алгоритмов комплексной обработки ЭЭГ для повышения точности распознавания устойчивости позы при использовании искусственного сенсорного компонента. Применение предложенных методов направлено на совершенствование интерфейсов «человек-компьютер» и систем реабилитации в условиях изменяющейся сенсорной нагрузки.

**Основная часть.** В работе сравниваются современные методы удаления артефактов в ЭЭГ-сигналах, полученных при поддержании вертикальной позы на стабилметрической платформе, выполняющей функцию искусственного сенсорного компонента, и предлагается новый комбинированный метод цифровой фильтрации.

Устройство в реальном времени регистрирует данные о положении центра давления на опору и передаёт испытуемому визуальную информацию об отклонениях от вертикальной позы, что вызывает регистрируемый на ЭЭГ специфический отклик.

В рамках данного исследования сравниваются различные фильтры и варьируются их параметры с целью выявления их комбинации для наилучшей очистки сигнала ЭЭГ от биологических (например, окулографические или мышечные помехи) и технических (например, помехи от сети 50/60 Гц) артефактов. В частности, произведена фильтрация с использованием полосового и медианного фильтра, фильтра Савицкого-Голея и дискретного вейвлет-преобразования с различными частотами среза, значениями ширины окна, порядками и прочими параметрами. Для количественной оценки эффективности алгоритмов фильтрации используются метрики соотношения сигнал-шум, спектральной энтропии и среднеквадратичной ошибки.

Сравнение позволило выявить оптимальные параметры фильтров, определить их применимость для удаления каждого вида артефактов, а также предложить комбинированный фильтр на основе полосового, медианного и фильтра Савицкого-Голея, последовательно очищающий сигнал и превосходящий применяемые по отдельности фильтры по указанным метрикам.

**Выводы.** Разработан программный комплекс, реализующий предложенный комбинированный метод фильтрации, который превосходит отдельные алгоритмы по эффективности очистки ЭЭГ-сигналов от биологических и технических артефактов. Внедрение данного решения позволяет повысить точность распознавания функционального состояния человека в системах с искусственным сенсорным компонентом.

**Список использованных источников:**

1. Кубряк О.В., Ковальчук С.В., Искусственный сенсорный компонент в системе человек-машина с комбинированной обратной связи // Проблемы управления. – 2024. – №6. – С. 27–37.
2. Martinek R. et al., Advanced Bioelectrical Signal Processing Methods: Past, Present

