

Анализ и фильтрация
электроокулограмм в
задаче распознавания движений глаз

Медведев Алексей Михайлович

Санкт-Петербургский Государственный Университет

Руководитель

А.А. Пименов

Рецензент

А.Т. Вахитов

Предметная область

- ▶ Eye-tracking-системы – системы, позволяющие обнаруживать и анализировать движения глаз
- ▶ Виды eye-tracking-систем:
 - ▶ Склеральные контактные линзы



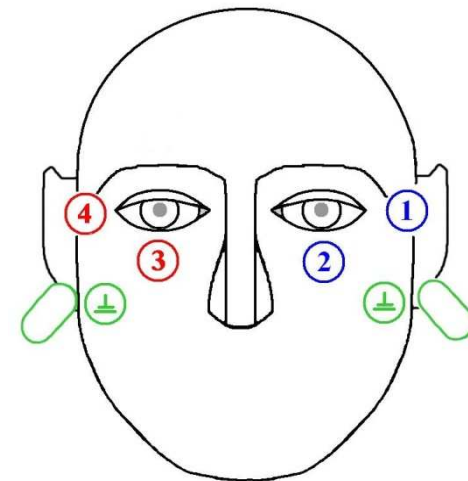
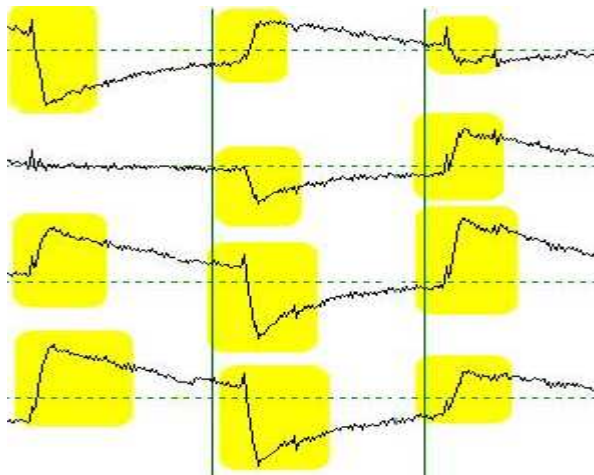
- ▶ Видеофиксация роговичных отражений



- ▶ Анализ электроокулограмм (ЭОГ)

Предметная область

- ▶ Система распознавания движений глаз (eye-tracking-системы) на основе обработки электроокулограмм - «Окулографический интерфейс», разрабатываемая в НИИ СПбГУ им. Ухтомского
- ▶ Саккады - это быстрые, строго согласованные движения глаз, происходящие одновременно и в одном направлении



Предметная область

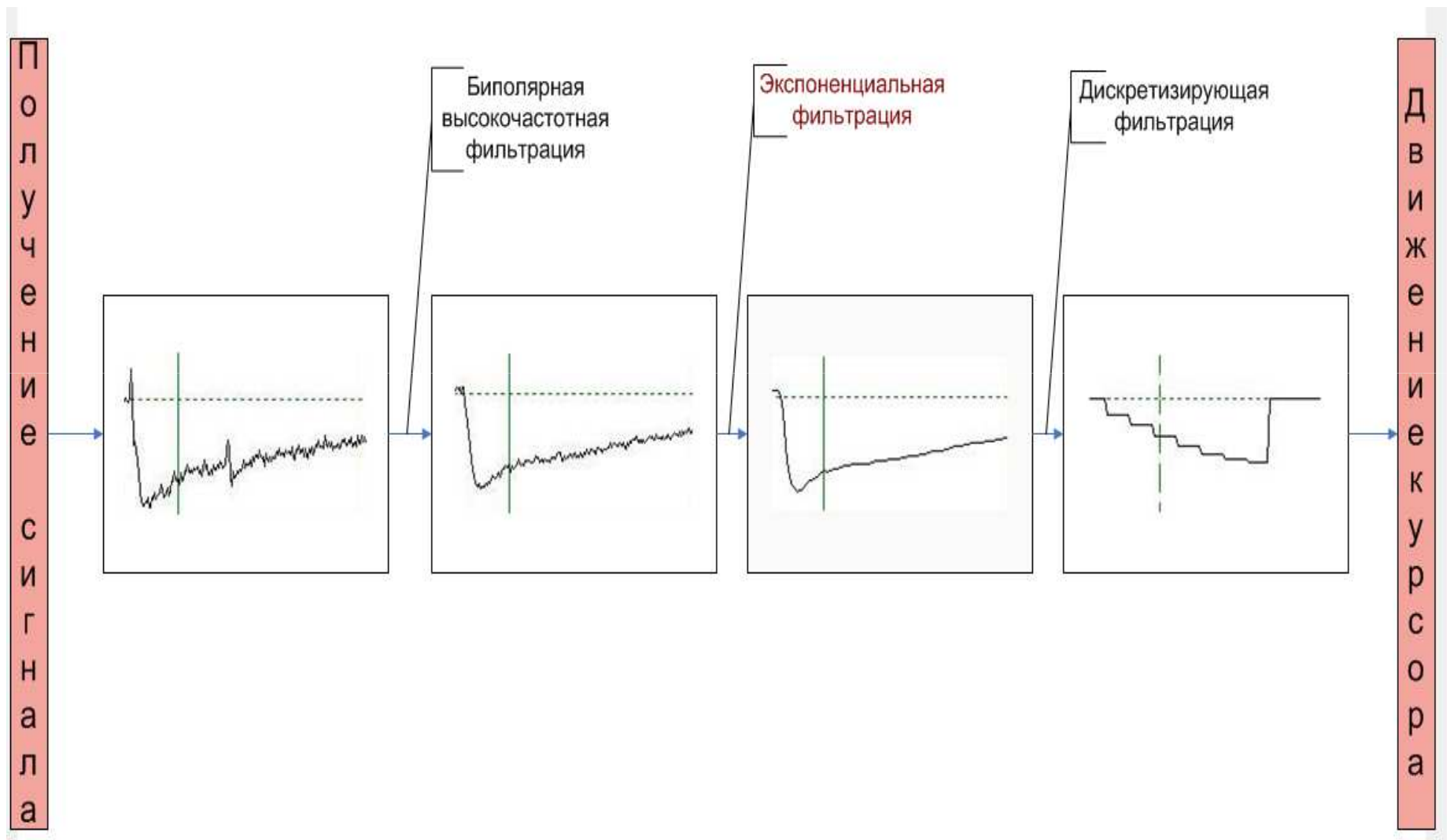
- ▶ Общая схема работы системы:
 - ▶ Калибровка
 - ▶ Снятие сигнала ЭОГ
 - ▶ Обработка сигнала
 - ▶ Управление курсором компьютера
- ▶ Неэффективность аппарата фильтрации



Постановка задачи

- ▶ Создание модуля комплексного анализа и обработки электроокулограмм для проведения исследования ЭОГ и разработки методик борьбы с помехами
- ▶ Создание модуля фильтрации электроокулограмм в режиме реального времени

Модуль фильтрации: общая схема фильтрации



Модуль фильтрации: биполярная фильтрация

- ▶ Биполярная высокочастотная фильтрация
 - ▶ Дополнительные электроды
 - Пары электродов – биполяры (1-4, 3-5)
 - ▶ Корреляции на биполярах:

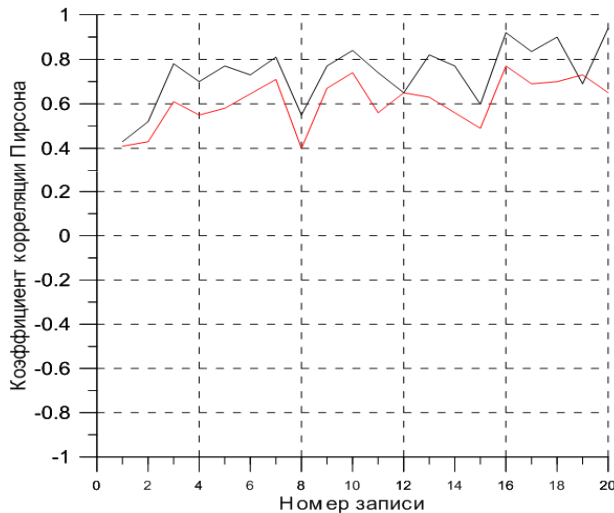
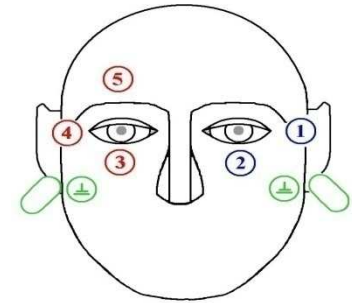


Рис 1. Корреляция ЭОГ в высокочастотном диапазоне на биполярах 3-5 (черным цветом) и 1-4 (красным цветом)

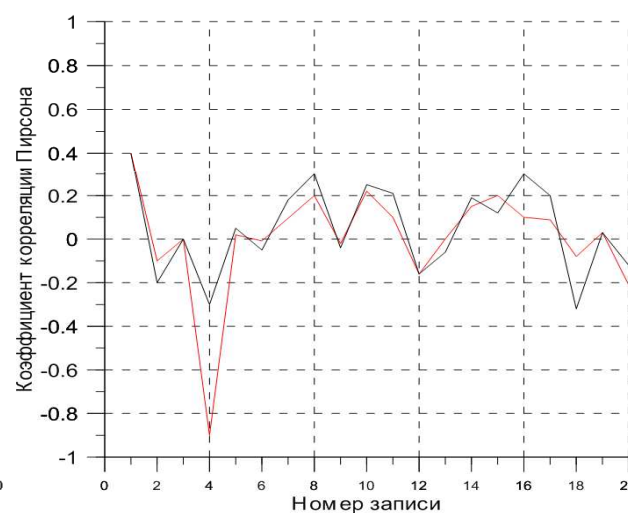


Рис 2. Корреляция ЭОГ в низкочастотном диапазоне на биполярах 3-5 (черным цветом) и 1-4 (красным цветом)

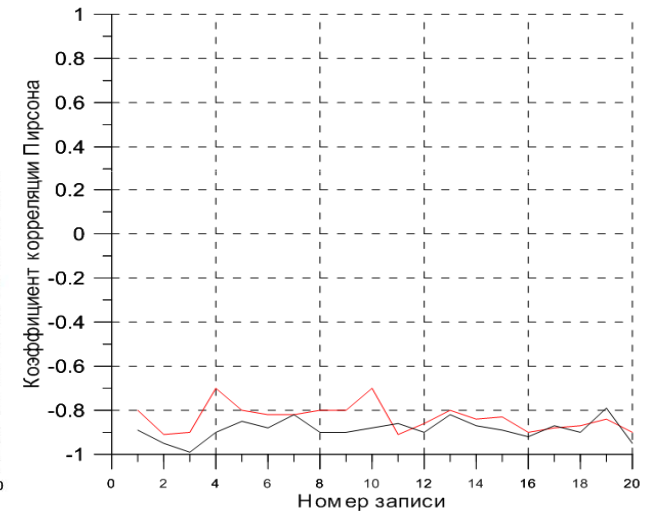


Рис 3. Корреляция передних фронтов саккад в низкочастотном диапазоне на биполярах 3-5 (черным цветом) и 1-4 (красным цветом)

- ▶ Модификация и суммирование сигналов на биполярах

Модуль фильтрации: биполярная фильтрация

- ▶ Биполярная высокочастотная фильтрация
 - ▶ Спектральное разложение сигналов ЭОГ до и после фильтрации

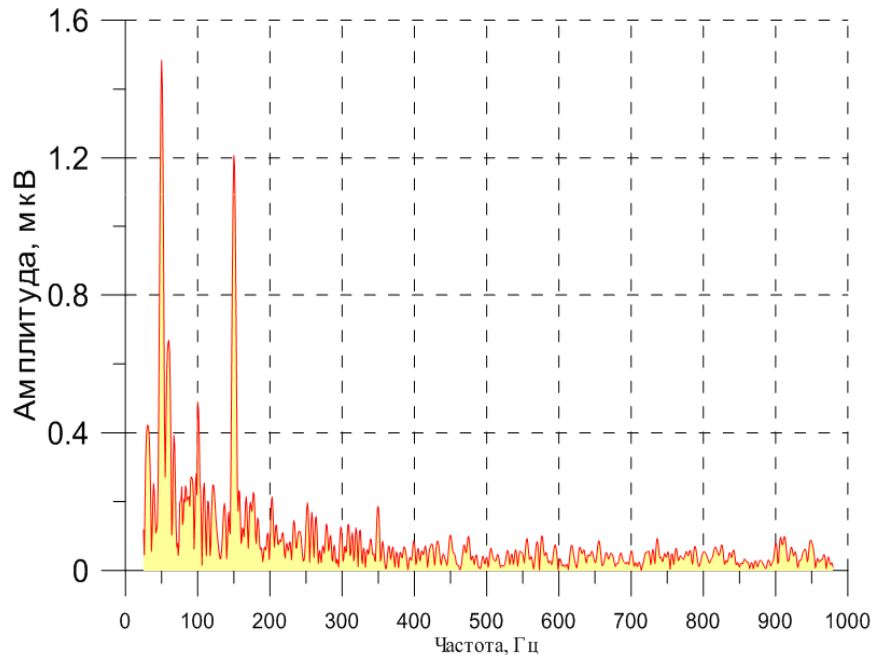


Рис 1. Высокочастотный спектр ЭОГ до высокочастотной биполярной фильтрации

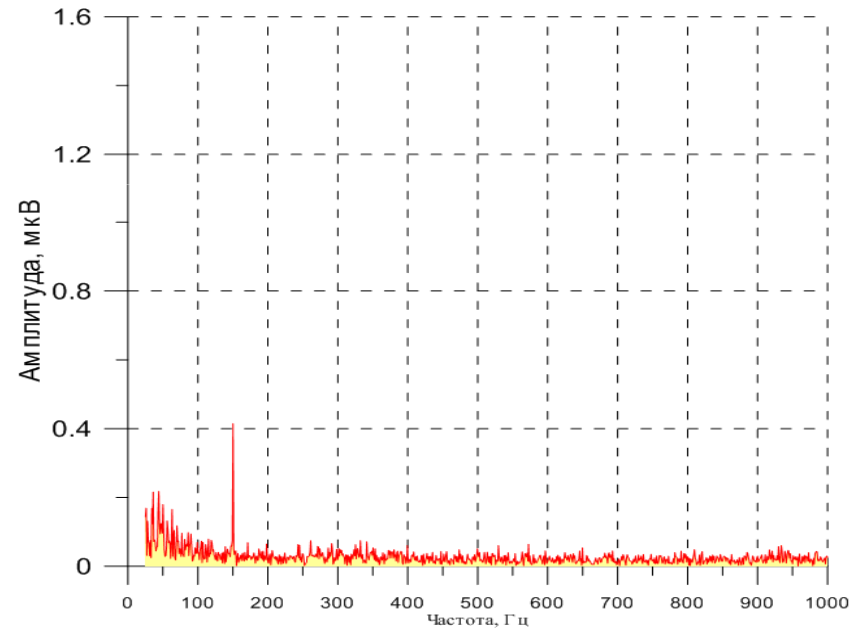
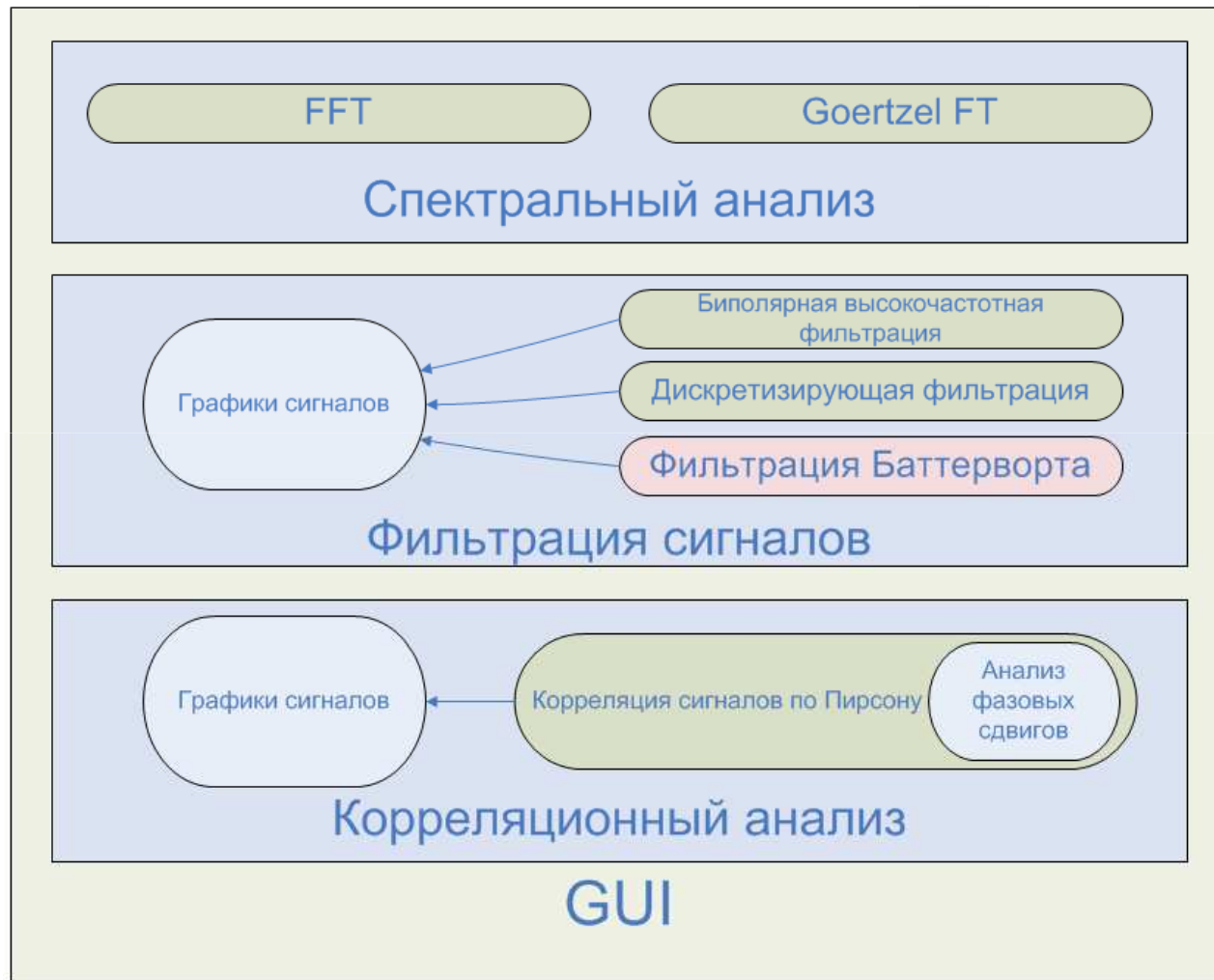


Рис 2. Высокочастотный спектр ЭОГ после высокочастотной биполярной фильтрации

Модуль фильтрации: дискретизирующий фильтр саккад

- ▶ Задачи, решаемые фильтром:
 - ▶ Подавление низкочастотных гармоник помех
 - ▶ Представление саккадических участков в виде всплесков со ступенчатым фронтом
- ▶ Реализация
 - ▶ Накапливание в циклическом буфере в режиме реального времени порций ЭОГ
 - ▶ Классификация участков ЭОГ по группам для применения различных методов обработки (подавление, представление в ступенчатом виде)

Модуль комплексного анализа и обработки ЭОГ



Результаты

- ▶ Создан модуль комплексного анализа и обработки электроокулограмм, с помощью которого проведено исследование ЭОГ, разработаны методики борьбы с помехами
- ▶ Создан модуль фильтрации ЭОГ в режиме реального времени, включающий
 - ▶ Биполярный высокочастотный фильтр
 - ▶ Экспоненциальный фильтр
 - ▶ Дискретизирующий фильтр
- ▶ Повышена эффективность распознавания параметров глазных движений в системе «Окулографический интерфейс»