

# РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ БИОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОТЕЗОМ РУКИ

*Adaptive bioelectrical artificial arm control system elaboration*

Жданов А.А.<sup>1</sup>, Полян Е.Л., Сеницын С.В.

Московский инженерно-физический институт  
(государственный университет)

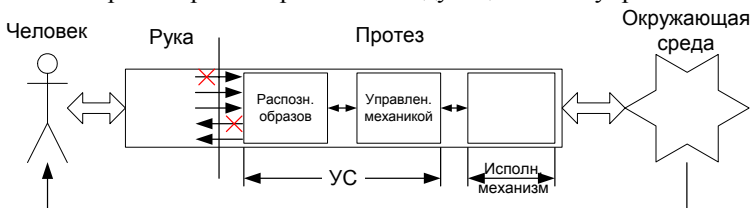
<sup>1</sup> Институт системного программирования РАН

## Аннотация

В работе обсуждается подход к разработке адаптивной системы биоэлектрического управления протезом верхней конечности. Описываются результаты программного моделирования процесса управления.

История биоэлектрического управления протезом насчитывает не одно десятилетие и широко применяется в различных областях, в том числе и в протезировании конечностей [1]. Однако не существует протезов рук, управление которыми было бы удовлетворительно похожем на управление естественной рукой. Современная вычислительная техника, микроэлектроника и алгоритмы управления делают возможным анализ биоэлектрических сигналов и выработку управляющих воздействий для протеза в реальном масштабе времени.

В работе рассматривается следующая схема управления:



Необходимость использования адаптивного управления определяется следующим. Управляющие сигналы, поступающие от человека, очень индивидуальны. Кроме того, представляется возможным получать только очень ограниченное их число (на рисунке "крестиком" отмечены недоступные сигналы) и они в достаточной степени зашумлены. Обратные связи также могут быть выполнены не в полном количестве. На протезах ставятся тактильные датчики, представляется возможным измерять нагрузку (например, по силе тока моторов) в отдельных механических блоках, но сложно передать эту информацию человеку. Исследования показали наибольшую эффективность

виброраздражителей [2], но пропускная способность такого канала недостаточна для передачи всей информации от протеза. Информация, поступающая от человека, характеризует действие, которое необходимо выполнить, косвенно: это те управляющие нервные импульсы, которые подает нервная система человека для выполнения желаемого движения. Поэтому необходимо выделить цель – т.е. "опорную траекторию" – положение в пространстве и скорости составных частей протеза (кисти, пальцев и т.п.) – задача распознавания образов управляющих команд. Далее необходимо реализовать достижение этой цели – задача управления механикой [3].

Обучение системы распознавания образов под конкретного человека предполагается проводить на компьютеризированном стенде, на котором человек учит систему методом проб и ошибок. Второй блок (см. рис.) грубо настраивается для типового протеза, а "доводка" алгоритмов управления осуществляется уже в процессе функционирования. Второй блок решает задачу адаптивного управления слежением за опорной траекторией в сложном фазовом пространстве (координаты и скорости для каждой подвижной части протеза).

В основу разрабатываемой системы управления положен метод автономного адаптивного управления (ААУ) [4]. Этот метод позволяет строить управление при неизвестной заранее модели объекта управления и предоставляет возможность подстраивать параметры во время функционирования системы.

Создан программный прототип блока системы управления, реализующий на основе метода ААУ слежение динамического объекта за опорной траекторией.

#### *Список литературы*

1. Гурфинкель В.С., Малкин В.Б., Цетлин М.Л. Шнейдер А.Ю. *Биоэлектрическое управление* // М.: Наука, 1972. 242 с.
2. Славуцкий Я.Л. *Физиологические аспекты биоэлектрического управления протезами* // М.: Медицина, 1982. 289 с.
3. *Интеллектуальные системы автоматического управления* / под ред. Макарова И.М., Лохина В.М. // М.: ФИЗМАТЛИТ, 2001. 576 с.
4. Жданов А.А. *Метод автономного адаптивного управления* // Известия Академии Наук. Теория и системы управления, 1999, №5. с. 127-134.