

ТАКТИЛЬНОЕ И СИЛОВОЕ ОЧУВСТВЛЕНИЕ ПРОТЕЗОВ РУК

Воробьёв Евгений Иванович

д-р. техн. наук, профессор, Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН-ИМАШ РАН, РФ, г. Москва

Михеев Александр Владимирович

младший научный сотрудник, ИМАШ РАН, РФ, г. Москва

Дорофеев Владимир Олегович

младший научный сотрудник, ИМАШ РАН, РФ, г. Москва

Состояние вопроса.

Проблема создания протезов рук, приближающихся по своим функциональным возможностям к рукам человека, ещё далека от своего решения. Основными проблемами при создании полного протеза руки являются проблемы управления и осязания. Наибольшие успехи достигнуты в настоящее время при создании протезов кисти руки. В этом случае для управления используются сигналы оставшихся мышц руки. [1] Однако при полной потере руки такая возможность отсутствует. В этом случае для создания многофункционального протеза руки предложено использовать метод полуавтоматического управления.[2]

В направлении создания осязаемых протезов рук можно отметить два основных направления. Одно из этих направлений состоит в установке в мозг человека специальных датчиков и разработке специального интерфейса, второе предполагает установку датчиков в плечо и разработку системы связи протеза с этим датчиком. Однако оба эти метода предполагают хирургическое вмешательство а работы находятся в поисковом состоянии.

Ниже предлагается метод осязания протеза руки на основе преобразования силового или контактного воздействия протеза с предметом в вибрационное воздействие на кожу человека[3]

В данном случае для тактильного осязания протеза используется преобразование внешнего воздействия в вибрацию, передаваемую оператору. Для этого применяется датчик давления, располагаемый в месте касания, например, на кончике пальца протеза. Наиболее удобными и простыми в использовании являются контактные резистивные датчики. Данный датчик соединяется с вибратором, который можно расположить на коже человека. При нажатии на датчик давления, на вибратор поступает электрическое напряжение заданной частоты и вибратор колеблется, давая знать человеку, что произошло касание предмета. Преобразование давления в амплитуду вибраций позволяет определять силу в точке касания и даёт знать человеку, насколько сильно протез сдавливает предмет. Информацию от датчиков давления можно использовать для защиты приводов от перегрузки. Для того чтобы можно было различать от какого именно датчика поступает сигнал, частота вибраций задаётся различной для каждого канала

Система осязания протеза руки частично восстанавливает осязательные ощущения, позволяет пользователю контролировать усилие захвата и передаёт тактильную информацию об удерживаемом предмете, что позволяет подстраивать положение пальцев под его форму. По усилию захвата можно косвенно судить о весе предмета.

Для изучения возможностей описанного метода оцувствления на практике был изготовлен опытный образец тактильного браслета с 5 вибраторами, приводимых в действие от 5 датчиков давления, по количеству пальцев на руке человека (рис.1).Образец показал возможность определения момента касания предмета и возможность идентификации касания различными пальцами

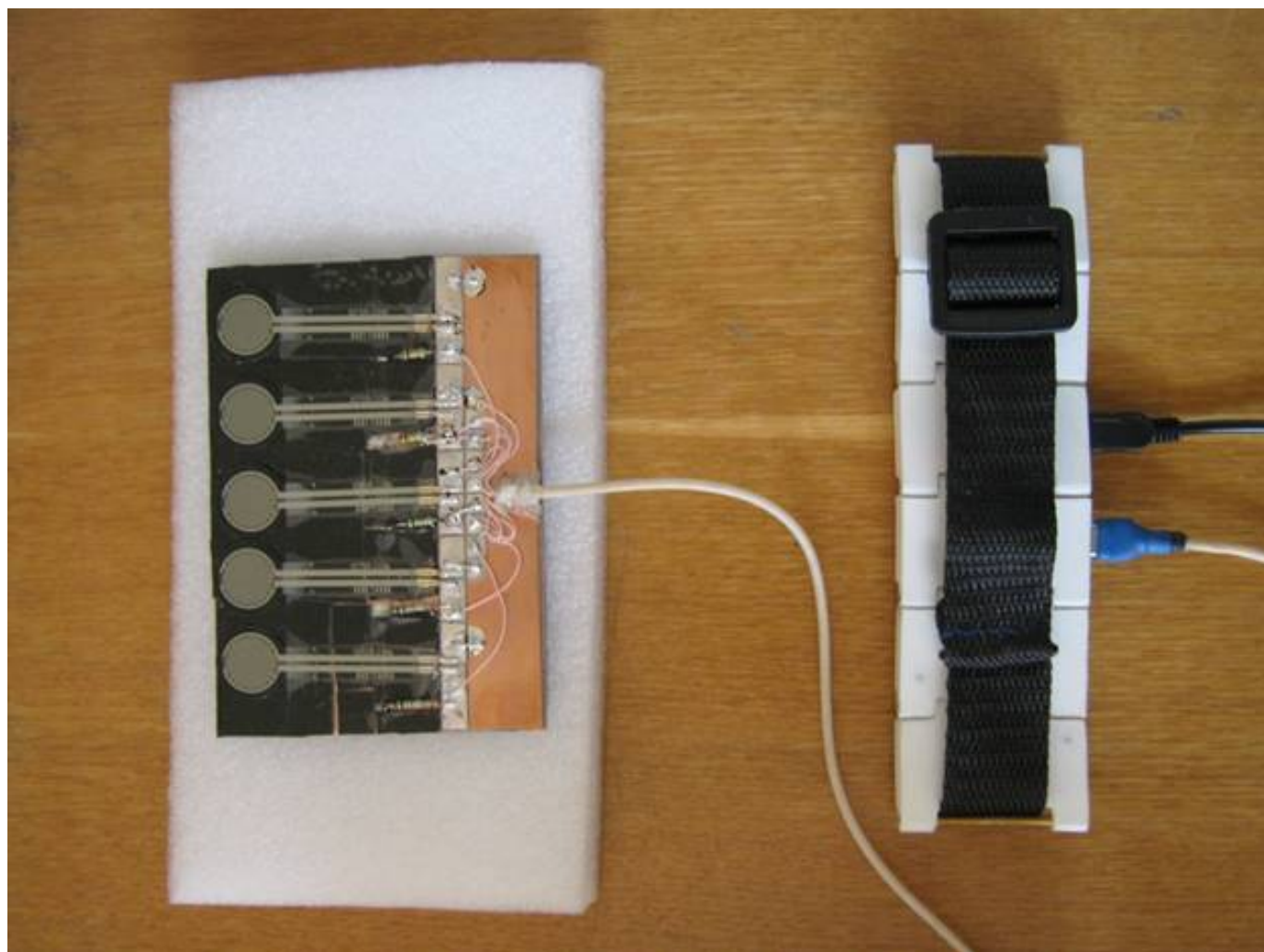


Рисунок 1. Образец тактильного браслета руки

Система оцувствления использует датчики нормальной силы расположенные в подушечках пальцев протеза. Датчики представляют собой резисторы чувствительные к давлению, включенные в делитель напряжения. При действии внешней силы на палец протеза изменяется сопротивление датчика и напряжение на делителе. Полученный сигнал усиливается и поступает на вход аналого-цифрового преобразователя (рис. 2).

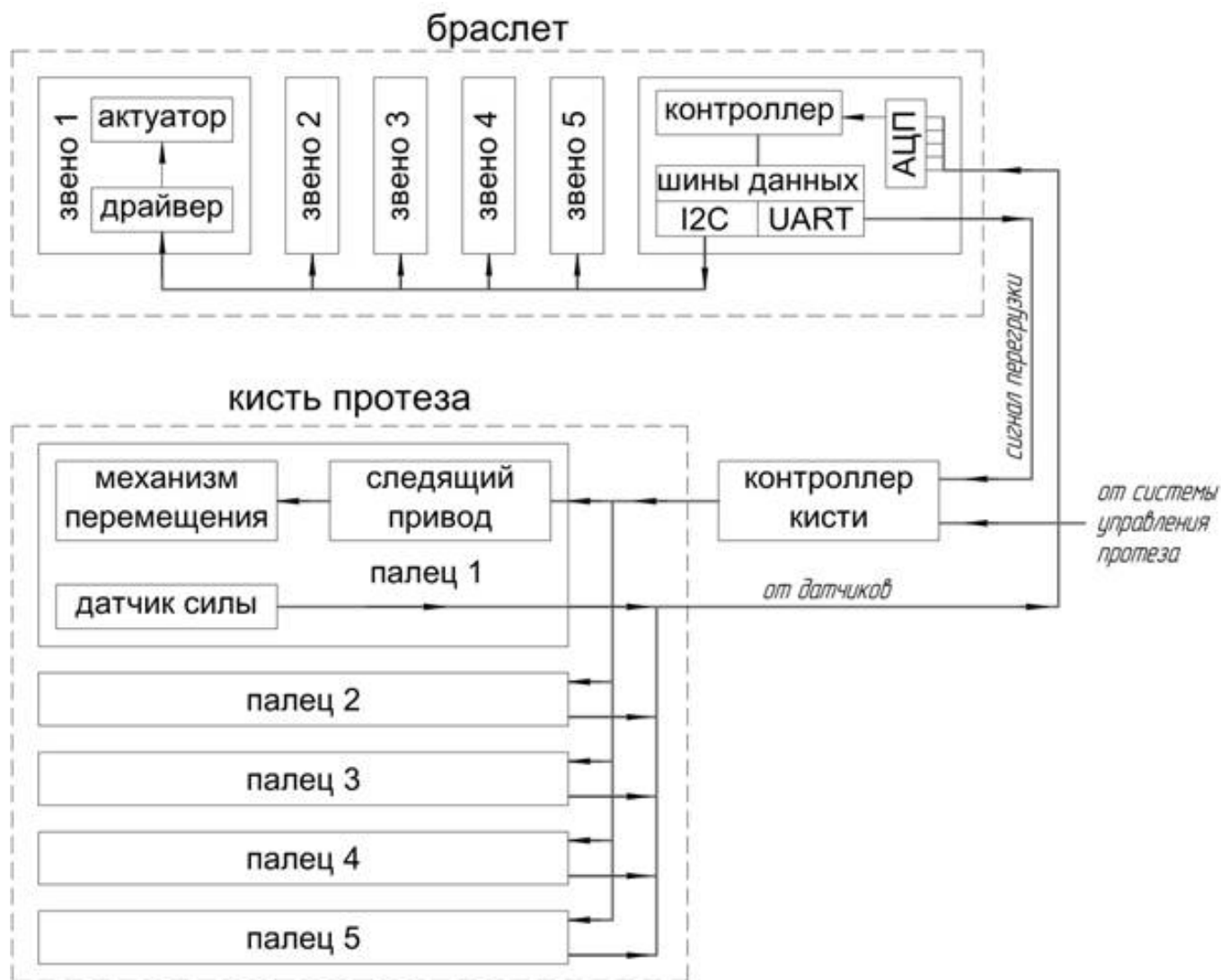


Рисунок 2. Структурная схема действия тактильного браслета

Тактильная обратная связь достигается при помощи пяти вибрационных актуаторов (груз на управляемом электромагнитном подвесе или попросту вибратор), встроенных в специальный браслет. В каждом звене браслета расположен 1 актуатор и плата управления. В одном из звеньев размещён контроллер со встроенным аналого-цифровым преобразователем и усилитель сигналов с датчиков. Контроллер отсекает постоянную составляющую сигнала, которая идет при отсутствии нагрузки, и преобразует показания датчиков в амплитуду вибрации в соответствии с логарифмическим масштабом, а так же формирует сигнал перегрузки для приводов протеза. Звенья с актуаторами и контроллер связаны цифровой шиной передачи данных по которой исполнительным звеньям передаётся информация о амплитуде и частоте вибрации. Для лучшей различимости вибрации от разных актуаторов, каждому датчику усилия соответствует своя частота вибрации. Браслет связан с протезом кабелем, по которому идут сигналы от датчиков, сигнал перегрузки и напряжение питания. Алгоритм работы показан на рис. 3.

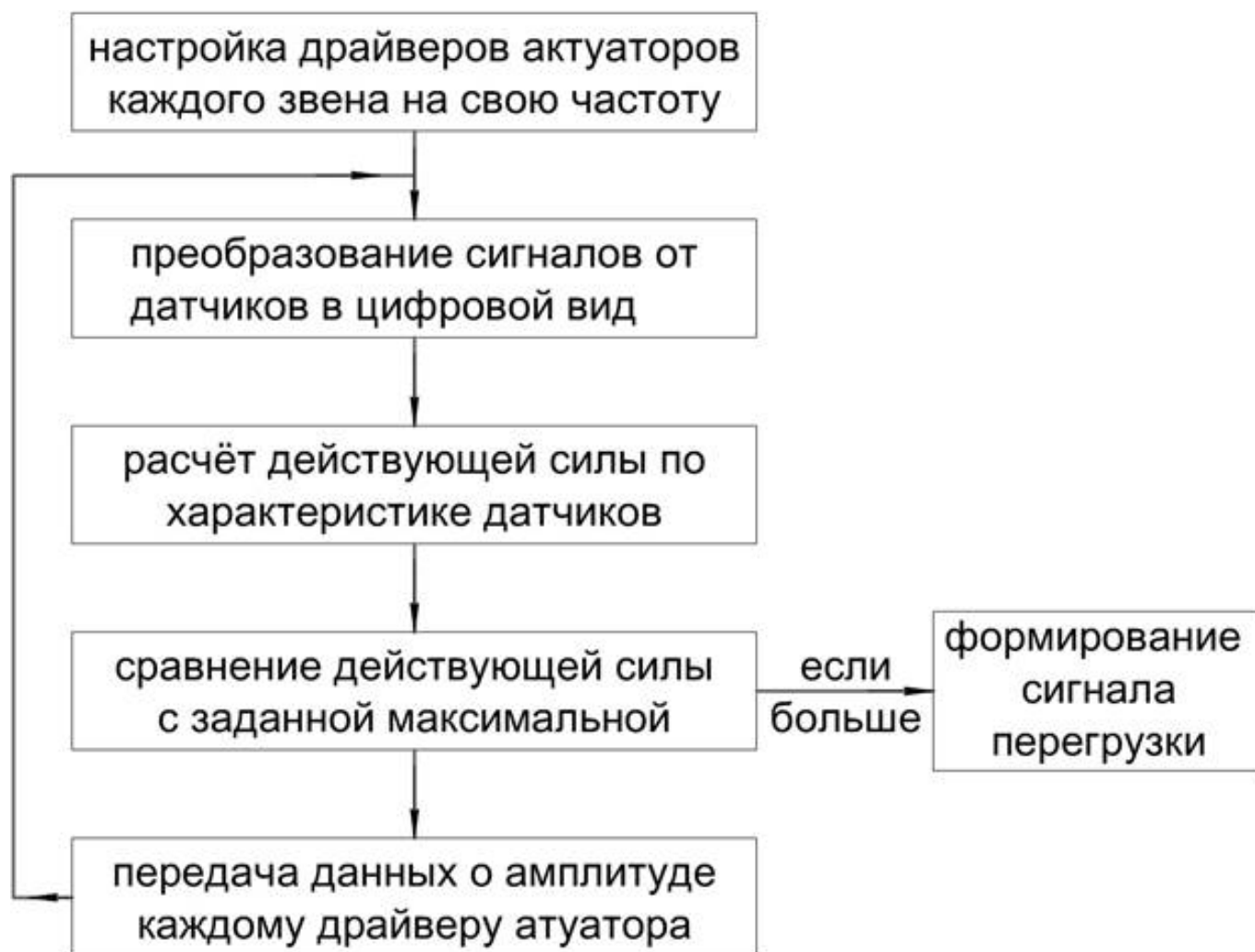


Рисунок 3. Алгоритм функционирования браслета

Список литературы:

1. Кобринский А.Е. Использование биотоков для целей управления.

Изв. АН СССР. ОТН. Энергетика и автоматика. 1959. № 3 с.38-48

2. Воробьёв Е.И. Михеев А.В. Константинов А.Н. Метод полуавтоматического управления протезом руки. Проблемы машиностроения и надёжности машин. 2018. №3. С.96-101

3. Чижиков В.И. Проектирование кисти протеза с оцувствлением и динамически устойчивым механизмом захвата Вестник московского государственного университета приборостроения информатики. 2014. №55. С.39-55