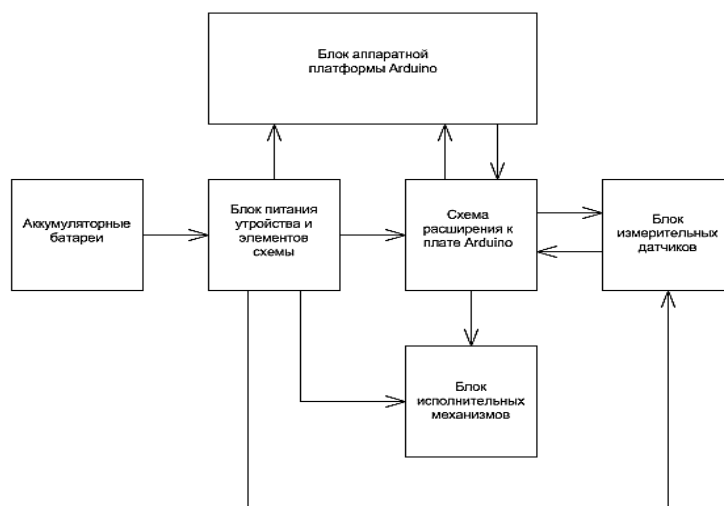


## АРХИТЕКТУРА АНТРОПОМОРФНОГО РОБОТИЗИРОВАННОГО МАНИПУЛЯТОРА НА БАЗЕ ПЛАТФОРМЫ ARDUINO

В настоящее время разрабатывается довольно много устройств, позволяющих использовать пальцы рук в качестве источника управляющих сигналов для антропоморфного исполнительного механизма. Соответственно возрастает актуальность разработки недорогих конструкций и схем, осуществляющих съём данных для управления и их преобразование в движение соответствующих механических узлов. Решению настоящей задачи посвящена настоящая работа.

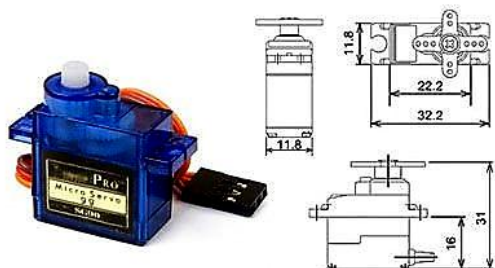
В качестве основы для микроконтроллерного блока, выполняющего обработку сигналов, поступающих с измерительных датчиков, а также передачу сигналов управления к исполнительным устройствам, выбрана популярная платформа Arduino, распространяемая с полным комплектом документации и, благодаря открытой архитектуре, имеющая широкий спектр опубликованных наработок [1]. Плата Arduino включает микроконтроллер ATmega, а также стандартные элементы обвязки для программирования и интеграции с другими блоками. Поскольку в микроконтроллере предварительно прошит загрузчик, программирование и обмен данными с ПК выполняется через USB-обертку последовательного интерфейса. Схема расширения к плате Arduino представляет собой печатную плату, подключаемую непосредственно к Arduino для уменьшения количества внешних проводников.



**Рисунок 1** – Структурная схема блока управления роботизированным антропоморфным манипулятором

Структура разрабатываемого блока управления роботизированным антропоморфным манипулятором показана на рисунке 1. Блок питания устройства и элементов схемы задаёт необходимые напряжения питания для функционирования контроллера Arduino, исполнительных механизмов, а также измерительных датчиков. Блок исполнительных механизмов представлен пятью сервоприводами, которые выполняют необходимые действия для имитации основных движений руки. Блок измерительных датчиков представлен набором датчиков изгиба, предназначенных для фиксации степени сгибания пальцев руки.

Сервоприводы блока исполнительных механизмов отвечают за сгибание пальцев манипулятора. Они позволяют с высокой точностью регулировать вращение их оси в пределах от 0 до 180 градусов. Каждый сервопривод снабжён встроенным драйвером управления, что упрощает проектирование и сокращает аппаратные затраты. При помощи системы тросов для обеспечения движения одного пальца требуется всего один сервопривод, а для исполнительного механизма в виде пятипалой руки — соответственно 5 сервоприводов. Внешний вид и основные размеры сервопривода SG90, использованного при реализации манипулятора, изображены на рисунке 2.



**Рисунок 2** – Сервопривод SG90 и его установочные размеры



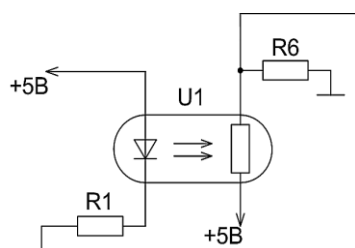
**Рисунок 3** – Принцип работы датчика изгиба

Управляющие сигналы формируются микроконтроллером при обработке сигналов, поступающих с блока измерительных датчиков. Для фиксирования степени сгибания каждого из пальцев руки была разработана цифровая перчатка. Принцип работы основан на использовании резистора изгиба. При сгибании пальцев резисторы будут сгибаться вместе с ними, тем самым изменяя своё сопротивление. Таким образом, сравнив разницу величины сопротивления каждого согнутого резистора с величиной, равной величине сопротивления выпрямленного резистора, можно с достаточной точностью определить, насколько сильно согнут тот или иной палец.

Для удешевления конструкции было принято решение о создании оригинального датчика изгиба. Принцип его работы основан на фоторезисторе и светодиоде. Свет от светодиода поступает на фоторезистор по силиконовой трубке. При ее изгибе свет будет падать в меньшем количестве, а значит, у фоторезистора будет меняться сопротивление на выходе. На рисунке 3 изображён принцип работы датчика, основанного на светодиоде и фоторезисторе.

Подключая его к Arduino, нужно подключить фоторезистор и светодиод между 5В и землёй (GND) через резисторы, а показания снимать в месте спайки фоторезистора и подтягивающего резистора. На рисунке 4 изображён получившийся датчик изгиба и его эквивалентная схема.

К плюсам такого датчика можно отнести низкую стоимость, простоту сборки, а также неплохую линейность показаний и доступность расходных материалов.



**Рисунок 4** – Датчик изгиба



**Рисунок 5** — Схема расширения к плате Arduino

Схема расширения к плате Arduino представлена печатной платой, которая соединяется непосредственно с аппаратной платформой Arduino при помощи штыревых контактов. На схеме расширения располагаются элементы, которые не удалось разместить на созданной цифровой перчатке. Также плата расширения позволяет минимизировать использование внешних проводников, тем самым увеличивая надёжность всей системы. На рисунке 5 изображена схема расширения.

В результате использования описанных конструктивных и схематических решений была разработана демонстрационная модель роботизированного антропоморфного манипулятора, позволяющая копировать движения руки человека. Проведённое тестирование показало работоспособность созданного действующего макета.

#### **Список цитированных источников**

1. Костюк, Д.А. Оценка состояния пользователя с помощью платформы Arduino / Д.А. Костюк, О.О. Латий // Информационные технологии и системы 2014 (ИТС 2014): материалы международной научной конференции; Минск, БГУИР, 29 октября 2014 г. – Минск: 2014. – С. 57–58.
2. Механическая рука Shadow Dextrous Hand / dailytechinfo.org [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://www.dailytechinfo.org/robots/794-mexanicheskaya-ruka-shadow-dextrous-hand-odin-iz.html>. – Дата доступа: 28.03.2016.
3. ExoHand. Экзоскелет кисти человека / na-komp.ru [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://www.na-komp.ru/nastrojka-i-remont/exohand-ekzoskelet-kisti-cheloveka.html>. – Дата доступа: 28.03.2016.
4. Essential Reality P5 Glove / morpheus.in.ua [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://morpheus.in.ua/a188043-essential-reality-glove.html>. – Дата доступа: 28.03.2016.
5. Прототип нового контроллера от Microsoft / gametech.ru [Электронный ресурс]. – 2016. – Режим доступа: <http://www.gametech.ru/news/30754>. – Дата доступа: 27.04.2016.

*УДК 656.13.05*

*Шукало В.С.*

*Научный руководитель: к.т.н., доцент Шуть В.Н.*

### **СИСТЕМА ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ РАЗЪЕЗДОМ НА ПЕРЕКРЕСТКЕ**

За последние пятьдесят лет транспортное средство (ТС) претерпело большое количество изменений и улучшений: инженеры смогли шагнуть от первых прототипов полуавтоматической коробки передач до электромобилей Tesla и беспилотных автомобилей Google. С каждым днём возрастает не только качество автомобилей, но и их количество. Поэтому современные быстроразвивающиеся крупные города ежедневно сталкиваются с проблемами заторов на дорогах, что влечет за собой снижение пропускной способности дороги, нарушение работы экстренных и оперативных служб, общее увеличение времени в пути, приносящий экономический ущерб из-за потерянного времени, увеличение расхода топлива и, как результат, выброс вредных веществ, увеличение износа автомобиля, увеличения шума, стресс водителей и пассажиров, а также увеличение аварийности.

Рассмотрим факторы, отвечающие за контроль и управление транспортом. В настоящее время важнейшим из них и основным является светофор. Све-