

УДК 62-526

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ МОБИЛЬНОГО РОБОТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА

Пахолюк А.А.¹, студент гр. 12002112, IV курс, Худасова О.Г.¹, ст. преп.,

Научный руководитель: Шеметова О.М.¹, к.т.н., ассистент

¹ Белгородский государственный национальный исследовательский
университет, г. Белгород

Мобильный робототехнический комплекс включает следующие ключевые системы: транспортную систему, систему управления и специализированную систему, системы координации функционирования систем и системы управления специальным оборудованием, специальные системы подразделяются на специальное оборудование и подсистему управления технологическим оборудованием. Транспортная система объединяет само транспортное средство и подсистему его управления, тогда как система управления охватывает управление движением. В состав системы управления движением входит система планирования движений, картографическая база данных, навигационная система привязки и система сенсорных устройств. В свою очередь, система управления специальным оборудованием включает в себя систему принятия решений, систему позиционирования, систему наведения и автоматического отслеживания целей, а также различные технические датчики. В зависимости от типа движителя робототехнические комплексы могут быть оптимизированы под определённые условия эксплуатации (рисунок 1) [2].



Рисунок 1. Гусеничный робот РТК-05

Для реализации системы управления роботизированного мобильного комплекса разработаем структурную схему. Структурная схема — это совокупность элементарных звеньев объекта и связей между ними, один из видов графической модели. Под элементарной частью понимается составная часть какого-либо объекта, системы управления и прочего, выполняющая базовую функцию [3].

Структурная схема иллюстрирует функционирование системы управления мобильным роботом. Она устанавливает взаимодействие с вышестоящим уровнем управления и собирает данные от различных компонентов, включая датчики и драйверы моторов. Драйверы моторов принимают команды от управляющей схемы, исполняют их и предоставляют отчетность о выполненных операциях, выявленных ошибках и контролируемых показателях. Эти драйверы должны обладать универсальностью, чтобы обеспечивать совместимость с разнообразными видами двигателей и датчиками обратной связи. На рисунке 2 показана структурная схема системы управления мобильным роботом.

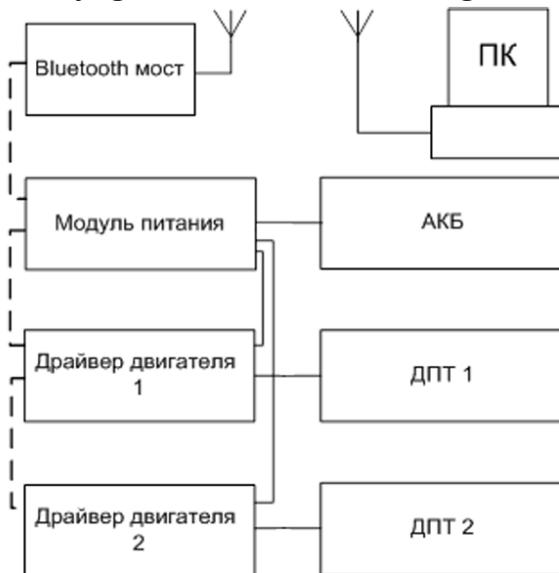


Рисунок 2. Структурная схема системы управления мобильным роботом

Для обеспечения питания была разработана особая плата, которая трансформирует входящее напряжение и направляет его к различным потребителям энергии. Сначала активируется основной переключатель, благодаря чему питание поступает к сенсорам и радиомодулю, а силовые компоненты остаются временно обесточенными. После деактивации кнопки экстренной остановки и приема соответствующего сигнала от компьютера питание направляется к силовой части системы. Структурная схема управления питанием представлена на рисунке 3.

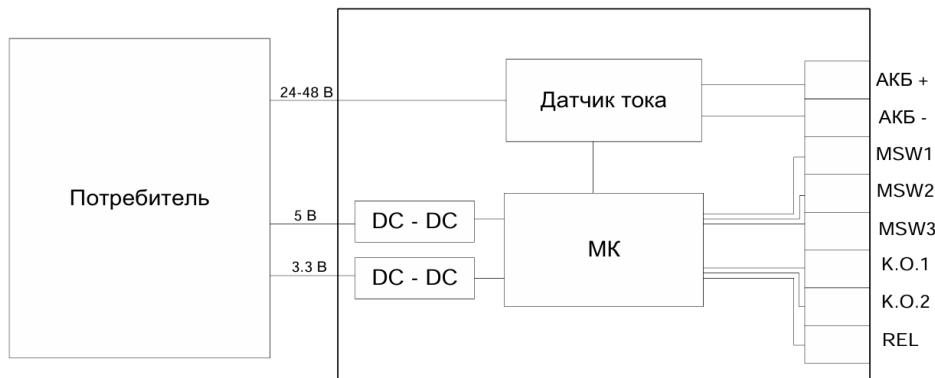


Рисунок 3. Структурная схема управления питанием

Для соединения персонального компьютера с системой управления используется модуль Bluetooth, который формирует беспроводные персональные сети (WPAN). Этот модуль обеспечивает передачу команд и данных в режиме реального времени на дистанцию до 100 метров, однако она может варьироваться в зависимости от наличия помех. Структурная схема радиоканала представлена на рисунке 4.

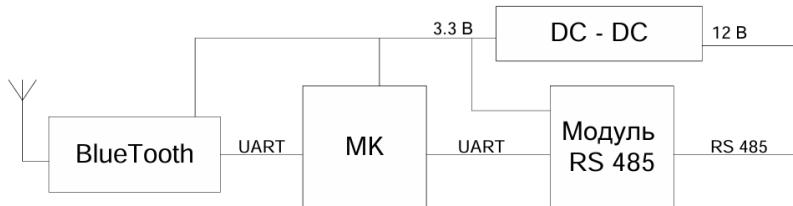


Рисунок 4. Структурная схема радиоканала

Для управления силовой частью была дополнительно разработана плата для распределения входного напряжения между потребителями, т.к. предварительные расчеты показали недостаточную работоспособность системы. Структурная схема двигателя силовой части представлена на рисунке 5.

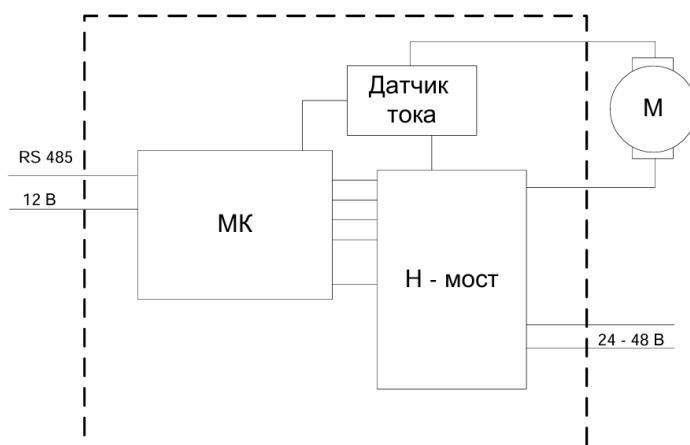


Рисунок 5. Структурная схема двигателя силовой части

На базе чипа ATxmega16A4U был разработан драйвер двигателя. Микросхема ATxmega16A4U показана на рисунке 6 [4,5].

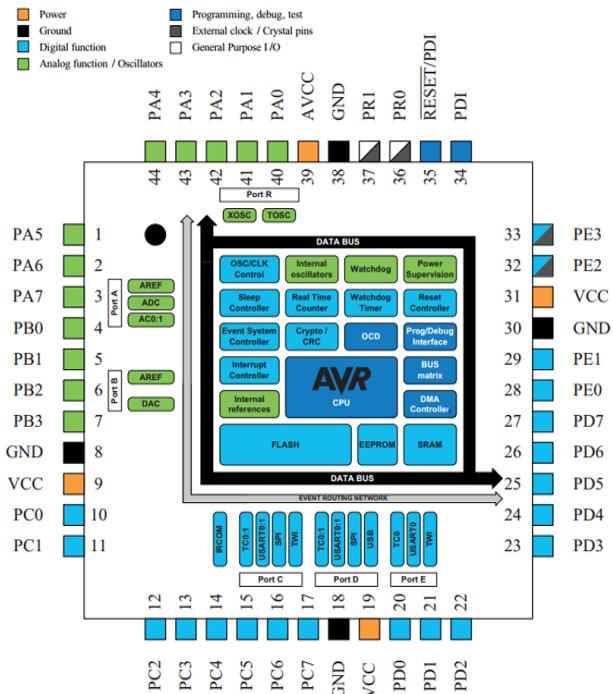


Рисунок 6. Микросхема ATxmega16A4U

Семейство ATxmega16A4U отличается высокой эффективностью, низким энергопотреблением и богатым набором периферийных устройств, что делает его универсальным решением для различных задач.

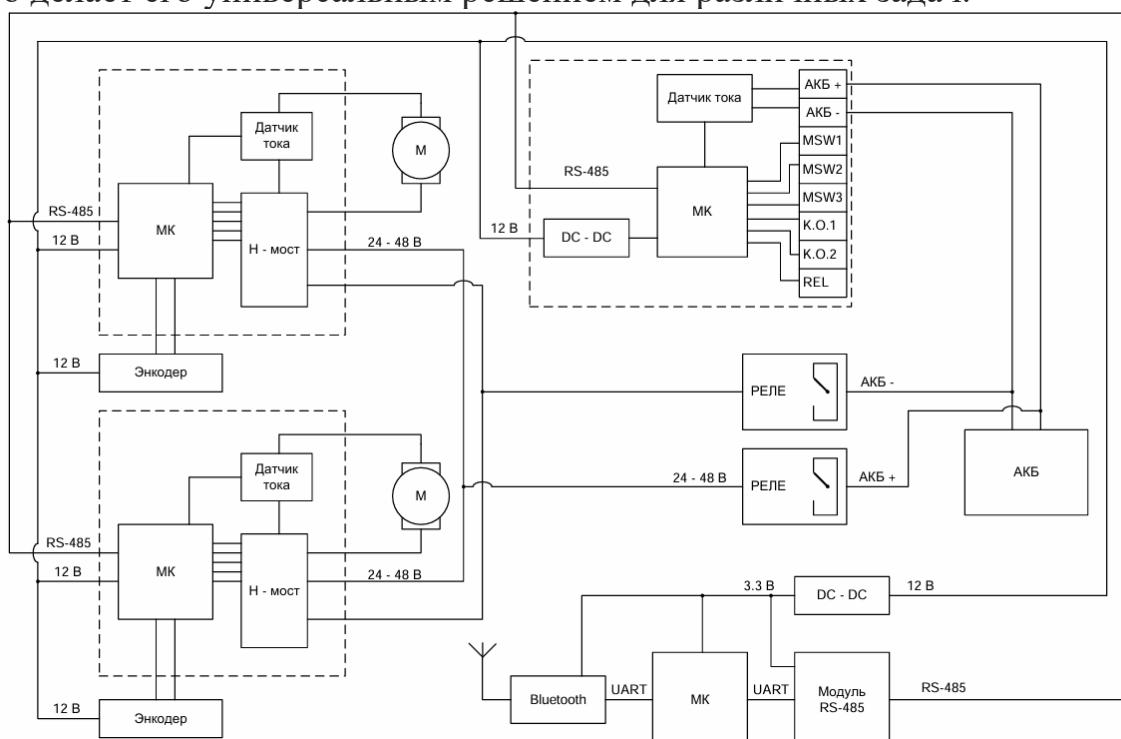


Рисунок 7. Функциональная схема мобильного комплекса

Функциональная схема мобильного комплекса, изображенная на рисунке 7, включает в себя силовые платы для управления моторами, блок управления питанием, модуль Bluetooth и энкодер, наглядно показывая функционирование всей системы. Напряжение 24В от аккумуляторной батареи подается на плату управления питанием и силовые блоки управления двигателями посредством реле Titan SW-5, которое предотвращает возникновение короткого замыкания. Плата распределения питания осуществляет преобразование напряжения и его распределение среди потребителей. Микроконтроллер мобильного комплекса управляет двигателями с помощью Н-моста. После запуска тележки будет включаться камера, которая распознаёт линию движения на основе настроек. Схема алгоритма работы автономной мобильной роботизированного комплекса представлена на рисунке 8.



Рисунок 8. Алгоритм работы системы позиционирования мобильного роботизированного комплекса

Камера передаёт векторы траектории на микроконтроллер, который обрабатывает сигнал и направляет его на драйвер двигателей. Драйвер активирует движение платформы, а камера продолжает отслеживать линию и обновлять данные для контроллера. Система должна обладать следующим функционалом:

- распознавание траектории, по которой будет перемещаться роботизированный мобильный комплекс;
- обнаружение поворотов и пересечений дорог;
- построение маршрута вдоль заданной линии;
- точное соблюдение запрограммированного пути.

Во время передвижения мобильный роботизированный комплекс обязан поддерживать оптимальную скорость, чтобы своевременно реагировать на повороты и корректно идентифицировать пересечения.

Спроектированная структурная схема определяют структуру системы управления и взаимосвязь всех частей мобильного робототехнического комплекса. Эта схема помогает лучше понять принципы работы системы и служат ориентиром для дальнейшей реализации программного обеспечения и интеграции оборудования. Выполнена стадия программирования и тестирования созданных моделей и схем. Это позволило убедиться в правильности работы управляющих алгоритмов и гарантировать надежную работу всей системы.

Список литературы:

1. Филатов, В.И. Разработка наземного мобильного робота, оснащенного системами адаптивной подвижности / В. И. Филатов, Д. В. Зезюлин, Д. Ю. Тюгин [и др.] // Транспортные системы. – 2018. – № 2(8). – С. 30-40.
2. Журавлев, Д. В. Мобильные робототехнические комплексы / Д. В. Журавлев, М. А. Сиваш, Д. И. Наумов. – Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2020. – 124 с.
3. Стадухин, А. А. Метод определения характеристик электромеханической системы «двигатель-движитель» гусеничного мобильного роботизированного комплекса : специальность 05.05.03 "Колесные и гусеничные машины" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Стадухин Антон Алексеевич. – Москва, 2013. – 155 с.
4. Бионические системы управления мобильными робототехническими комплексами / О. Н. Бодин, О. Е. Безбородова, А. Н. Спиркин, В. В. Шерстнев. – Пенза : Пензенский государственный университет, 2022. – 236 с.

5. Дышленко, В. С. Исследование динамики мобильного робота для перемещения по вертикальным поверхностям : специальность 01.02.06 "Динамика, проность машин, приборов и аппаратуры" : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Дышленко Вячеслав Сергеевич. – Курск, 2006. – 16 с.