

УДК 62.83

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ
ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ИНВАЛИДНОЙ КОЛЯСКИ INVACARE
STORM XS НА БАЗЕ STM32F401CC**

Ю.Д.Романенко, А.В.Захаров, Д.О.Петренко, Д.Н.Мирошник
ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет»

В статье описывается система управления электроприводом инвалидного кресла Invacare Storm XS, в которую входит: синтез контура регулирования тока, создание программы для управления модулем Bluetooth и создание программы для микроконтроллера STM32F401CC.

***Ключевые слова:** микроконтроллер, контур тока, инвалидная коляска, двигатель постоянного тока*

The article describes the development of a full-fledged power converter for a wheelchair, capable of not only controlling two DC motors, but also serving as a power source for a microcontroller with a Bluetooth module and having a calibrated current sensor. As components, P and N channel MOSFETs with power, high-frequency diodes were selected.

***Keywords:** microcontroller, current loop, wheelchair, DC motor*

Электромеханические инвалидные коляски созданы для помощи людям с ограниченными возможностями в достижении максимальной самостоятельности. Причем данный вопрос в настоящее время решается даже для людей, у которых полный паралич конечностей [1].

Современная коляска это элемент электронного оборудования которое нас окружает, она может выполнять голосовые команды, иметь на борту навигационное оборудование в виде датчиков расстояния и камер, выполнять функции перевозчика нескольких больных и т.д. Все это достигается приданием ей свойств робота, однако главной ее функцией все же является передвижение человека при помощи электропривода.

В данной работе рассматривается инвалидная коляска «INVACARE STORM XS» (Рис. 1).

Кресло оборудовано двумя коллекторными мотор-редукторами GP8040SB-SRG1B напряжением 24В, номинальным током 14.6А с мощностью 350Вт при 4000 об/мин каждый. В состав двигателей входят электрические тормоза с усилием в 2.2Н*м и понижающие редукторы с передаточным числом 25. При весе около 105кг со свинцовыми аккумуляторами максимальная скорость равна 6км/ч. На данный мо-

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ, ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СИСТЕМ

мент на коляске отсутствуют датчики, система управления, аккумуляторные батареи, а так же имеются нерабочие тормоза без возможности восстановления.

Для ее передвижения предлагается [2] использование модулей преобразования энергии постоянного тока Monster Moto Shield VNH2SP30 в комплексе с датчиком тока ACS758. При этом регулирование моментов двигателей осуществляется при помощи управления токов якоря в замкнутых контурах.

Недостатком предложенного решения является ограниченное напряжение питания модуля до 20В, хотя двигатели имеют номинальное напряжение 24В. К тому существенный нагрев модуля, сопровождающийся работой инвалидной коляски в зоне нагрузок близких к номинальным, требует установки охлаждающего вентилятора. При этом увеличиваются габариты, ухудшается надежность (отключение вентилятора неизбежно приведет к выходу из строя модуля).

Цель работы: восстановление работоспособности имеющегося инвалидного кресла путем создания новой системы управления с использованием современного микроконтроллера и управлением со смартфона.



Рисунок 1 – Инвалидное кресло Invacare Storm XS

Основными задачами системы управления (СУ) электроприводом являются: осуществление пуска, останова и реверса. Поэтому для

движения кресла достаточно синтезировать контур тока якоря (момента), для выполнения заданных операций.

Функциональная схема контуров регулирования тока двигателей представлена на рис.2.

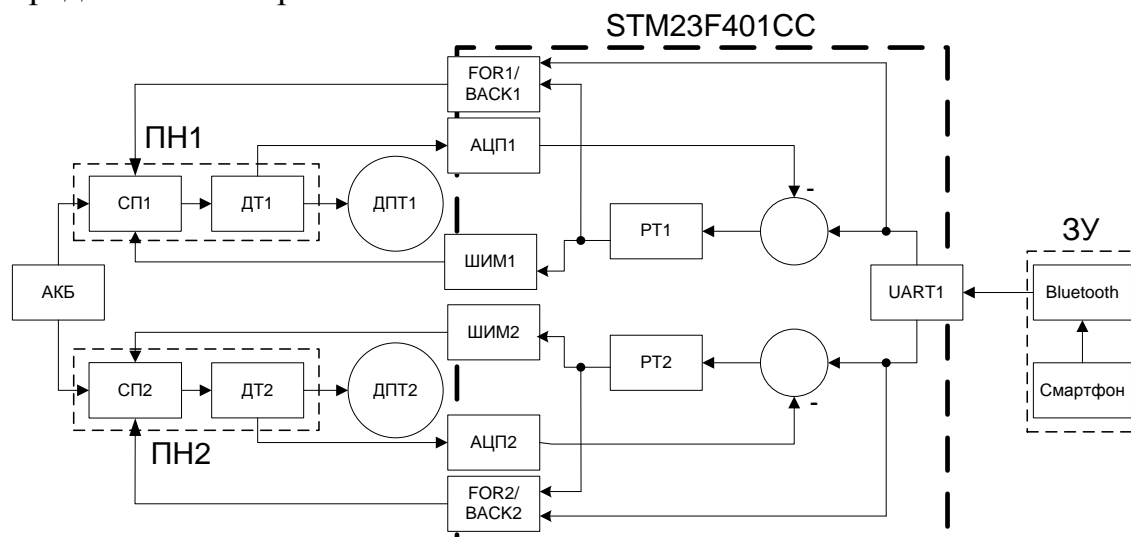


Рисунок 2 – Функциональная схема СУ

На ней видно, что выходы регуляторов тока якоря (РТ1-РТ2) изменяют скважность импульсов, а цифровые выходы FOR1/BACK1, FOR2/BACK2 отвечают за направление движения.

Для того чтобы дистанционно управлять инвалидной коляской со смартфона в данном проекте предложено использовать модуль Bluetooth HC-05, а в качестве среды разработки - App Inventor. Данная среда позволяет пользователю, имея минимальные знания программирования, создавать android приложения для смартфонов.

На рисунке 3 изображено приложение на смартфоне содержащее необходимые органы управления одним двигателем инвалидной коляски.

Модель системы управления в программе Matlab представлена на рисунке 4.

Данную схему условно можно разделить на 2 части: первая часть – силовая, в которой присутствует двигатель постоянного тока, силовые ключи, шунт и источник питания, вторая часть – система управления двигателем, в которой присутствует калибровка и измерение тока, имитация сигналов со смартфона, настройка регулятора тока и генератор ШИМ.



I - задание на ток, Kp – пропорциональный коэффициент регулятора, Ki – интегральный коэффициент регулятора, Сброс – сброс интегратора, Ready – разрешающий сигнал*

Рисунок 3 – Внешний вид приложения на смартфоне

В качестве источника питания выбран аккумулятор с напряжением 24В. Верхние ключи отвечают за направление вращения, нижние – задают скорость. Блок Smartphone имитирует сигналы задания со смартфона, которые приходят на микроконтроллер с модуля Bluetooth. Блок shunt + Opamp AD823 имитируют шунт с операционным усилителем. Блок STM32F401CC имитирует микроконтроллер, в котором происходит калибровка сигнала с датчика тока, настройка ПИ - регулятора и т.д. Блоки IR2104 является драйверами для силовых ключей. На базе данной модели в дальнейшем будет построен алгоритм управления инвалидной коляской.

Для управления выходного напряжения преобразователя используется униполярная ШИМ. Поэтому ток якоря оцифровывается в момент времени, соответствующий середине импульса тока I_d [3]. В зависимости от режима работы электропривода или при минимуме несущей пилы таймера (двигательный режим), или при максимуме (генераторный режим).

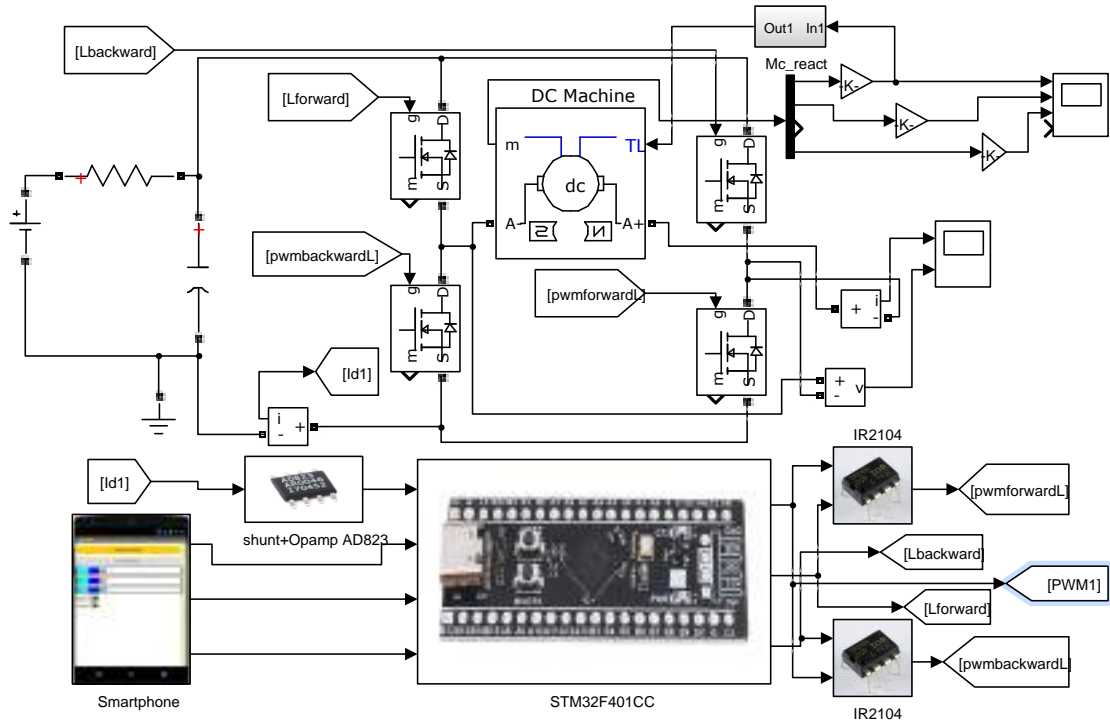


Рисунок 4 – Модель СУ одним двигателем в Matlab

Результаты моделирования представлены на рисунке 5. Они подтверждают правильность настроек контура регулирования тока.

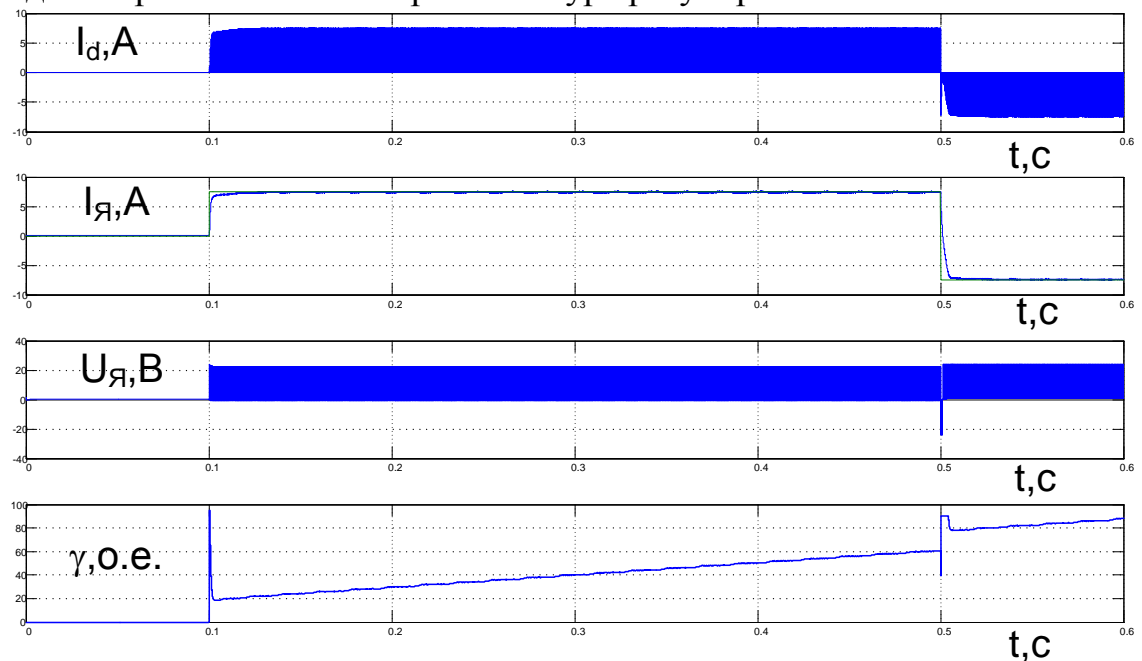


Рисунок 5 – Результаты моделирования одного канала системы управления

Для отладки работоспособности системы управления разработан двухканальный реверсивный преобразователь постоянного напряже-

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ, ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ И ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ СИСТЕМ

ния, внешний вид которого представлен на рисунке 6. Его особенностью является использование дорожек в качестве датчика тока (Шунт).

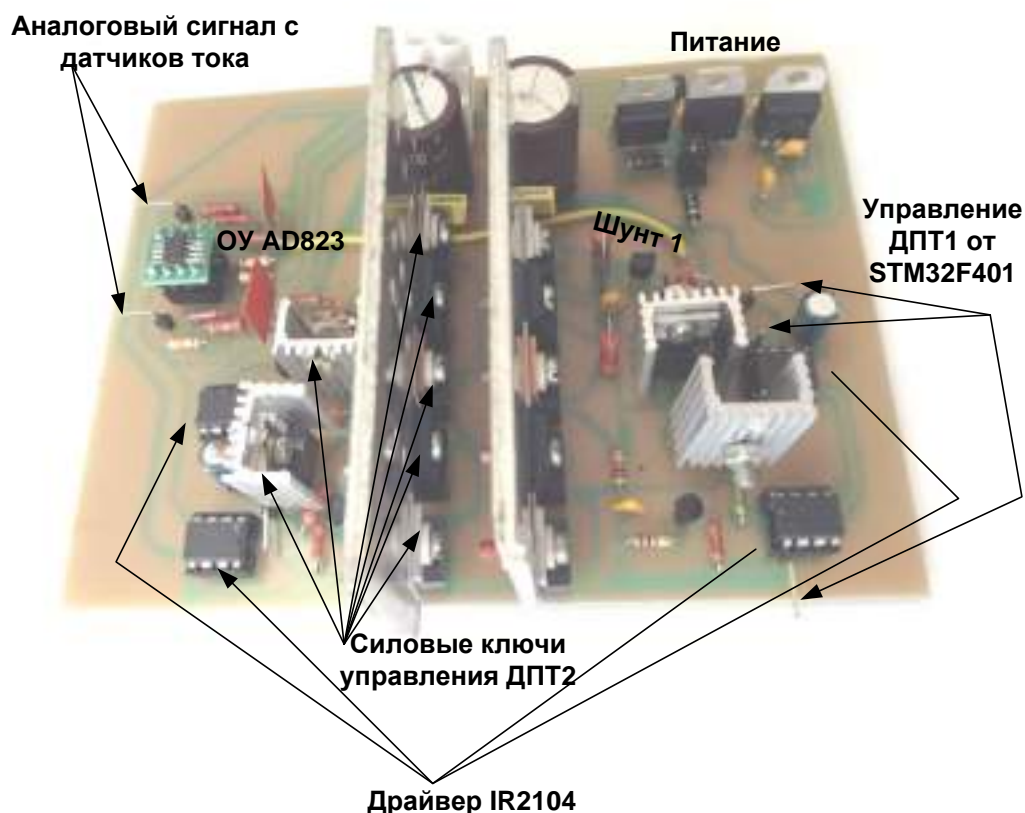


Рисунок 6 - Фото разработанного двухканального преобразователя постоянного напряжения

К полученной модели системы управления (на рис.4 stm32f401cc) добавлены блоки настройки периферии контроллера STM32F401CCU из библиотеки MAT-Target for STM32 [3]. После этого с помощью Simulink Embedded Coder [4] был сгенерирован проект на языке «С» для программы *IDE Keil uVision*. После компиляции проекта был сгенерирован hex-файл.

Результаты настроек контуров тока электрических машин приведены на рис.7.

Выводы

В работе предложена разработка двухдвигательного реверсивного электропривода электромеханической инвалидной коляски со смартфона. Предложена система управления двухканальным электроприводом с регулированием моментов двух колес. Работоспособность подтверждается осциллограммами токов двух машин постоянного тока.

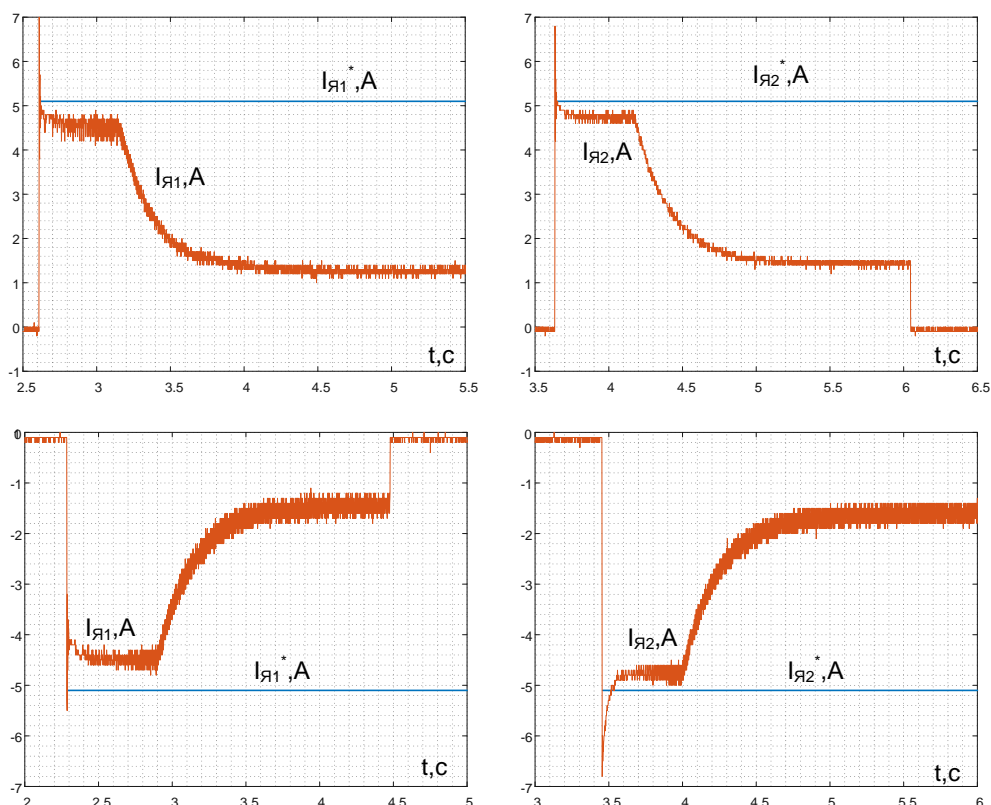


Рисунок 7 – Осциллограммы токов для двух машин при движении вперед и назад в режиме х.х.

Перечень ссылок

1. Управление инвалидной коляской и ПК при помощи языка. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://habr.com/ru/post/140554/>.
2. Д.А. Тихонов. Разработка системы управления электроприводом инвалидного кресла / Тихонов Д.А., Мирошник Д.Н., Розкаряка П.И. // ИПД-2018, Т. 2: Перспективы развития электротехнических, электромеханических и энергосберегающих систем. - 2018. – сс. 115-122. - [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://ipd.donntu.org/dl/IPD2018/s2.pdf>.
3. Анучин, А.С. Системы управления электроприводов: Учебник для вузов/ А.С. Анучин.- Москва: Издательский дом МЭИ, 2015.-373с.
4. Embedded Coder Support Package for STMicroelectronics Discovery Boards/Mathworks. - Режим доступа: <https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/43093-embedded-coder-support-package-for-stmicroelectronics-discovery-boards>, свободный. – Загл. с экрана.
5. Stm32 MAT-Target/st.com. - Режим доступа: <https://www.st.com/en/development-tools/stm32-mat-target.html>, свободный. – Загл. с экрана.