

## Построение одностраничного приложения для встраиваемых систем

Щербаков А.В.

Белорусский национальный технический университет

Задачи, решаемые современными встраиваемыми системами, требуют наличия расширенной подсистемы ввода и отображения информации. Одним из вариантов реализации такой подсистемы является добавление в проектируемое устройство цветного дисплея. Однако, для уменьшения себестоимости, а также габаритов проектируемого устройства, применяемые дисплеи часто имеют малые размеры и низкое разрешение, что не позволяет комфортно для пользователя выполнять задачи управления встраиваемой системой.

Подход, позволяющий либо полностью отказаться от использования во встраиваемой системе графического дисплея, либо позволяющий назначить ему вспомогательные функции отображения данных заключается в добавлении Web-интерфейса, когда информация предоставляется в окне браузера. Такой подход требует наличия сетевого интерфейса Ethernet во встраиваемой системе, что реализуется без дополнительных существенных затрат, благодаря наличию в современных микроконтроллерах, построенных на ядре ARM Cortex-M, аппаратного интерфейса MII.

Использование браузера в качестве подсистемы управления устройством, построенным на микроконтроллере, требует построения Web-интерфейса, реализованного по архитектуре одностраничного приложения (SPA). Такой подход увеличивает комфорт работы пользователя и минимизирует нагрузку на микроконтроллер, оставляя больше вычислительных ресурсов на задачи управления. Объем флеш памяти микроконтроллеров с ядром ARM Cortex-M, на которых часто строятся встраиваемые системы, составляет не более 1МБайта, поэтому возникают специфические требования по объему кода одностраничного приложения.

Использование стандартной разметки HTML5 приводит к значительному объему кода, особенно при отображении многострочных таблиц с обновляемыми данными. Для минимизации объема кода одностраничного приложения можно использовать подход, при котором повторяющиеся элементы страницы (строки таблицы, элементы управления) генерируются в коде на языке TypeScript с использованием DOM модели, а описание страниц хранится в виде JSON объектов.

Использование языка TypeScript позволяет получить при разработке преимущества типизированного языка программирования, а также генери-

ровать JavaScript код, соответствующий стандарту ECMAScript 5. Как показал опыт, такой подход дает достаточную гибкость при необходимости модификации интерфейса и дает объем кода, позволяющий хранить одностраничное приложение во флешь памяти микроконтроллера.

УДК 004.94

### **Компьютерная модель манипулятора строительного назначения**

Гурский Н.Н., Скачек В.А., Скачек А.В.  
Белорусский национальный технический университет

В настоящее время широкое распространение получила новая технология создания отдельных деталей и законченных изделий из этих деталей, называемая аддитивной технологией. Для производства таких изделий используются 3D-принтеры. В основу работы 3D-принтера положен принцип послойного нанесения расходного материала на бумагу, пленку или другой носитель. Возможность послойно создавать реальный объект по имеющемуся виртуальному объемному проекту, востребована во многих сферах. За достаточно короткий промежуток времени, прошедший с момента появления первых 3D-принтеров, люди научились печатать посуду, одежду, игрушки, расходные материалы для принтеров и сами принтеры, машины, и даже человеческие органы и ткани. Развитием технологии 3D-печати является строительная отрасль – это печать строительных конструкций и жилых домов.

Строительство сегодня считается одним из наиболее перспективных областей применения такого вида оборудования. Модели строительных принтеров – это большие конструкции, которые спроектированы с учетом принципов работы строительных кранов.

В работе рассматривается программная реализация функционирования двухзвенного механизма, моделирующего процесс виртуального строительства дома по аддитивной технологии послойного нанесения смеси на создаваемые стеновые конструкции.

Особое внимание уделяется моделированию электрических приводов на базе шаговых двигателей, двигателей постоянного и переменного токов, синтезу параметров регуляторов.

Рассматривается также аппаратная реализация макетного образца 3D-принтера на платформе Arduino.