

## РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕМ ЭЛЕКТРОБУСА С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛЬНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

*Инновационный центр «КАМАЗ» при поддержке инженеров ЦИТМ Экспонента освоил современный рабочий процесс на базе модельно-ориентированного проектирования, который позволил небольшой команде разработчиков создать систему управления электрооборудованием электробуса верхнего уровня в кратчайшие сроки.*



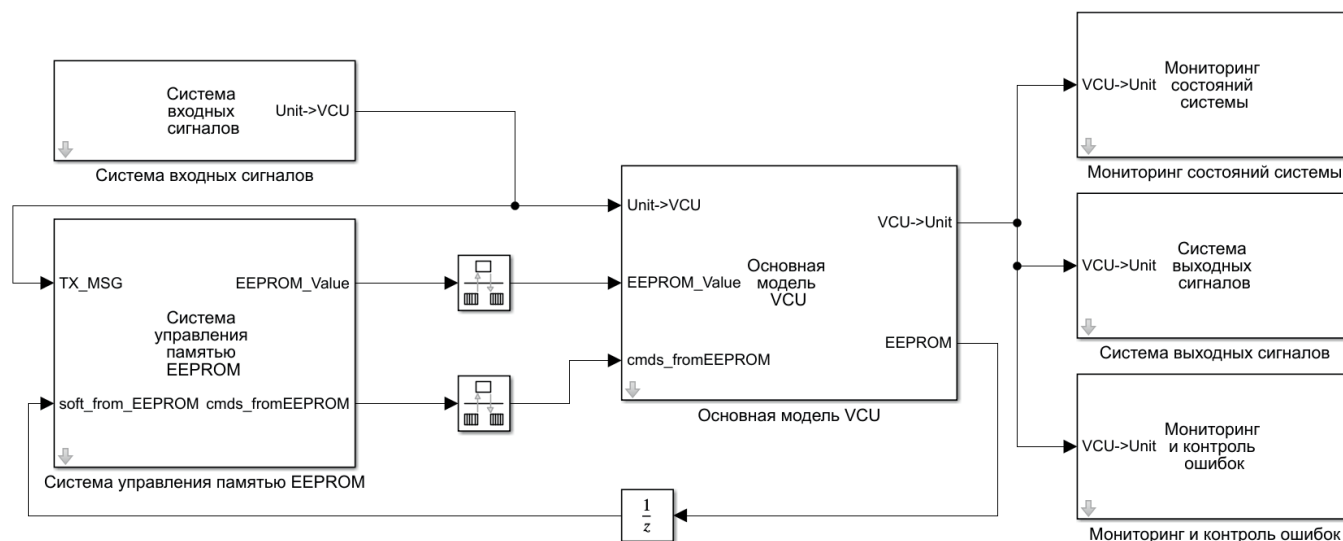
## Задача

Современный автомобиль и электромобиль в частности является сложной системой, и обмен информацией происходит между большим количеством компонентов:

- Тяговый электропривод
- Система управления батареей (BMS)
- Устройство контроля изоляции
- Преобразовательное оборудование (DC/DC, DC/AC преобразователи)
- Измерительное оборудование (датчики тока, напряжения, температуры, давления)
- Электронная тормозная система
- Блок управления процедурой заряда
- Контроллер управления токоприемником
- Бортовое зарядное устройство

Программное обеспечение, разработанное для электронного блока, должно реализовывать алгоритмы управления высоковольтным и низковольтным электрооборудованием электробуса. В частности оно обеспечивает коммуникацию между электронными блоками по CAN-шине в соответствии с протоколом J1939 и управляет основными механизмами, подключенными к аналоговой и цифровой периферии блока управления.

Электронный блок передает диагностические мультимедийные сообщения, необходимые для сервисного обслуживания и индикации на панели управления водителя, с указанием основных ошибок. Процесс выглядит так: зарядная станция заряжает тяговую аккумуляторную батарею токами, которые превышают номинальные в несколько раз. Для этого блок управления должен отслеживать работу как батареи, так и зарядной станции, и реагировать на нештатные режимы работы.



**Основная модель системы управления**



Перед инженерами ЦИТМ Экспонента стояла задача организовать быстрый и прозрачный процесс проектирования блока управления высоковольтным оборудованием, который обеспечил бы:

- разработку встраиваемых систем по электротехнике;
- быструю проверку функций на реальном оборудовании;
- синхронизацию работы инженеров и программистов;
- быструю доработку и тестирование функций на любой стадии проекта;
- выявление ошибок проектирования на ранних этапах проекта.

## Решение

Рабочая группа решила применить современный подход к разработке встраиваемых систем – модельно-ориентированное проектирование. В центре подхода – построение системных моделей, содержащих как физику электротехнических процессов, так и встраиваемые алгоритмы управления. Такой подход обеспечивает:

- **Быстрое прототипирование алгоритмов управления.**  
Кодогенерация – важная часть процесса разработки, которая обеспечивает быстрый переход от модели к коду на языке Си, тем самым сокращает сроки разработки за счет автоматизации и исключает человеческий фактор при кодировании.
- **Проверку алгоритмов управления и внесение изменений на разных стадиях разработки:**  
быстрая проверка идей на моделях, быстрое повторение всех тестовых сценариев, быстрая повторная генерация Си кода и тестирование на объекте.
- **Низкий порог входа в процесс разработки ПО для прикладных инженеров.**  
Работа с моделями проще работы с кодом: простой вход сотрудников в проект, графическое отображение кода, готовые шаблоны проектирования.
- **Построение процесса разработки с участием как программистов встраиваемых систем, так и прикладных инженеров.**  
МОП объединяет в одной среде разработки прикладных специалистов, электротехников и программистов для совместной отладки алгоритмов и однозначной постановки задач в виде моделей.
- **Автоматизацию работы с шиной CAN и интерфейсом J1939.**  
Пакет разработки «Vehicle Network Toolbox» позволил проверять правильность формирования сигналов как на уровне математической модели, так и с использованием CAN интерфейсов.

## Результат

Внедренный процесс МОП позволил создать систему управления электрооборудованием электробуса верхнего уровня в кратчайшие сроки силами четырех разработчиков. При этом специалисты обучались новым подходам разработки на боевом проекте. Внедренный подход позволил ускорить процесс разработки всего отдела.



## Используемые технологии:

- Системное моделирование
- Разработка алгоритмов
- Генерация кода
- Верификация и валидация



Инновационный центр «КАМАЗ» – научно-исследовательская и опытно-конструкторская деятельность по разработке инновационных решений под коммерческие задачи в области грузоперевозок и пассажирского автотранспорта. Является дочерней организацией ПАО «КАМАЗ», а также участником фонда Сколково.

Обсудите с нами ваш проект: [info@exponenta.ru](mailto:info@exponenta.ru)