



ЭКСПОНЕНТА
ЦЕНТР ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
И МОДЕЛИРОВАНИЯ

**VII ВСЕРОССИЙСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ**

Система управления верхнего уровня электробуса



Бауржан Оспанбеков
Руководитель группы электроники службы
электрифицированных автомобилей
ООО «Инновационный центр «КАМАЗ»

ООО «ИННОВАЦИОННЫЙ ЦЕНТР «КАМАЗ»

Научно-исследовательская и опытно-конструкторская деятельность по разработке инновационных решений под коммерческие задачи в области грузоперевозок и пассажирского автотранспорта.



ООО «Инновационный центр «КАМАЗ» является дочерней организацией ПАО «КАМАЗ», а также участником фонда Сколково.

Направления деятельности



Проекты

Интеллектуальные транспортные системы

Исследования и разработка инновационных решений для контроля и регулирования транспортных потоков с использованием информационных и коммуникационных технологий. Мониторинг, оценка качества вождения, снижение эксплуатационных затрат и рисков на коммерческом автотранспорте.



Проекты

Разработка агрегатов

Разработка семейства коробок передач нового поколения. Проведение НИОКР в области разработки семейства перспективных независимых подвесок нового поколения.



Проекты

Электрифицированные автомобили

Модельно-ориентированное проектирование транспортных средств с тяговым электрическим приводом с различными системами хранения энергии. Проектирование и калибровка систем управления тяговым электрооборудованием электромобилей, разработка средств оптимизации системы управления транспортным средством.



Проекты

Автономные автомобили

Разработка системы автономного движения транспортных средств. Создание беспилотной и роботизированной автомобильной техники и систем помощи водителю. Организация взаимосвязей вида V2V, V2I, V2P, V2N.

Электронный блок управления высоковольтным электрооборудованием электробуса

Программное обеспечение разработанное для электронного блока реализует алгоритмы управления высоковольтным и низковольтным (периферийным) электрооборудованием электробуса:

- коммуникация между электронными блоками по CAN-шине в соответствии с протоколом J1939
- управление исполнительными механизмами подключенными к аналоговой и цифровой периферии блока управления.
- диагностика согласно протоколу J1939-73 (формирование мультипакетных сообщений)
- Процедура заряда электробуса от ультрабыстрой зарядной станции

Сложности проекта

Для организации системы управления необходимо обрабатывать большое количество данных передаваемых/принимаемых по CAN-шине. Обмен информацией происходит между большим количеством компонентов:

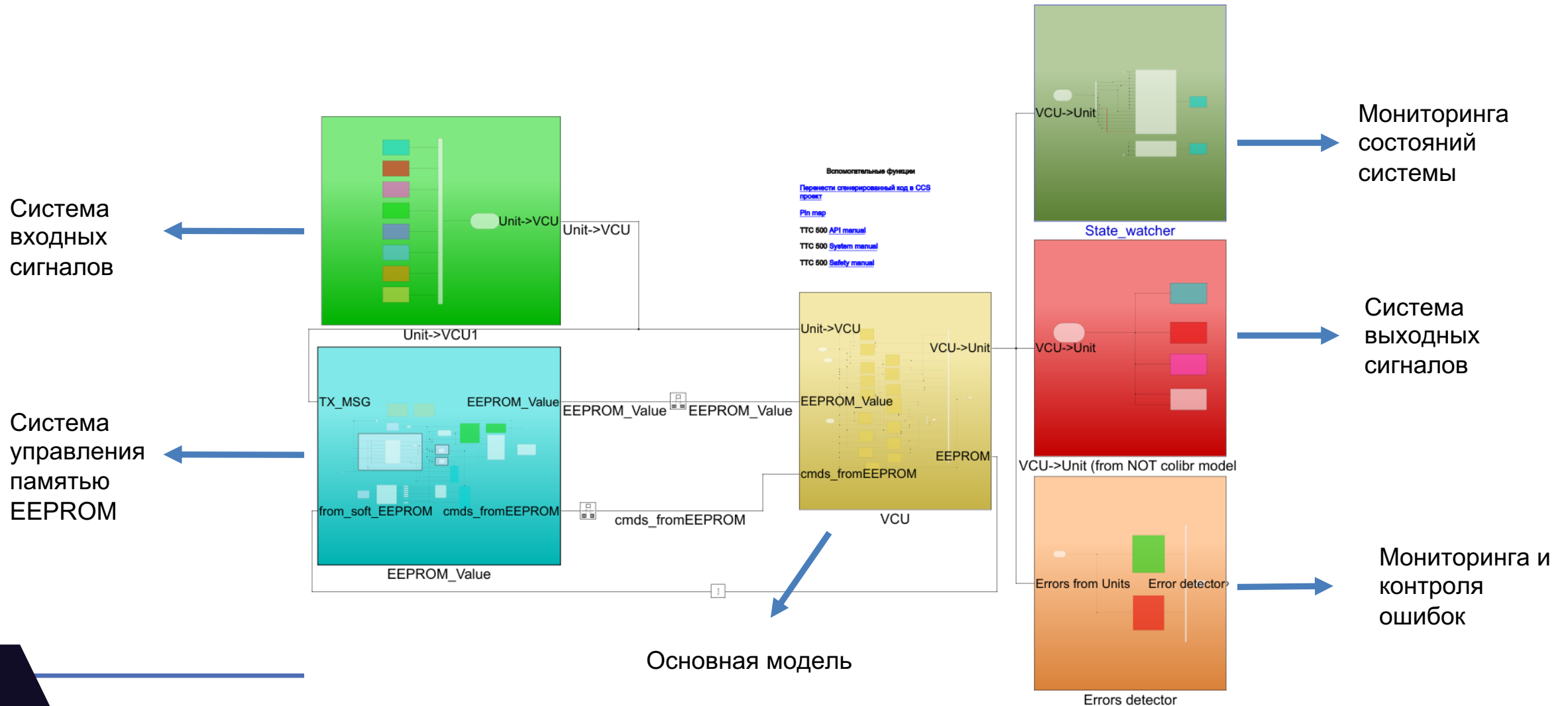
- Тяговый электропривод
- Система управления батареей (BMS)
- Устройство контроля изоляции
- Преобразовательное оборудование (DC/DC, DC/AC преобразователи)
- Измерительное оборудование (датчики тока, напряжения, температуры, давления)
- Электронная тормозная система
- Блок управления процедурой заряда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

Выбор решения

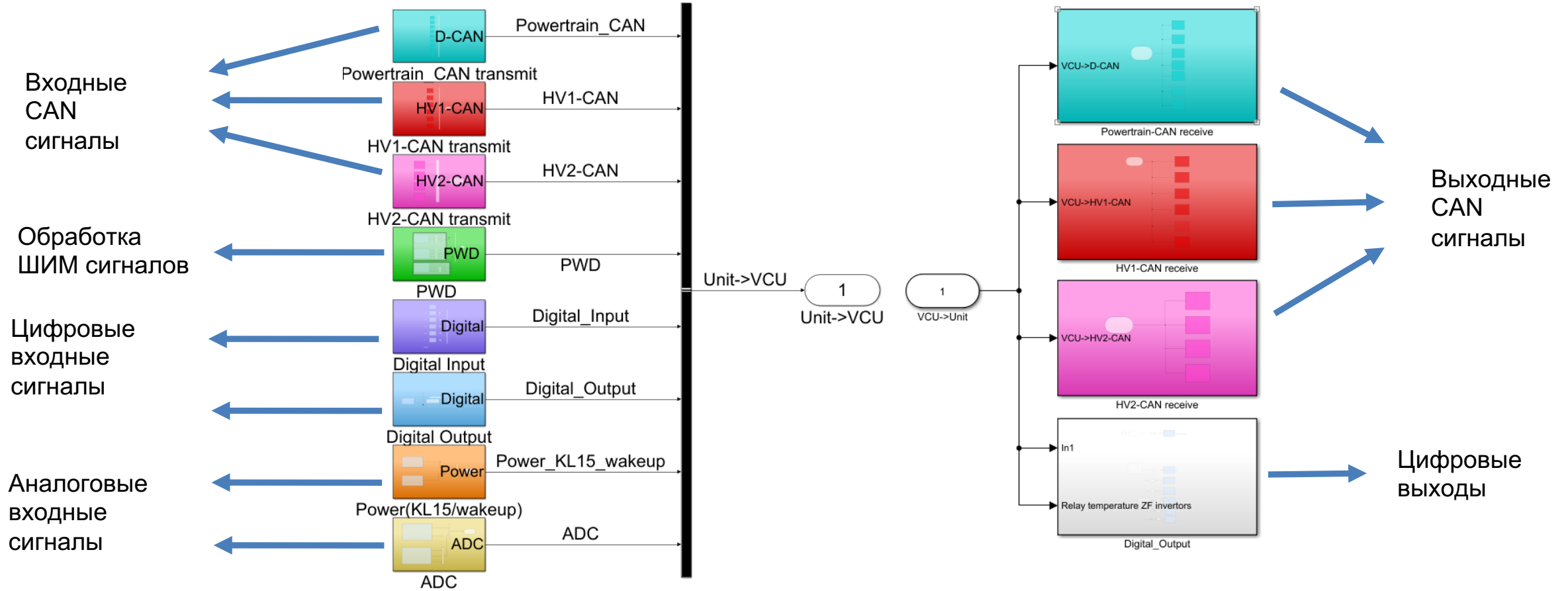
Преимущества МОП:

- Возможность работы на необходимом уровне абстракции, при котором инженер может использовать весь инструментарий MATLAB
- Быстрое прототипирование (генерация кода под любую платформу)
- Проверка разработанных алгоритмов и внесение изменений на разных стадиях разработки
- Низкий уровень вхождения в процесс разработки ПО
- Позволяет построить процесс разработки с участием как программистов, так и инженеров

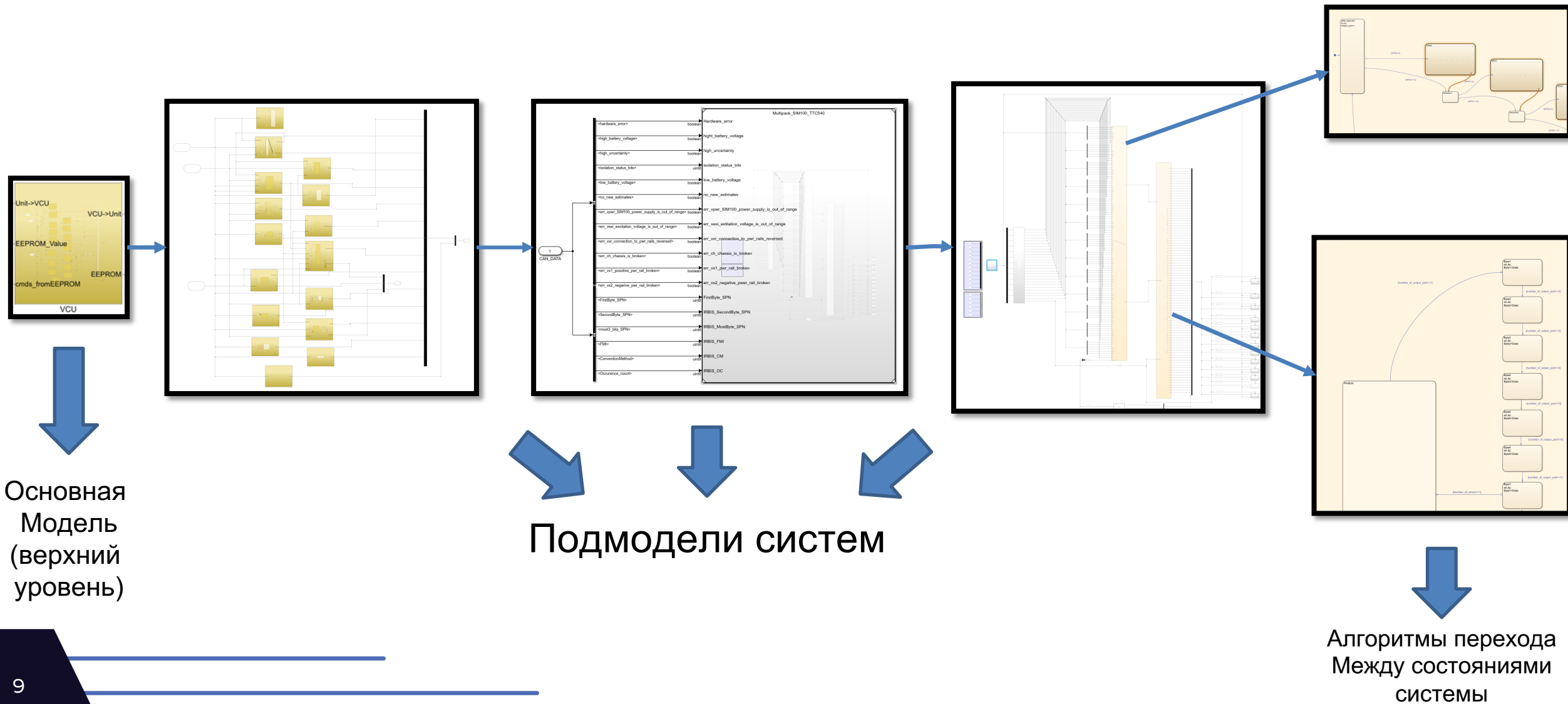
Основная модель системы управления в MATLAB&Simulink



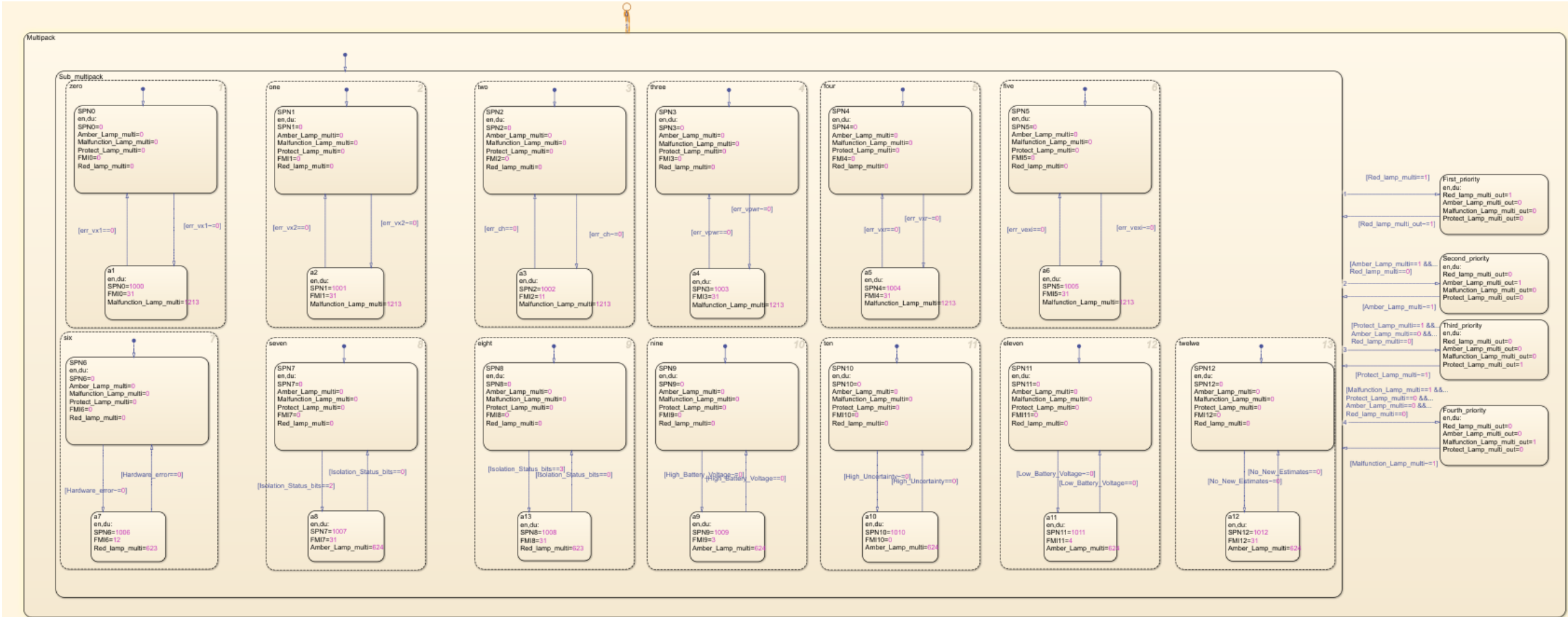
Цифровые и аналоговые входы и выходы



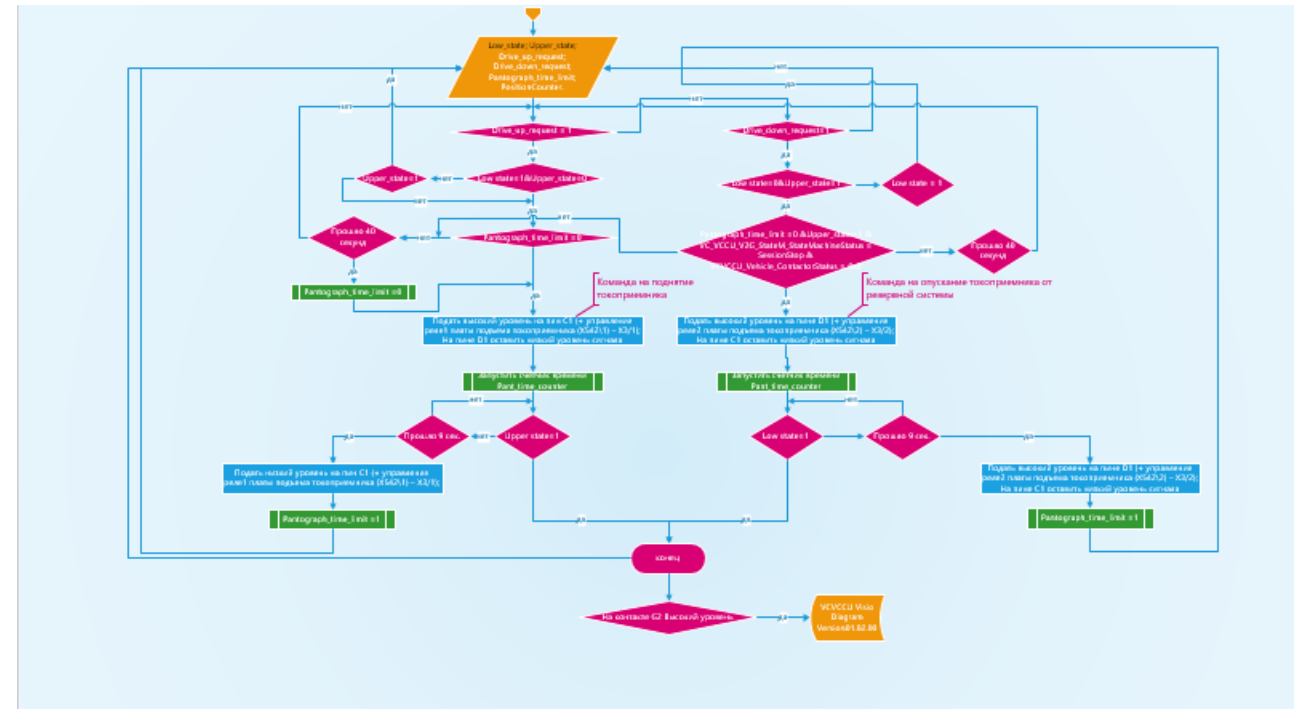
Иерархия системы управления



Возможность визуализации и отслеживания алгоритма при прохождении по модели Stateflow

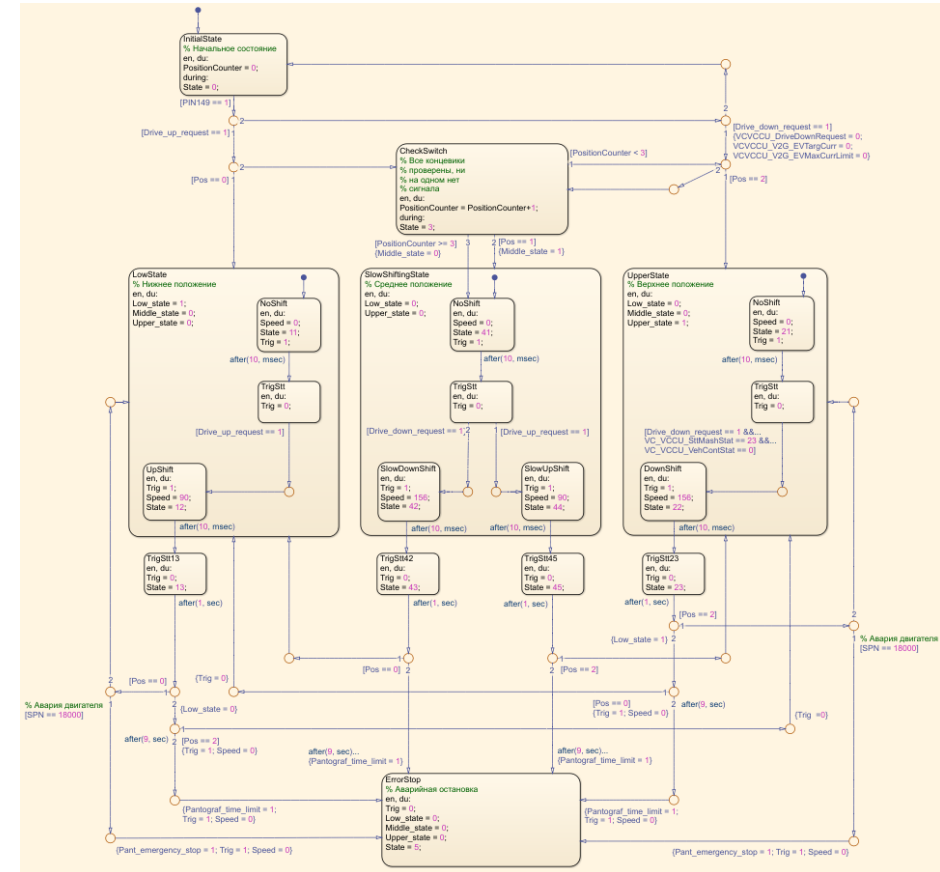
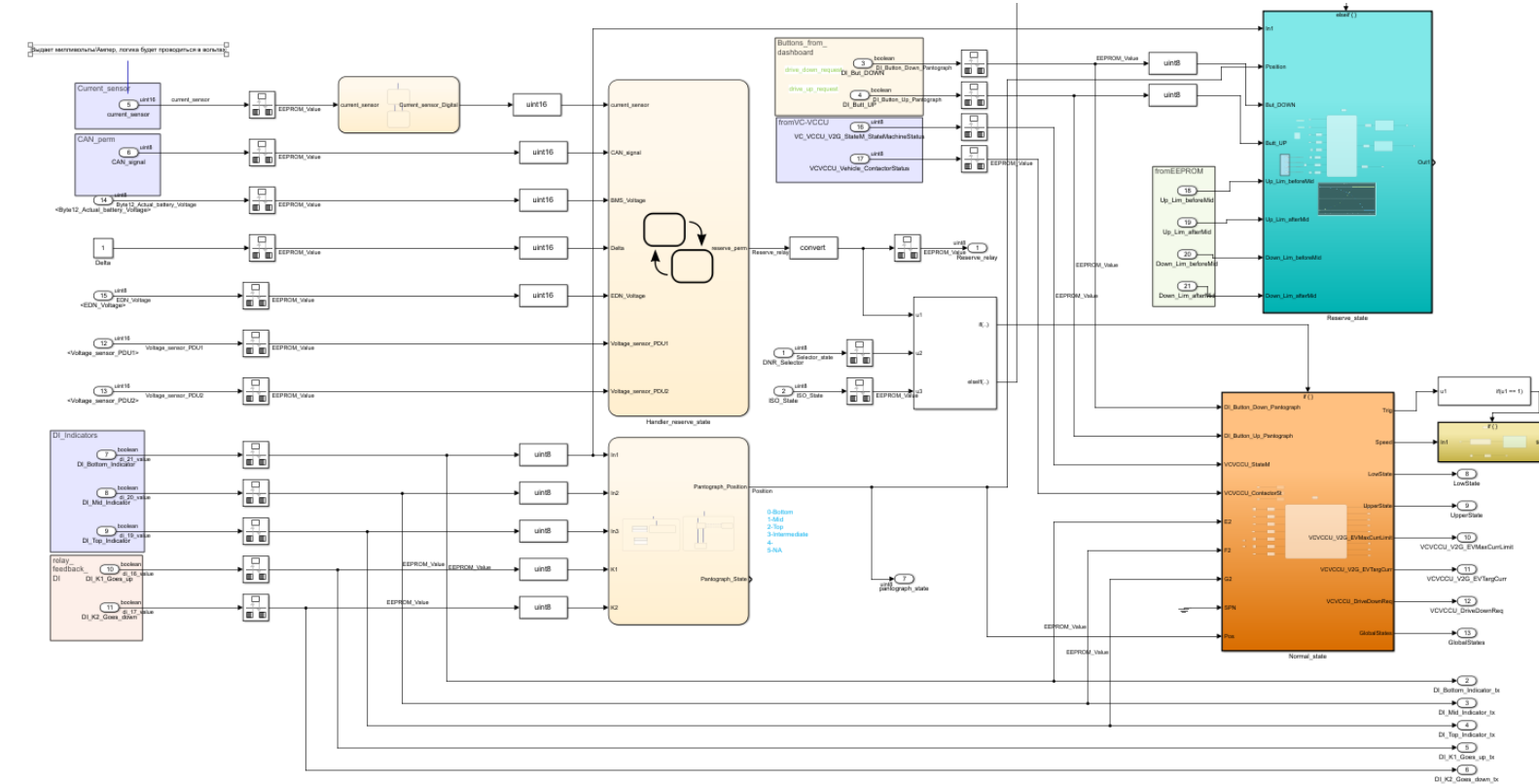


Логика обработки и формирования мультипакетных сообщений



Блок схемы алгоритма управления

Алгоритм управления подъемом/опусканием токоприемника



Структура модели (подмодели)

Логика управления подъемом/опусканием

Пакет разработки Stateflow позволяет быстро формировать алгоритмы взаимодействия с исполнительными механизмами

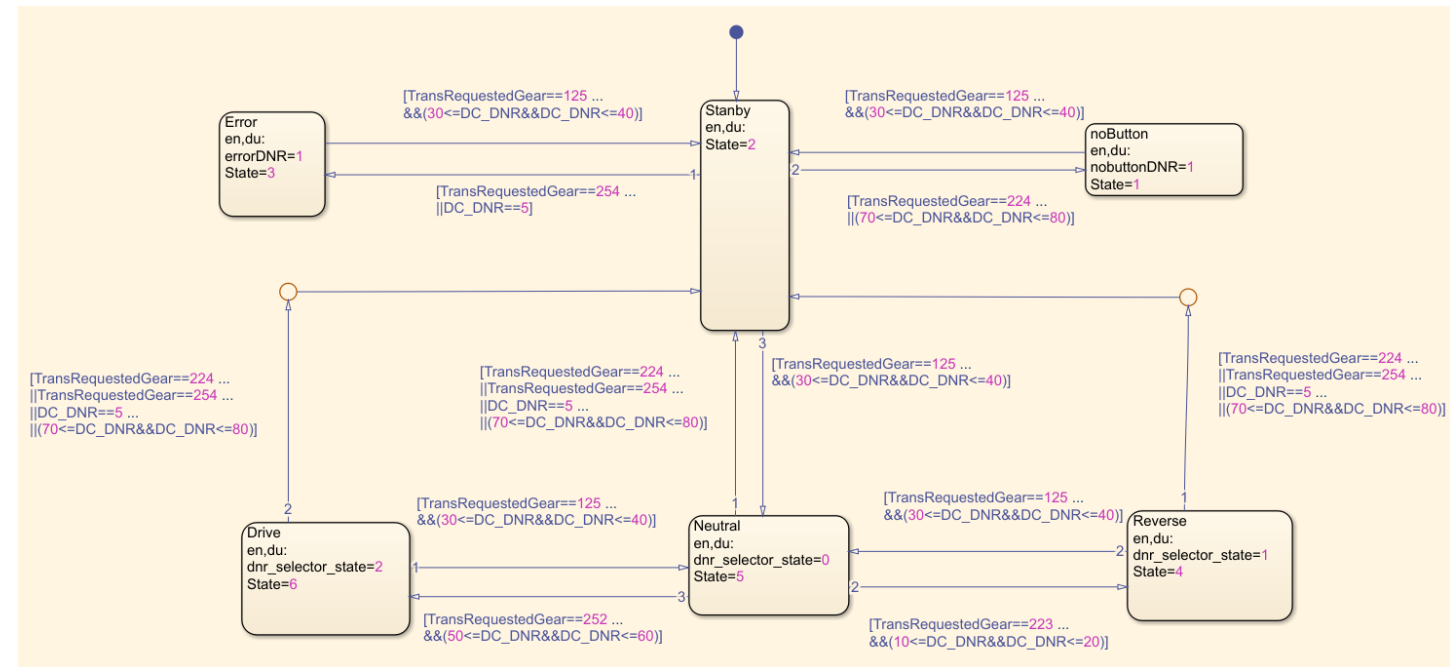
Алгоритм управления переключателем режимов движения

pgn256 – Transmission Control #1 – TC1 Управление трансмиссией #1

Transmission Repetition Rate	when active; 50 ms to transmission and axles
Частота повторения передач	если активно; 50 мсек для трансмиссии и осей
Data Length / Длина данных:	8 bytes / байт
Data Page / Страница данных:	0
PDU Format / Формат PDU:	1
PDU Specific / Специфика PDU:	DA
Default Priority / Приоритет по умолчанию:	3
Parameter Group Number / Номер группы параметра:	256 (000100 ₁₆)
Bit Start Position / Bytes	Length
	SPN Description / Описание SPN

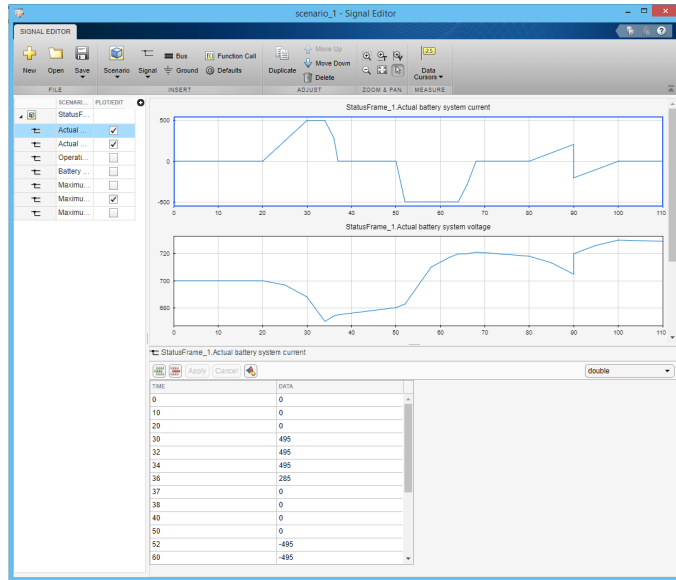
SPN

Описание согласно
стандарту SAE J1939-71

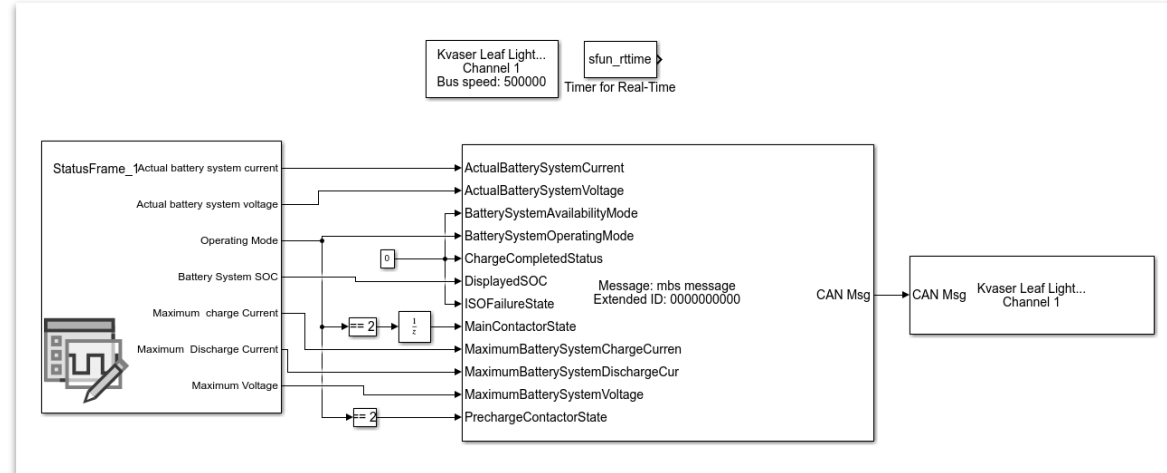


Реализация алгоритма в MATLAB

Работа с CAN периферией на начальном этапе



Создание сигналов для
проверки соответствия

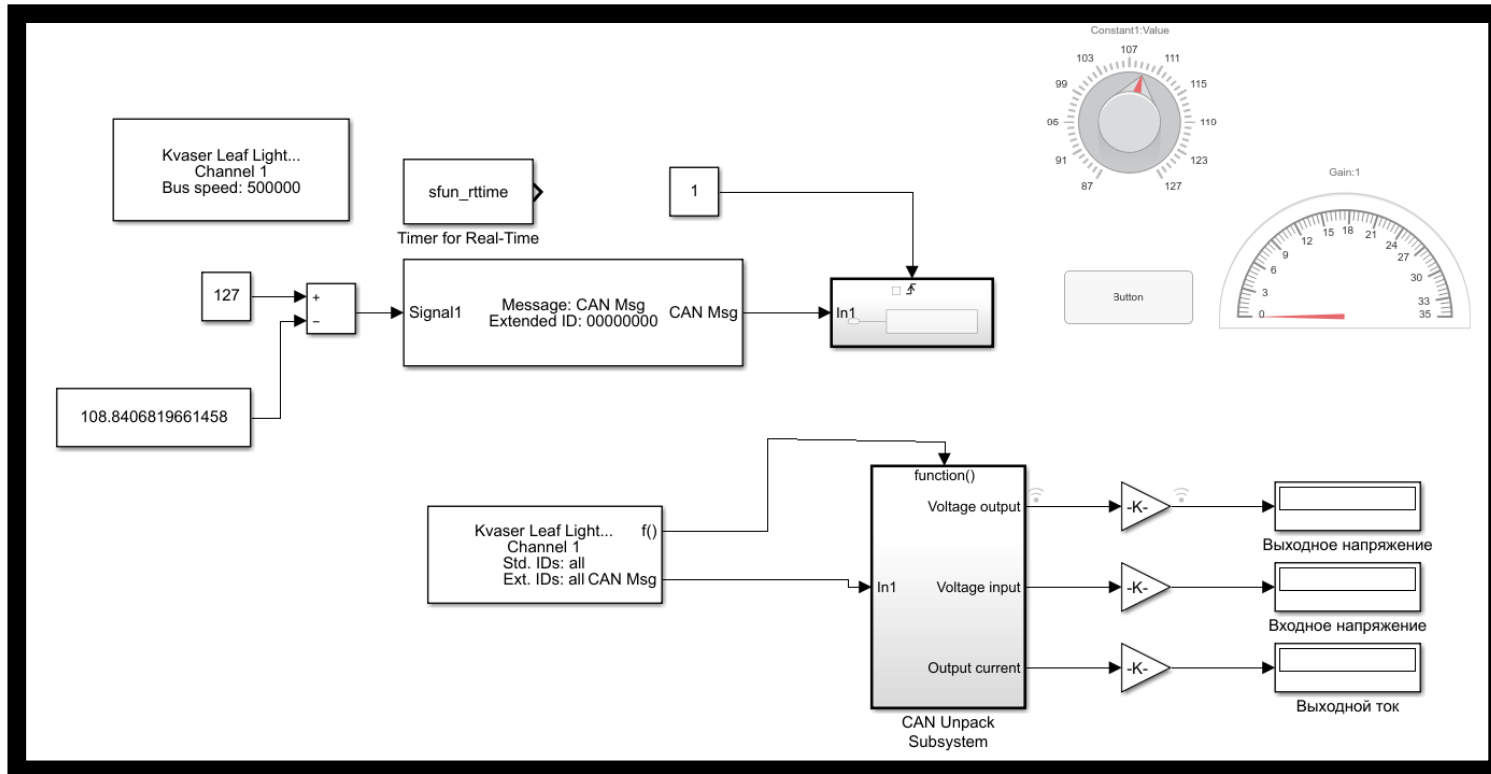


Модель для
взаимодействия с
периферией



Оборудование для
работы с CAN
(Kvaser; Vector;
Peak; NI)

Работа с CAN периферией на начальном этапе



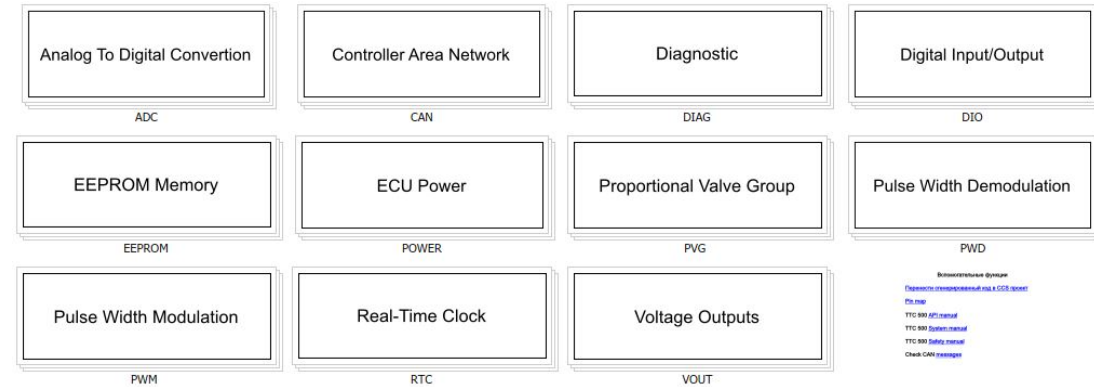
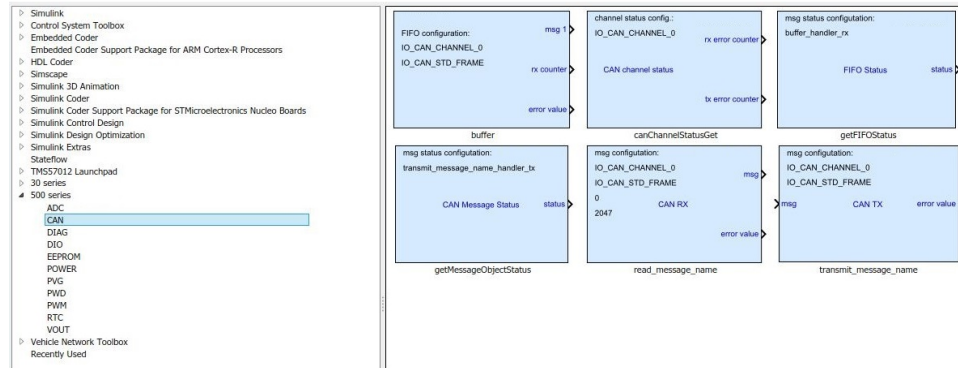
Математическая модель для работы с исполнительным механизмом по CAN



Оборудование для работы с CAN
(Kvaser; Vector; Peak; NI)

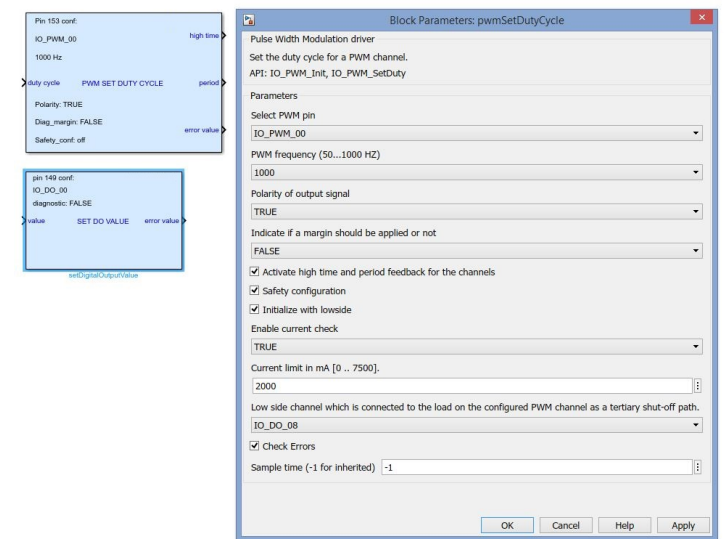
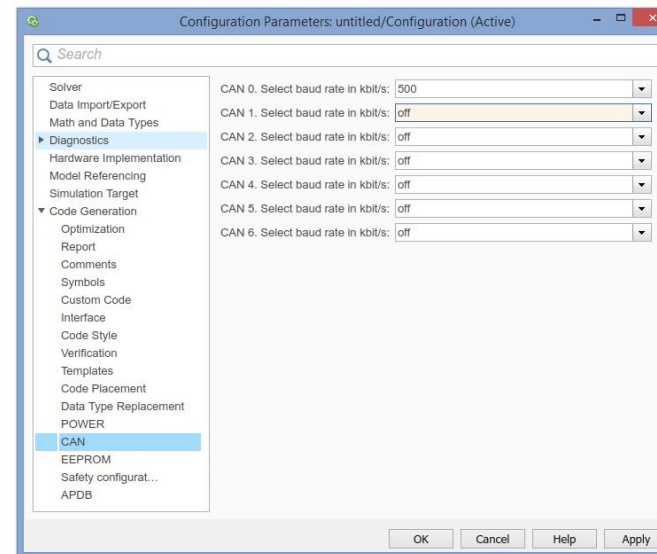
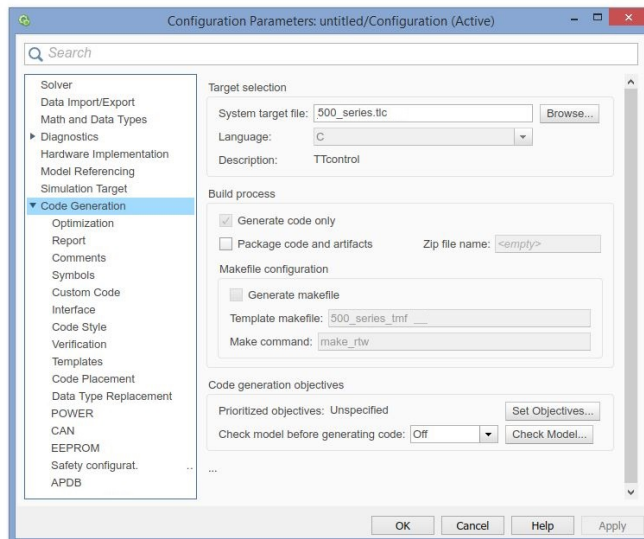
Автоматическая генерация С/С++ кода

- Библиотека блоков (драйверов) периферии VCU



- Гибкие настройки для генерации удобочитаемого и структурированного С кода

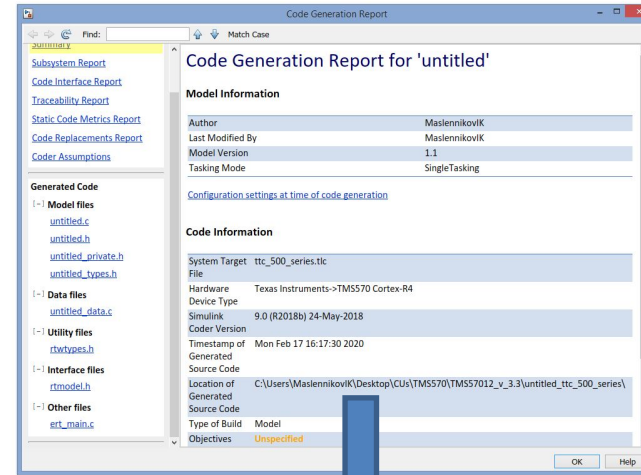
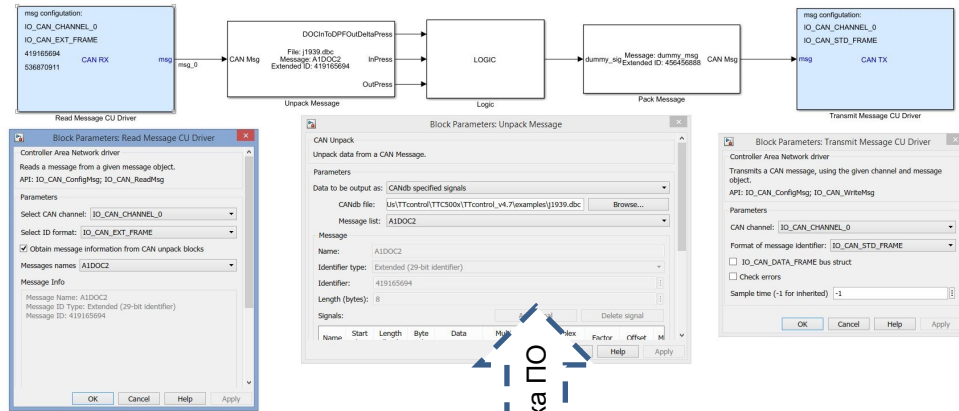
- Настройка и инициализация периферии VCU



Процесс разработки программного обеспечения

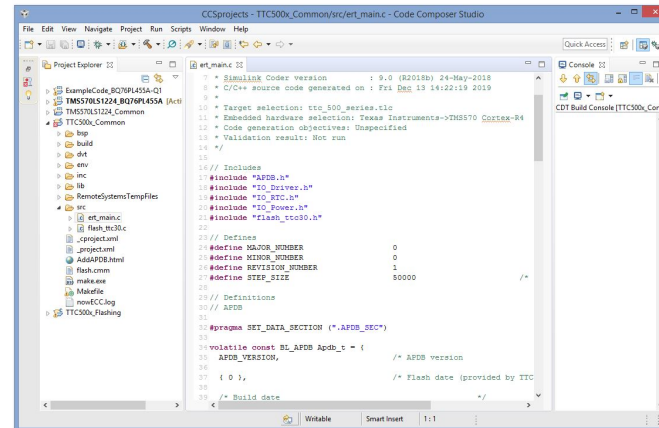
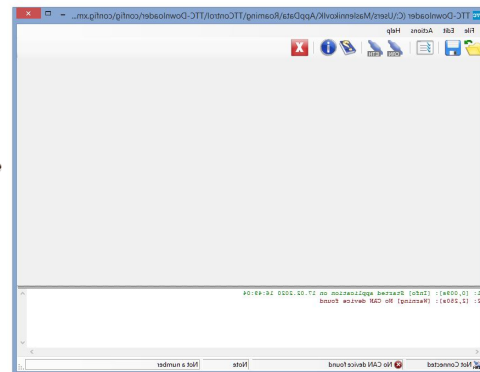
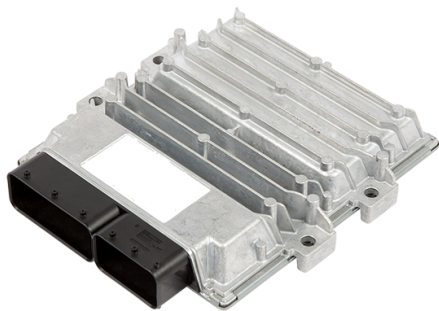
Разработка модели системы управления с использованием блоков(драйверов) VCU.

Генерация C кода

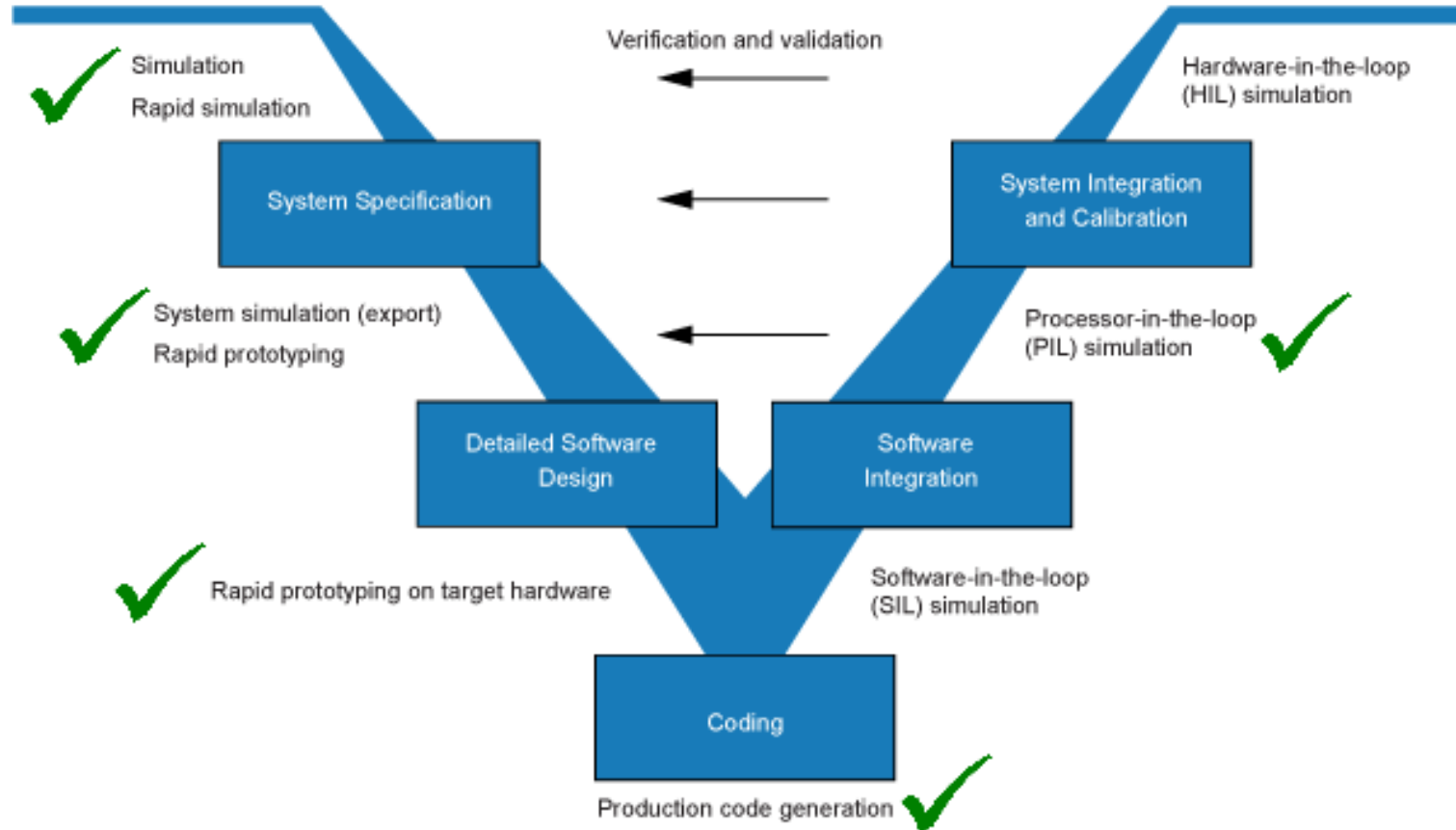


Импорт исходных и заголовочных файлов в проект.
Компиляция .hex файла прошивки

Запись прошивки в память блока управления и верификация ПО



Результаты применения



Инструменты по генерации кода позволяют сократить время разработки программного обеспечения и выстроить процесс автоматизации объединяющий инженеров и программистов

Пакет разработки «Vehicle Network toolbox» позволил в режиме симуляции проверять правильность формирования сигналов как на уровне математической модели, так и с использованием CAN интерфейсов

Штат из 4-х разработчиков алгоритмов позволил создать систему управления в кратчайшие сроки (около полугода)

При этом обучение модельно-ориентированному проектированию шло параллельно с разработкой (в целом инструменты MATLAB доступны уже около 3-х лет)

Рекомендации по внедрению МОП в процесс разработки программного обеспечения

Генерация кода для встраиваемых систем требует наличие специализированных библиотек. MATLAB предоставляет бесплатные библиотеки под большинство микроконтроллеров (STM, Infineon, Texas Instruments и т.д.). Также есть возможность создать собственные библиотеки, либо обратиться к ЦИТМ Экспонента.

Инженеры, которые работают с МОП должны обладать базовыми навыками программирования и пониманием процесса генерации кода

Тестирование разработанного программного обеспечения для последующей сертификации.

Реализация полного цикла МОП согласно V-схемы

Повышение качества и уровня разработки программного обеспечения

Реализация эталонной клиент серверной модели взаимодействия для реализации унифицированного диагностического протокола (UDS)

Пути достижения

Использование инструментов MATLAB IEC Certification Kit (for ISO 26262 and IEC 61508)

Внедрение процесса разработки под другие виды автомобилей

Увеличение штата сотрудников и их обучение МОП в MATLAB&Simulink

Тестирование разработанного ПО: SIL, PIL, HIL тестирования