

УДК 621.337.11

ФОРМИРОВАНИЕ АРХИТЕКТУРЫ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ РОТОРНОГО ВАГОНООПРОКИДЫВАТЕЛЯ НА БАЗЕ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА CODESYS И MASTERSCAD

А.В. Астраханцев, студент гр. АРм-241, II курс

Научный руководитель: Любимов О.В., к.т.н., доцент

Кузбасский государственный технический университет имени

Т.Ф. Горбачева г. Кемерово

В статье рассматривается архитектура автоматизированной системы управления (АСУ) роторного вагоноопрокидывателя (РВ) на базе программно-технического комплекса, задача определения необходимого перечня контрольно-измерительных приборов (КИП), контролируемых параметров, управляющих сигналов воздействия. Формирование входных и выходных сигналов управления позволят реализовать функциональную логику работы прикладного программного обеспечения (ПО) для реализации алгоритма работы, контроля состояния и сбора данных АСУ.

С учетом цикла работы РВ принята трехуровневая структура программно-технического комплекса. Графическое построение структуры представлено на рисунке 1.

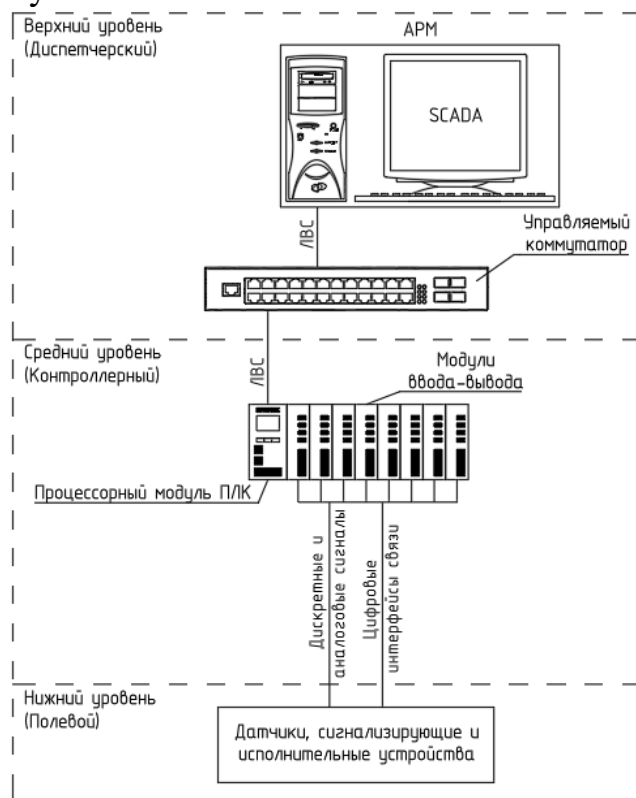


Рисунок 1 – Структурная схема автоматизации

Выбор устройств нижнего уровня осуществляется согласно требуемым снимаемым показаниям КИП, сигнализирующим устройствам и исполнительным механизмам, определяемые на этапе разработки функциональной схемы управления РВ.

Выбор архитектуры системы осуществлён методом сравнительного анализа существующих решений с оценкой по критериям: функциональности, доступности, поддержки промышленных протоколов и возможности отладки. Для реализации логики среднего уровня выбрана среда программирования CODESYS 3.5. Выбранное ПО дает возможность использования виртуального программируемого логического контроллера (ПЛК), с возможностью дальнейшей замены его на эксплуатируемый контроллер без глобальной доработки ПО, что в свою очередь унифицирует подход к разработке и обеспечивает совместимость с контроллерами различных производителей (ОВЕН, Vector, Delta, Odot и др.), обеспечивая соблюдение ГОСТ Р МЭК 61131-3-2016 «Контроллеры программируемые».

Графический интерфейс оператора на верхнем уровне реализуется на базе платформы MasterSCADA 4D, которая поддерживает промышленные протоколы и позволяет произвести имитацию подключения виртуального контроллера для отлаживания работоспособности программного обеспечения и создавать векторные мнемосхемы графического интерфейса, адаптирующиеся под любое разрешение экрана. Выбранное программное обеспечение находится в свободном доступе при условии использования не в коммерческих целях.

Формирование перечня контролируемых параметров выполнено на основе анализа технологического цикла роторного вагоноопрокидывателя с учётом требований ГОСТ Р 71765–2024 «Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Общие требования». Перечень входных и выходных сигналов на ПЛК приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень входных и выходных сигналов на ПЛК.

№	Имя устр.	Наименование устройства	Тип сигнала	Наименование сигнала	Назначение
1	М3	Привод вибратора 1	DI	Состояние привода (работа/останов)	Контроль работы
			DO	Пуск вибратор	Управление
2	TS3	Термореле привода М3	DI	Перегрев вибратора М3	Защита
3	М4	Привод вибратора 2	DI	Состояние привода (работа/останов)	Контроль работы
			DO	Пуск вибратор	Управление
4	TS4	Термореле привода М3	DI	Перегрев вибратора М4	Защита
5	YB1	Тормоз 1 привода М1	DI	Состояние привода (работа/останов)	Контроль работы
			DO	Включить тормоз привода	Управление
6	YB2	Тормоз 2 привода М1	DI	Состояние привода (работа/останов)	Контроль работы
			DO	Включить тормоз привода	Управление
7	YB3	Тормоз 3 привода М2	DI	Состояние привода (работа/останов)	Контроль работы
			DO	Включить тормоз привода	Управление

8	YB4	Тормоз 4 привода M2	DI	Состояние привода (работа/останов)	Контроль работы
			DO	Включить тормоз привода	Управление
9	ПЧ1	Преобразователь частоты привода M1	DI	Состояние привода (работа/останов)	Контроль работы
			DO	Пуск ПЧ	Управление
			Modbus RTU	Задание частоты	Управление
				Выходная частота	Мониторинг
				Выходной ток	Мониторинг
				Обороты двигателя	Мониторинг
				Напряжение шины постоянного тока	Мониторинг
				Температура привода	Мониторинг
				Ошибка ПЧ	Диагностика
				Время работы	Учет времени наработки
10	ПЧ2	Преобразователь частоты привода M2	DI	Состояние привода (работа/останов)	Контроль работы
			DO	Пуск ПЧ	Управление
			Modbus RTU	Задание частоты	Управление
				Выходная частота	Мониторинг
				Выходной ток	Мониторинг
				Обороты двигателя	Мониторинг
				Напряжение шины постоянного тока	Мониторинг
				Температура привода	Мониторинг
				Ошибка ПЧ	Диагностика
				Время работы	Учет времени наработки
11	SQ1	Датчик ограждения привода M1	DI	Контроль ограждения	Безопасность
12	SQ2	Датчик ограждения привода M2	DI	Контроль ограждения	Безопасность
13	SQ3	Концевой выключатель положения «исходное»	DI	Контроль положения опрокинут	Позиционирование
14	SQ4	Концевой выключатель положения «опрокинут»	DI	Контроль положения исходное	Позиционирование
15	UE	Датчик температуры и влажности	Modbus RTU	Влажность окружающей среды	Мониторинг
				Температура окружающей среды	Мониторинг
16	BR1	Датчик абсолютного положения (энкодер) привода M1	HTL	Счетчик энкодера 1	Позиционирование
17	BR2	Датчик абсолютного положения (энкодер) привода M2	HTL	Счетчик энкодера 2	Позиционирование
18	HL1.1	Светофор 1 въезд	DO	Включить зеленый сигнал	Сигнализация

19	HL1.2	Светофор 1 въезд	DO	Включить красный сигнал	Сигнализация
20	HL2.1	Светофор 2 выезд	DO	Включить зеленый сигнал	Сигнализация
21	HL2.2	Светофор 2 выезд	DO	Включить красный сигнал	Сигнализация
22	HLA	Светозвуковая сигнализация	DO	Включение светозвуковой сигнализации	Сигнализация
23	SB	Кнопка аварийной остановки	DI	Аварийная остановка	Безопасность
24	TS1	Термореле привода M1	DI	Перегрев привода M1	Защита
25	TS2	Термореле привода M2	DI	Перегрев привода M2	Защита
26	KV	Реле минимального напряжения	DI	Пониженное напряжение	Защита

Таким образом, разработана архитектура АСУ роторного вагоноопрокидывателя, включающая:

- трёхуровневую структуру программно-технического комплекса;
- перечень входных и выходных сигналов;
- функциональную схему взаимодействия уровней управления.

Преимуществом предложенного решения является возможность виртуальной отладки в среде CODESYS без доступа к промышленному оборудованию, что особенно актуально для учебных и проектных организаций. Использование отечественной платформы MasterSCADA обеспечивает соответствие требованиям импортозамещения и информационной безопасности.

Список литературы

1. ГОСТ Р 71765-224. Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Автоматизированные системы управления технологическими процессами. Общие требования : национальный стандарт Российской Федерации : дата введения 2024-11-30 / Федеральное агентство по техническому регулированию – Изд. официальное. – Москва : Российский институт стандартизации, 2024. - 24 с.

2. ГОСТ Р 61131-3. Контроллеры программируемые. Часть 3. Языки программирования : национальный стандарт Российской Федерации : дата введения 2017-04-01 / Федеральное агентство по техническому регулированию – Изд. официальное. – Москва : Российский институт стандартизации, 2016. - 227 с.

3. Астраханцев, А.В. Проектирование SCADA-системы управления стационарным вагоноопрокидывателем углеобогачительных фабрик / А. В. Астраханцев, О. В. Любимов // Инновации в информационных технологиях, машиностроении и автотранспорте : Сборник материалов IX Международной научно-практической конференции, Кемерово, 26–28 ноября 2025 года. – Кемерово: КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева, 2025. – С. 64-67.

4. Воскресенская М., Красильников А. Программно-аппаратный комплекс на базе компьютеров с ЦПУ «Эльбрус» от AdvantiX и SCADA-системы MasterSCADA 4D от МПС Софт // Современные технологии автоматизации (СТА). – 2022. – № 3. – С. 6–14. – URL: <https://www.cta.ru> (дата обращения: 25.03.2026)