Разработка АСУТП золотоизвлекательной фабрики (ЗИФ)

Основной целью создания АСУТП ЗИФ является повышение показателей извлечения золота и повышение эффективности работы фабрики, достигаемое за счет:

- увеличения производительности (выхода товарной продукции);
- улучшения качественных показателей конечной продукции (степени извлечения золота из руды);
- устранения ситуаций, обуславливающих получение некачественной продукции, путем стабилизации регламентных значений технологических параметров;
- снижение убытков от аварий и простоев;
- уменьшения материальных и энергетических затрат;
- повышения эффективности управления, обусловленное увеличением объема информационного обеспечения и минимизацией влияния человеческого фактора на работу оборудования;
- уменьшения доли ручного труда и сокращения обслуживающего персонала ЗИФ;
- общего снижения себестоимости выпускаемой продукции.

Технологическая схема ЗИФ включает в себя

- Дробильно-сортировочный комплекс
- Отделение рудоподготовки
- Участки измельчения (первой и второй линии)
- Участки гравитационного обогащения (первой и второй линии)
- Участок доводки гравиаконцентрата
- Участок интенсивного цианирования
- Цех сорбционного цианирования

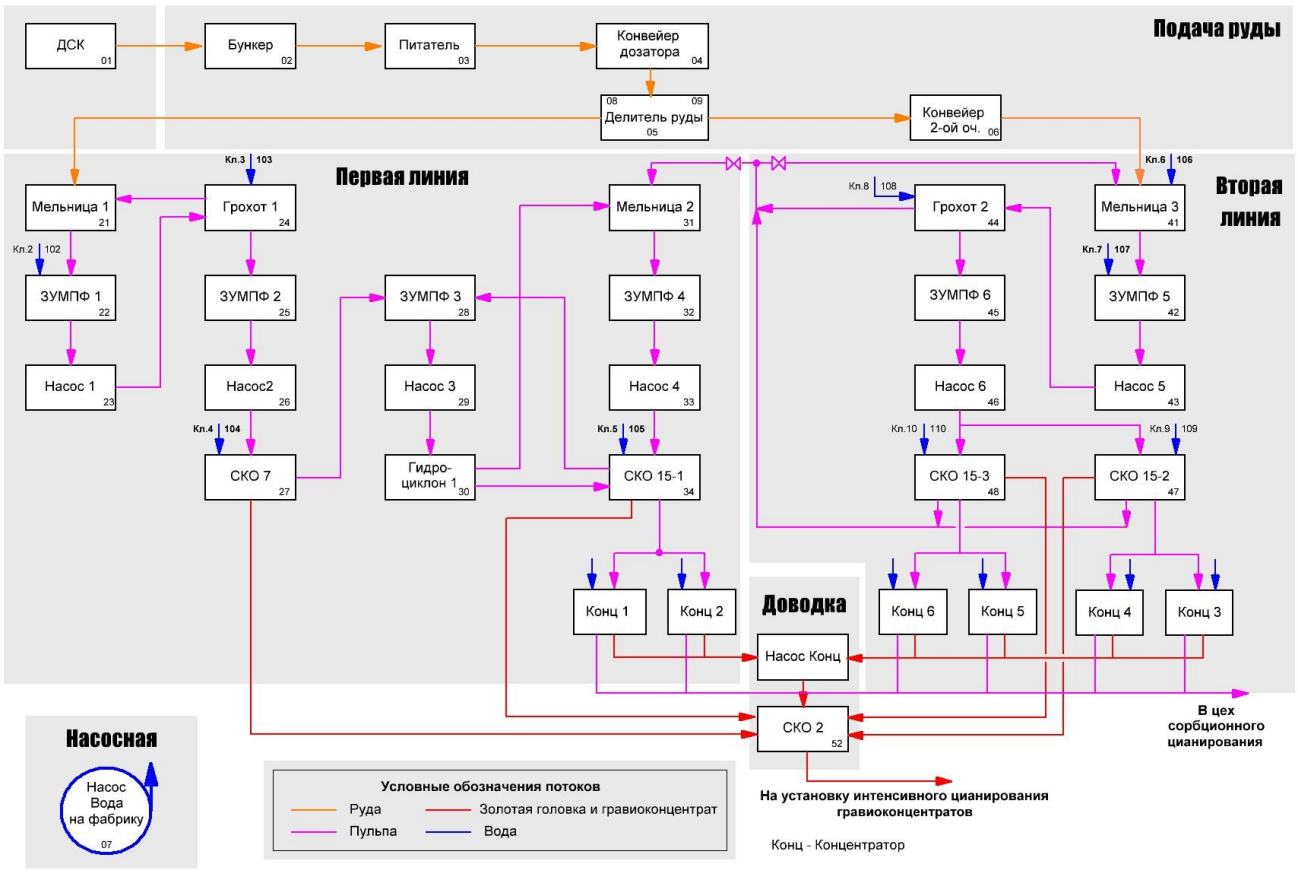

Рис. 1 Структурная технологическая схема ЗИФ

АСУТП ЗИФ предназначена для следующих целей:

- дистанционное управление электроприводами технологических аппаратов с виртуального пульта управления;
- мониторинг состояния электроприводов и имеющихся датчиков с отображением на мнемосхемах ЗИФ;
- реализации алгоритмов временного управления технологическими аппаратами: штатный пуск, штатный останов, аварийный останов;
- протоколирования и архивации событий, показаний датчиков и т.п.

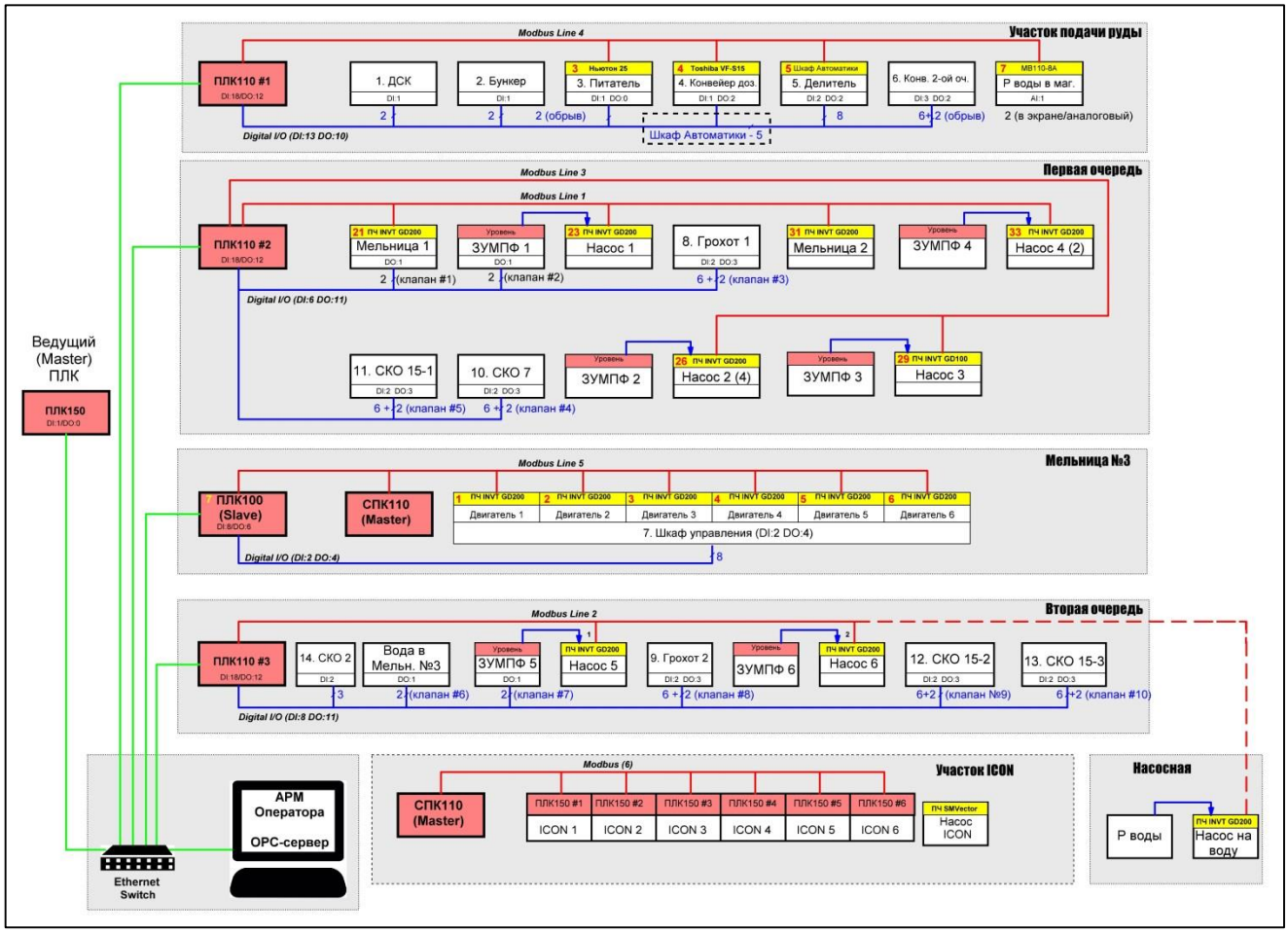

Рис. 2 Структурная схема АСУ ТП ЗИФ

Реализацию поставленных целей обеспечивает выбранный комплекс программно-технических средств, характеризующийся оптимальным соотношением необходимых показателей надёжности и адекватной цены.

Ввод/вывод цифровых и аналоговых сигналов от схем управления электроприводами (релейные схемы, магнитные пускатели, частотные преобразователями) и установленных датчиков обеспечивается с помощью ПЛК (программируемых логических контроллеров).

Виртуальный пульт управления и мнемосхемы ЗИФ реализованы на сенсорном экране промышленного компьютера. Выбранные технические средства и архитектура АСУ ЗИФ обеспечивают в дальнейшем беспрепятственное развитие как функциональной, так и технической составляющих АСУ ЗИФ с минимальными затратами.

В качестве программных средств при разработке АСУТП ЗИФ использовались инструментальные средства программирования ПЛК CODESYS v.2 и SCADA система SIMP Light.

Комплекс технических средств АСУТП ЗИФ

Программируемые логические контроллеры (ПЛК) и средства сбора данных

На ПЛК возложены выполнение следующий функций:

- ввод/вывод аналоговых и дискретных сигналов;
- приём/передача информации по сегментам сети RS-485 по протоколу Modbus-RTU с оборудованием, оснащённым этим интерфейсом (Преобразователи Частоты, Весовой дозатор руды);
- выполнение алгоритмов управления технологическим оборудованием и электроприводами;
- взаимодействие с управляющими контроллерами имеющихся в наличии АСУ технологических блоков (АСУ участка центробежных концентраторов iCON 350, АСУ Мельницы №3 на мягком приводе);
- обмен информацией с верхним уровнем АСУ ЗИФ по сети Ethernet.

В качестве ПЛК и средств сбора данных используются следующие устройства российского производителя ОВЕН

ПЛК Овен, используемые в АСУТП ЗИФ **Таблица 1**

ПЛК150-220.А-М	Программируемый моноблочный контроллер с дискретными и аналоговыми входами/выходами на борту для автоматизации малых систем
ПЛК100-220.Р-М	Программируемый моноблочный контроллер с дискретными входами/выходами на борту для автоматизации малых систем
ПЛК110-220.30.Р-М [М02]	Программируемый моноблочный контроллер с дискретными входами/выходами на борту для автоматизации средних систем
МВ110-224.8А [М01]	Модуль ввода аналоговых сигналов. Работает в сети RS-485 по протоколам ОВЕН, ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON. Имеет 8 универсальных каналов аналогового ввода

Распределение сигналов по ПЛК **Таблица 2**

Участок	Устройство	Кол-во	Сигналы								Интерфейсы	
			DI		DO		AI		AO			
			Исп.	из	Исп.	из	Исп.	из	Исп.	из	Modbus	Ethernet
Ведущий (Master)	ПЛК150-220.А-М		1		6							+
Подача руды	ПЛК110-220.30.Р-М [М02]#1	1	9	18	6	12			0	0	Master (4)	+
Водоснабжение	МВ110-8А	1					1	8			Slave	
Первая очередь	ПЛК110-220.30.Р-М [М02]#2	1	6	18	10	12			0	0	Master (6)	+
Мельница №3	ПЛК100-220.Р-М	1	2	8	4	6					Slave	+
Вторая очередь	ПЛК110-220.30.Р-М [М02]#3	1	8	18	11	12			0	4	Master (3)	+
	ИТОГО		26		32		1		0			

Средства вычислительной техники

Компьютер «АРМ-оператора/ОРС-сервер» служит для отображения состояния технологического процесса и ввода команд оператора для управления технологическим оборудованием.

Характеристики панельного ПК **Таблица 3**

Тип	Панельный компьютер IEI
Модель	PPC-5170A-H61-i5/R
Процессорная плата	POS-H61
Процессор	Intel Core i5 Dual Core 2xxxT CPU (Above 2.7GHz), TDP 35W
Оперативная память	4GB (2GB DDR3 RAM*2)
Накопитель HDD	WD Red WD10JFCX, 1Тб, HDD, SATA III, 2.5"
Экран	17" 350 cd/m2 SXGA, touch screen
Источник питания	ACE-A622A

Устройства управления электроприводами

Для управления электроприводами с возможностью регулирования скорости вращения вала электродвигателя в используются Преобразователи Частоты (ПЧ) с торговой маркой INVT общепромышленной серии GD100/GD200 с векторно/скалярным управлением.

Сетевое взаимодействие компонентов АСУТП ЗИФ

Приём/передача информации по сегментам сети RS-485 по протоколу Modbus-RTU и по сети Ethernet выполняется в соответствии со приведенной ниже схемой.

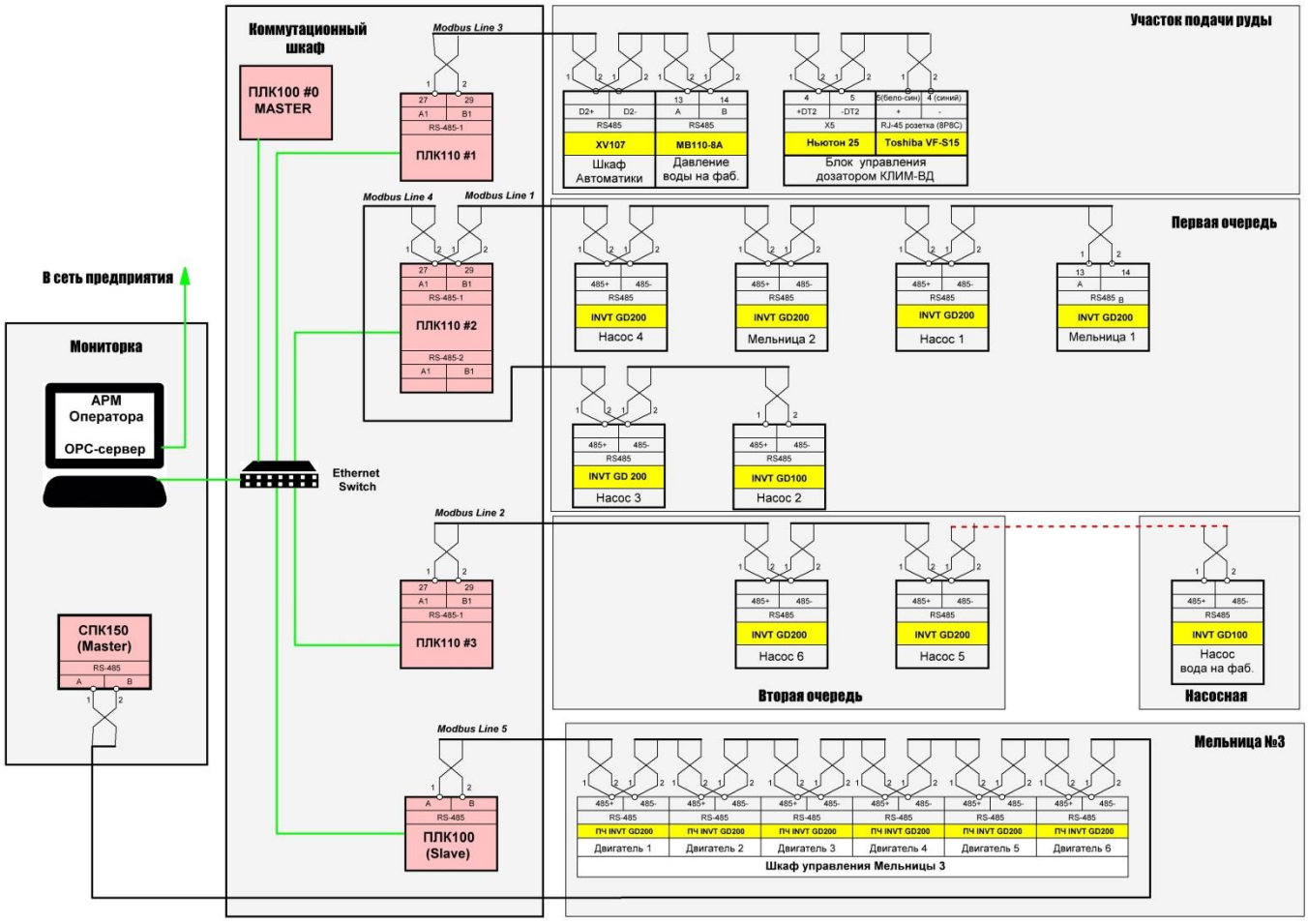

Рис. 4 Сетевые коммуникации АСУТП ЗИФ

Программное обеспечение АСУ ТП ЗИФ

С точки зрения программного обеспечения (ПО) АСУТП ЗИФ имеет двухуровневая архитектуру. ПО верхнего уровня функционирует на промышленном панельном компьютере.

- Сервер ОРС служит для приема, передачи и хранения информации от объекта (показания датчиков, состояния исполнительные механизмов) и предоставления её другим программным средствам ОРС-клиентам.
- АРМ оператора на базе SCADA системы (ОРС-клиент) служит для отображения информации о ходе технологического процесса и состоянии оборудования на мнемосхеме, а также для ввода оператором команд на выполнение алгоритмов управления электроприводами и исполнительными механизмами.

ПО нижнего уровня функционирует на группе ПЛК, обеспечивающих непосредственный сбор данных с объекта, передачу управляющих воздействий и реализацию алгоритмов управления технологическим оборудованием. В качестве инструментального программного обеспечения ПЛК используется средства программирования CODESYS v.2.

Применение технологии ОРС (OLE for Process Control существенно сокращает затраты на создание и сопровождение разработанных приложений промышленной автоматизации. ОРС сервер предоставляет разработчикам программ верхнего уровня универсальный интерфейс (то есть набор функций) обмена данными с любыми устройствами нижнего уровня. В качестве ОРСсервера используется ПО **CoDeSys OPC-Server V2.0,** входящее в состав базового пакета **“Среда программирования CODESYS V2.0,** поставляемого в комплекте с ПЛК ОВЕН.

Для создания АРМ оператора используется система SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), предназначенная как для разработки, так и для последующего функционирования в реальном времени системы сбора, обработки, отображения и архивирования информации об объекте мониторинга или управления. В данном проекте использован отечественный программный продукт **SCADA SIMP Light Enterprise,** выбраный из-за простоты в использовании и обслуживании и разумной стоимости.

Основные функции пакета SIMP Light

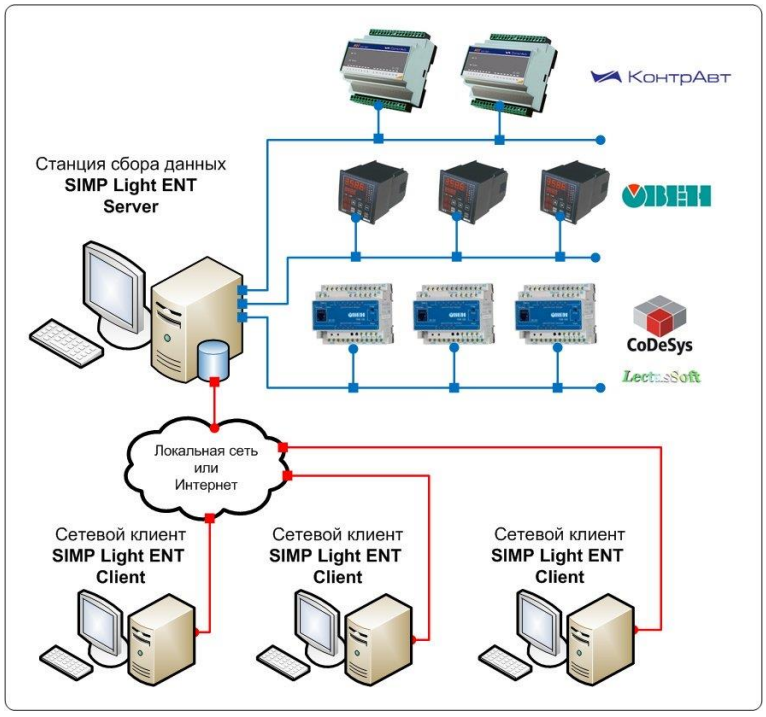

Рис. 3 Архитектура SCADA SIMP Light Enterprise

- непрерывный сбор первичной информации от устройств нижнего уровня (ПЛК, устройства сбора данных) при помощи OPC DA - серверов
- сохранение собранных данных на жёстком диске ПК в базе данных
- удобная разработка мнемосхем процесса
- отображение на экране монитора полученных данных в цифровом и графическом виде (индикаторы и органы управления)
- экспорт базы данных в CSV, XLS форматы для последующего просмотра и математической обработки программами Excel
- выдача сообщений об авариях, регистрация аварий в журнале, контроль квитирования сообщений
- встроенный WEB - сервер (предоставляет возможность просматривать измеренные значения, с помощью IE, Opera, Firefox и т.д. на любом ПК подключённым к сети)
- клиент-серверная архитектура
- возможность постепенного наращивания функционала

Основные функции прикладного ПО

С помощью указанных выше инструментальных средств для реализации заявленных целей создания АСУ ТП ЗИФ было разработано прикладное ПО, которое обеспечило выполнение следующих функций:

- Отображение мнемосхем технологического процесса

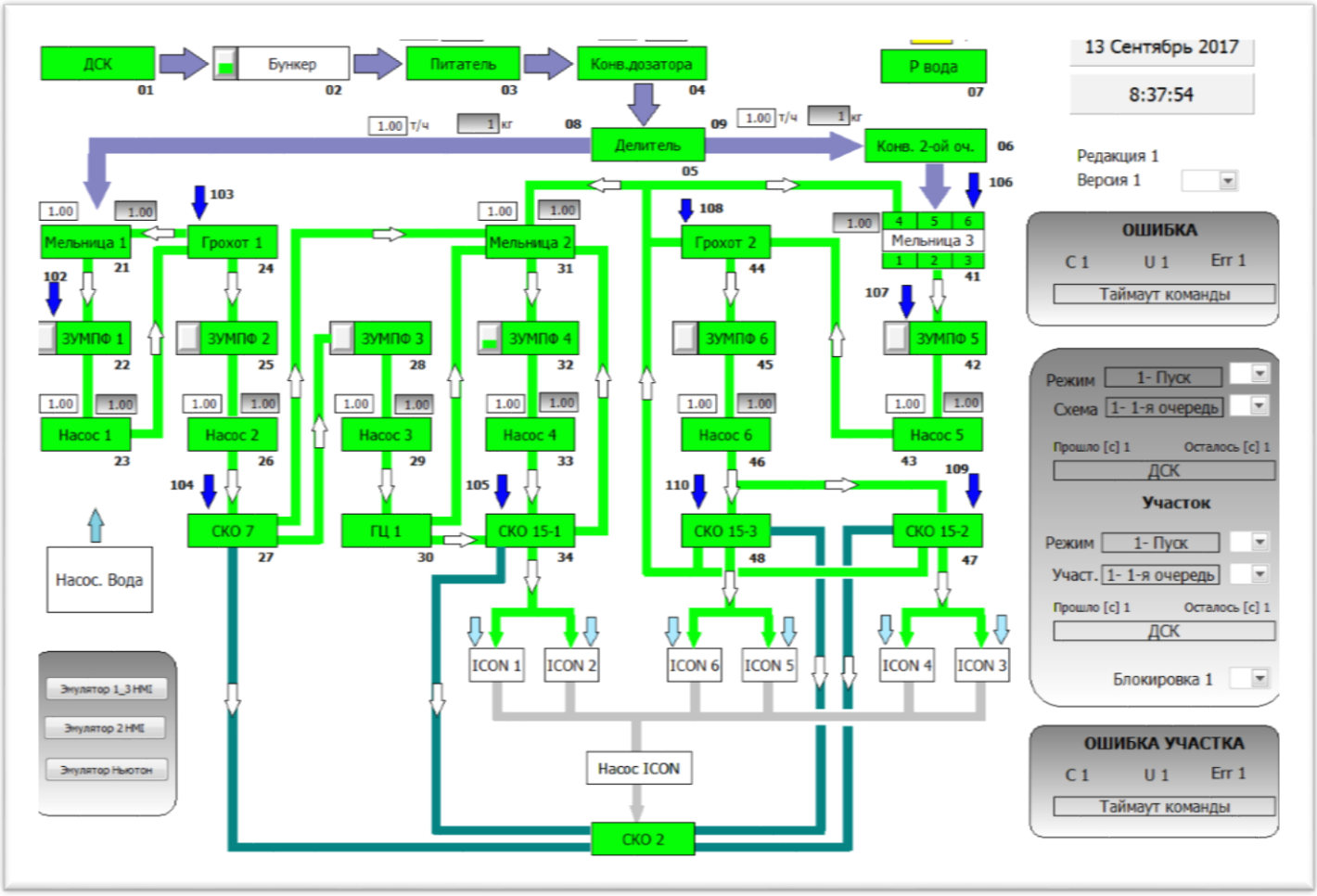

Рис. 4 Главный экран мнемосхемы АСУТП ЗИФ

- Обмен информацией между ПЛК через механизм “сетевых переменных” системы программирования CODESYS v.2

- Обмен информацией между всеми ПЛК и системой SCADA через OPC-сервер системы программирования CODESYS v.2
- Параметрическая реализация циклограмм ПУСКА и ОСТАНОВА технологического оборудования в соответствии с приведенными ниже диаграммами и с возможностью настройки и изменения циклограмм без перепрограммирования ПЛК

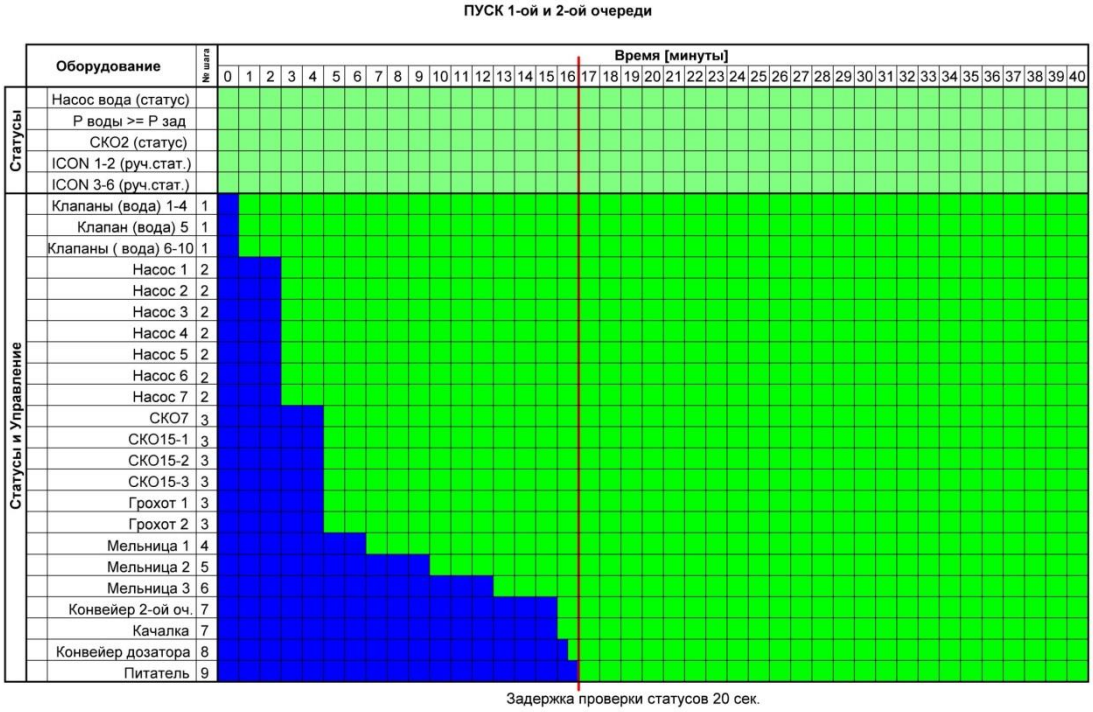

Рис. 5 Циклограмма пуска АСУТП ЗИФ

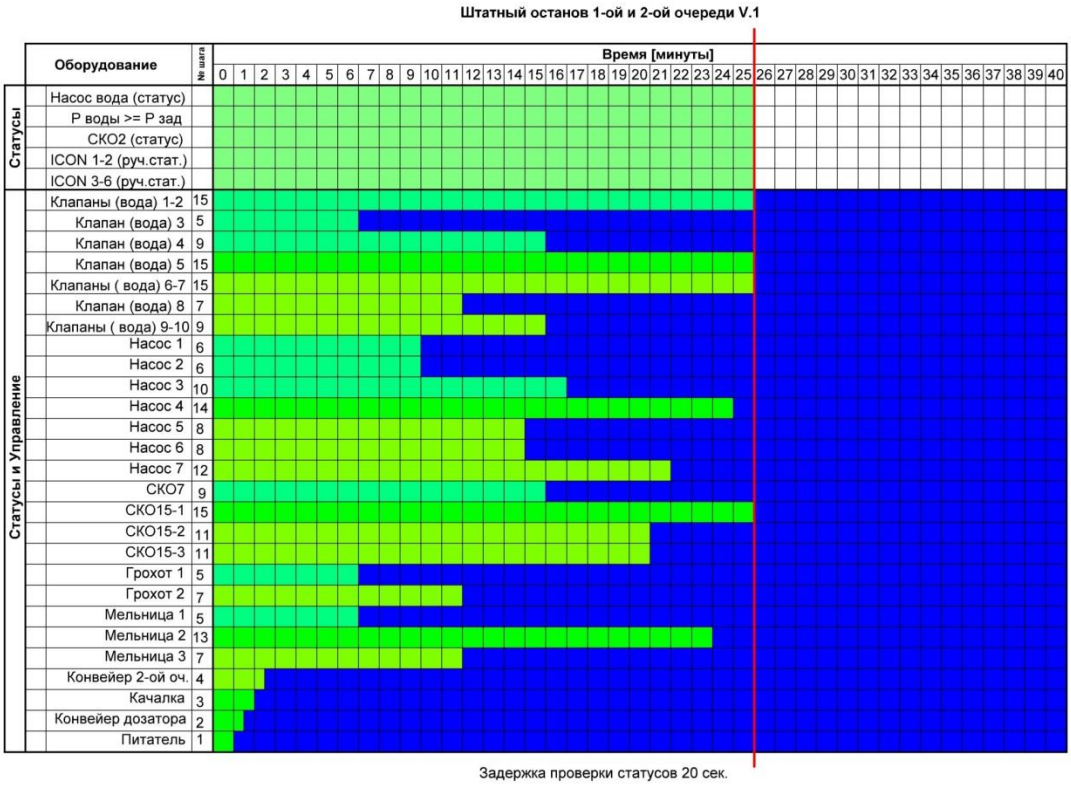

Рис. 6 Циклограмма останова АСУТП ЗИФ

- Параметрическая реализация алгоритмов блокировки технологического оборудования в соответствии с приведенными ниже диаграммами и с возможностью настройки и изменения цепочек блокировки без перепрограммирования ПЛК

Таблица блокировок электроприводов технологического оборудования

	Аварийное оборудование	Блокируемое оборудование (1-я очередь)																											
		Насос вода (стаус)	Р воды < Р зад	СКО2 (статус)	ICON 1-2 (руч.стат.)	ICON 3-6 (руч.стат.)	Клапаны (вода) 1-4	Клапан (вода) 5	Клапаны (вода) 6-10	Насос 1	Насос 2	Насос 3	Насос 4	Насос 5	Насос 6	Насос 7	СКО7	СКО15-1	СКО15-2	СКО15-3	Грохот 1	Грохот 2	Мельница 1	Мельница 2	Мельница3	Конвейер 2-ой оч.	Качалка	Конвейер дозатора	Питатель
1	Насос вода (стаус)																												
2	Р воды < Р зад																												
3	СКО2 (статус)																												
4	ICON 1-2 (руч.стат.)																												
5	ICON 3-6 (руч.стат.)																												
6	Клапаны (вода) 1-4																												
7	Клапан (вода) 5																												
8	Клапаны (вода) 6-10																												
9	Насос 1																												
10	Насос 2																												
11	Насос 3																												
12	Насос 4																												
13	Насос 5																												
14	Насос 6																												
15	Насос 7																												
16	СКО7																												
17	СКО15-1																												
18	СКО15-2																												
19	СКО15-3																												
20	Грохот 1																												
21	Грохот 2																												
22	Мельница 1																												?
23	Мельница 2																												
24	Мельница3																												
25	Конвейер 2-ой оч.																												
26	Качалка																												
27	Конвейер дозатора																												
28	Питатель																												

Рис. 7 Блокировки оборудования в АСУТП ЗИФ

- Реализация различных режимов управления технологической схемой.
  - Дистанционный контроль – система лишь считывает информацию с устройств и позволяет дистанционно управлять каждым агрегатом в отдельности.
  - Автоматический пуск – запуск оборудования по циклограмме.
  - Автоматический останов – останов оборудования по циклограмме.
  - Режим автоматического слежения - система осуществляет контроль за состоянием всех аппаратов, работающих в технологической цепочке, с целью отслеживания аварийных ситуаций.
  - Режим автоматического аварийного останова – при возникновении неисправности какого-либо из технологических аппаратов, система сама принимает решение о том какой оборудование в технологической цепочке должно быть выключено мгновенно, а какое - остановлено в соответствии с временной диаграммой штатного останова.
  - Мгновенный останов – аварийный останов всех технологических аппаратов по инициативе оператора одномоментно.
  - Режим переключения веток технологического процесса – система автоматически либо по команде оператора, либо по возникновению аварии в одной из веток, отключает или включает оборудование нужной ветви технологического процесса в соответствии с циклограммой, если это возможно.
- Подготовка исходных циклограмм и цепочек блокировок технологического процесса, реализованной с помощью СУБД MS ACCESS.
- Удаленная загрузка в ПЛК файлов циклограмм и блокировок по сети Eternet.
- Управление Ведущим Master- ПЛК с помощью программы CoDeSys HMI, которая отображает формы визуализации на ПК без установки среды программирования CoDeSys.