



МОСКОВСКИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

КАФЕДРА

«ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ»



Трофимов Алексей Валентинович
Трофимов Владимир Алексеевич
Азаров Алексей Николаевич

**Комплексный подход при
автоматизированном проектировании
вторичных цепей цифровых
подстанций**

(САПР цепей вторичной коммутации)

Реализация вторичных цепей электроустановок в виде автоматизированных систем управления на базе интеллектуальных электронных устройств (ИЭУ) существенно изменяет подходы к их проектированию.

Проекты разделились:

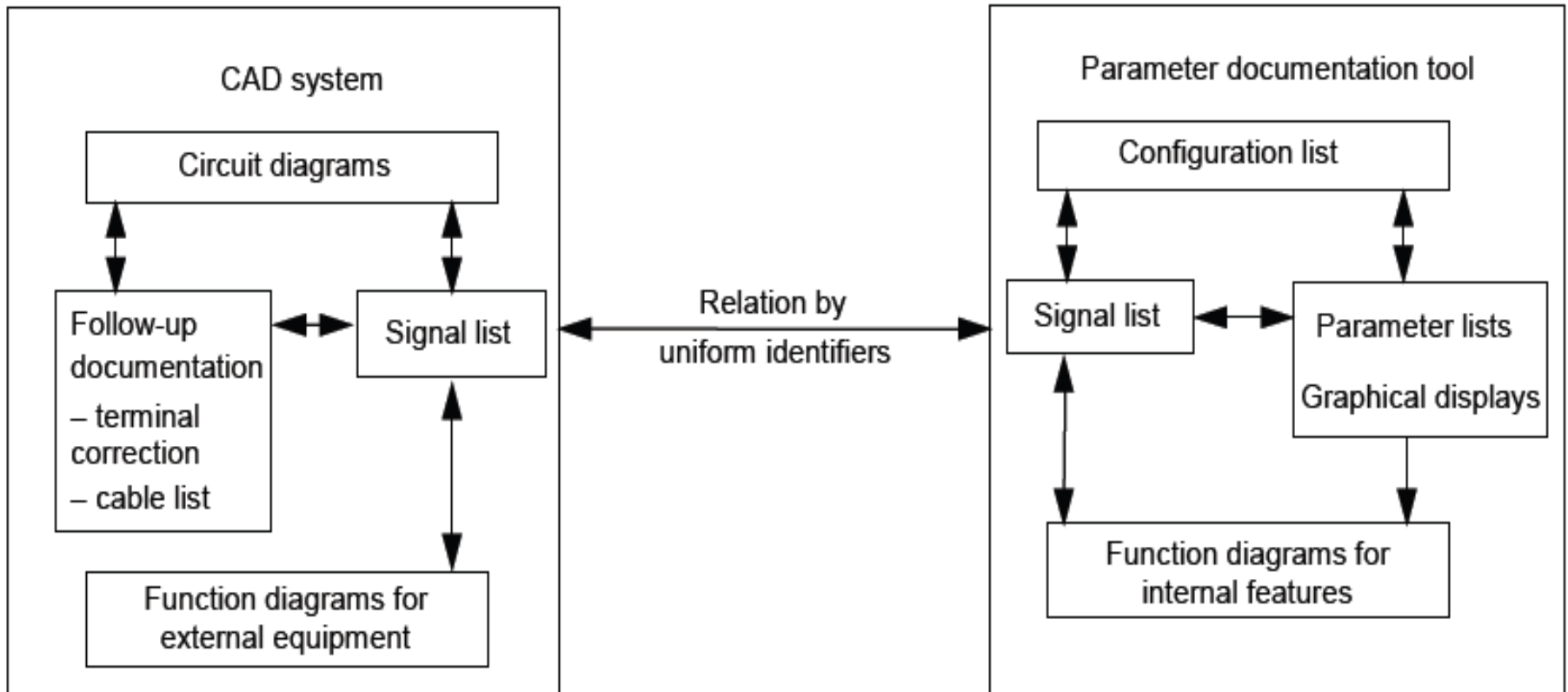
- на проекты нижнего (полевого) уровня, реализуемые проектными и монтажными организациями;
- верхнего (контроллерного) уровня, реализуемые поставщиками ПТК или инжиниринговыми организациями.

Принципиальные схемы, в основном, представляют собой схемы подключения сигналов ПТК, а не дают полного представления о принципах работы изделия.

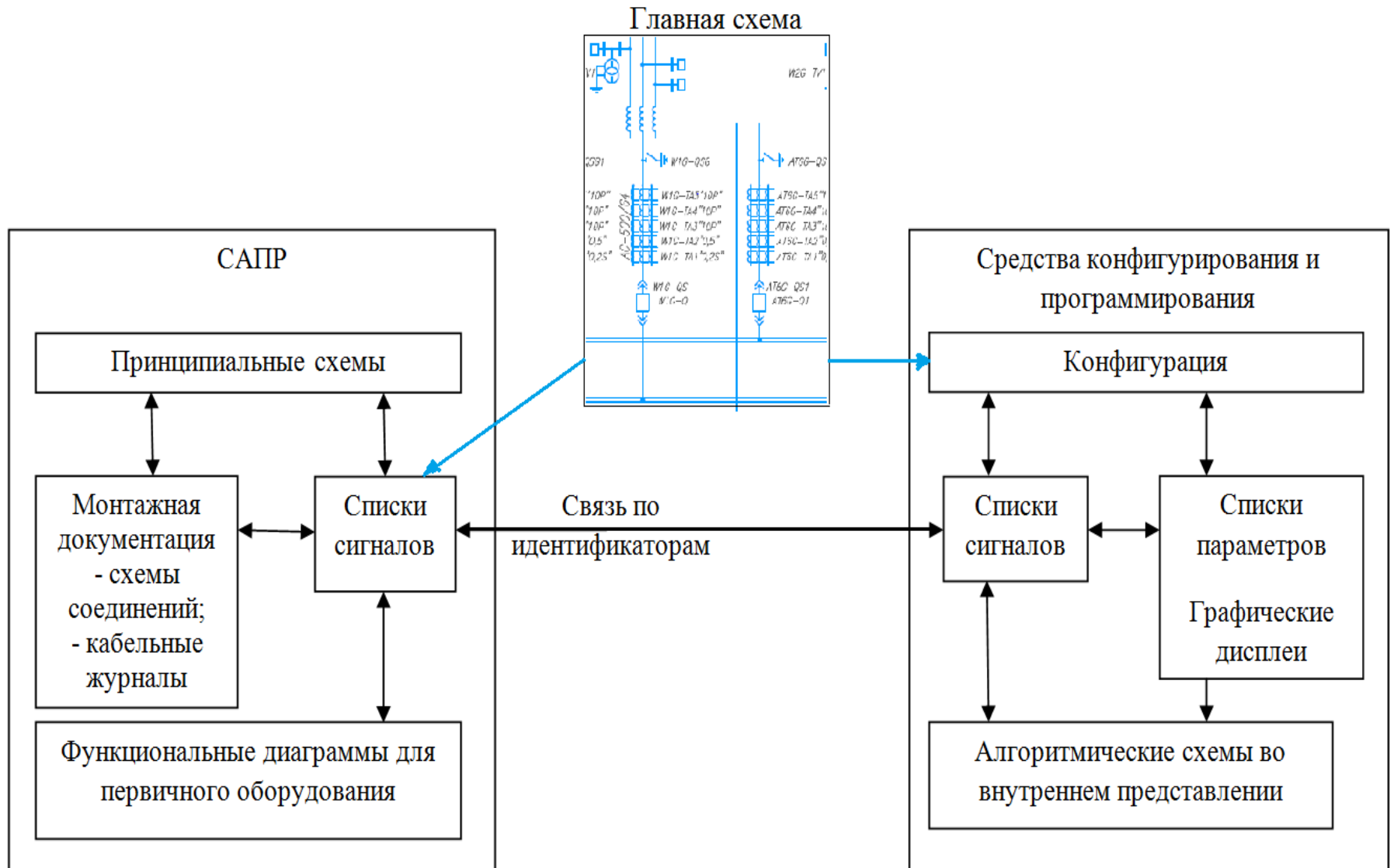
IEC 61850. Communication networks and systems in substations. Part 4: System and project management

Hardware documentation

Parameter documentation



Структура проектной документации



Традиционная автоматизация формирования монтажной документации по принципиальным схемам вторичных цепей.

Средства работы с главной схемой электроустановки с возможностью формирования описания системы по МЭК 61850 (*.SSD файл).

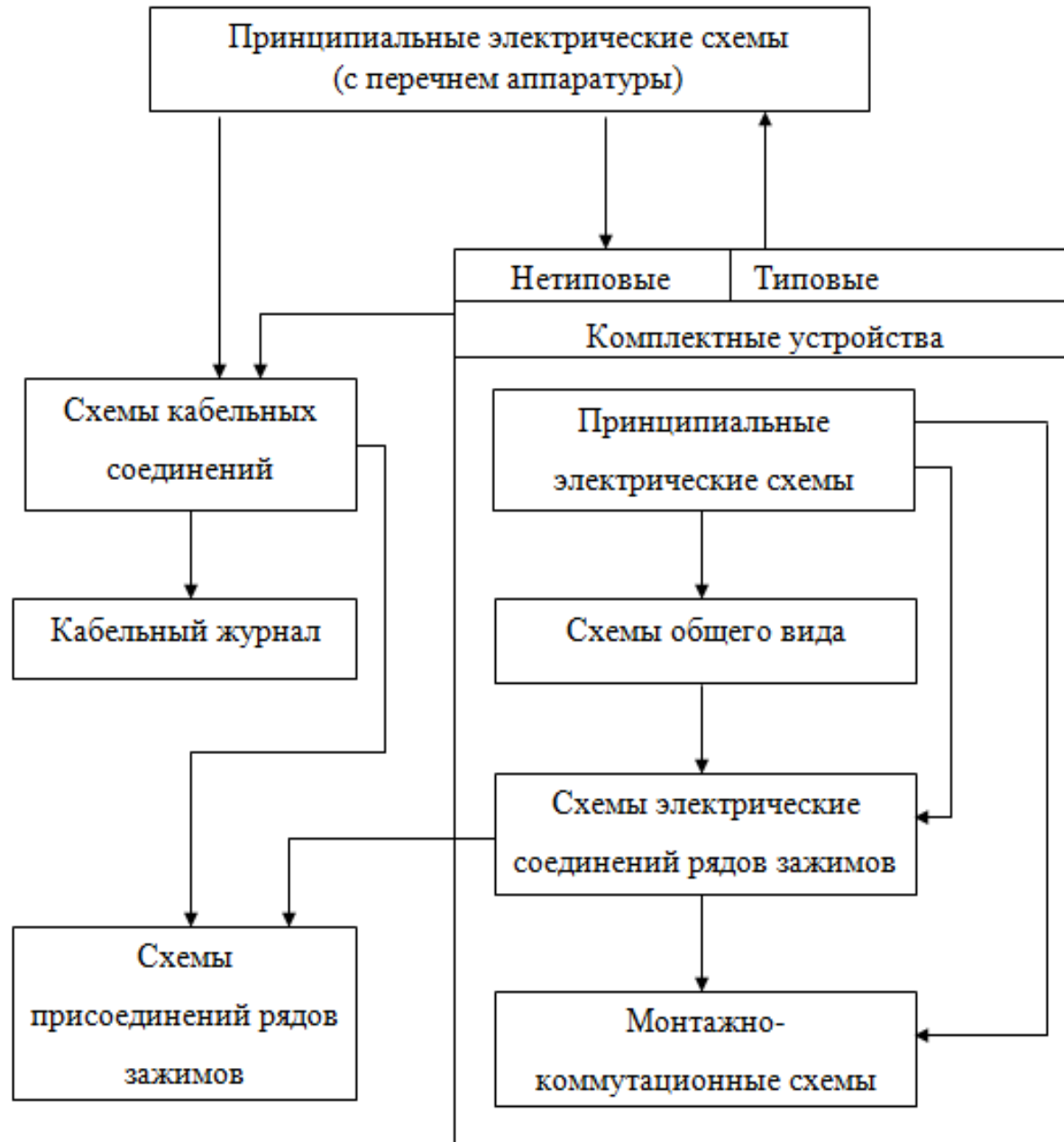
Средства формирования списков сигналов ПТК.

Средства конфигурирования модулей ввода – вывода ИЭУ.

Привязка сигналов к принципиальным схемам с возможностью получения таблиц подключения сигналов.

Разработка алгоритмических схем.

Состав и этапы разработки рабочей документации



Принципиальная схема

Содержит информацию о номерах контактов, позиционных обозначениях аппаратов, принадлежности аппаратов к НКУ и монтажной единице, марки цепей, к которым подключены контакты.

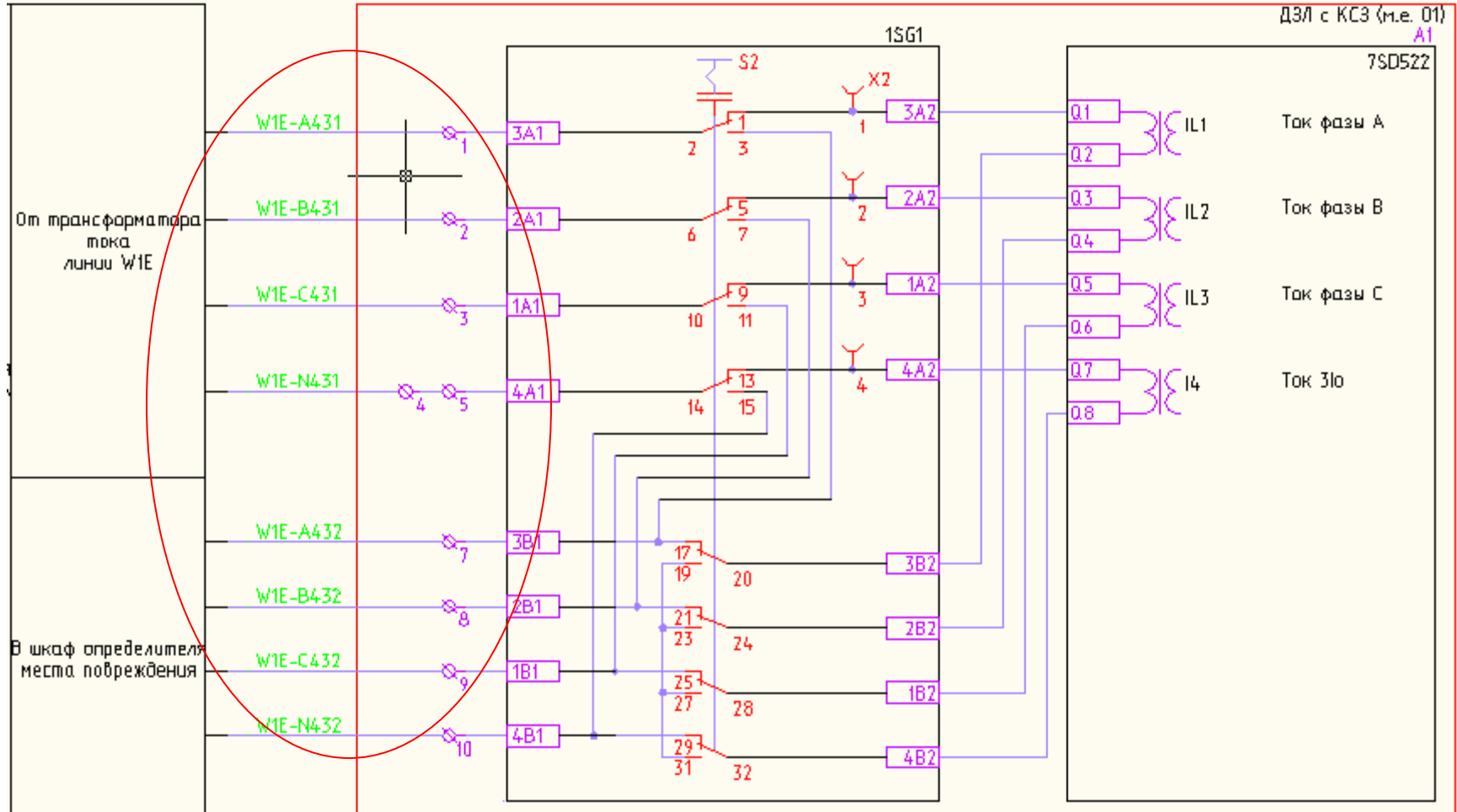
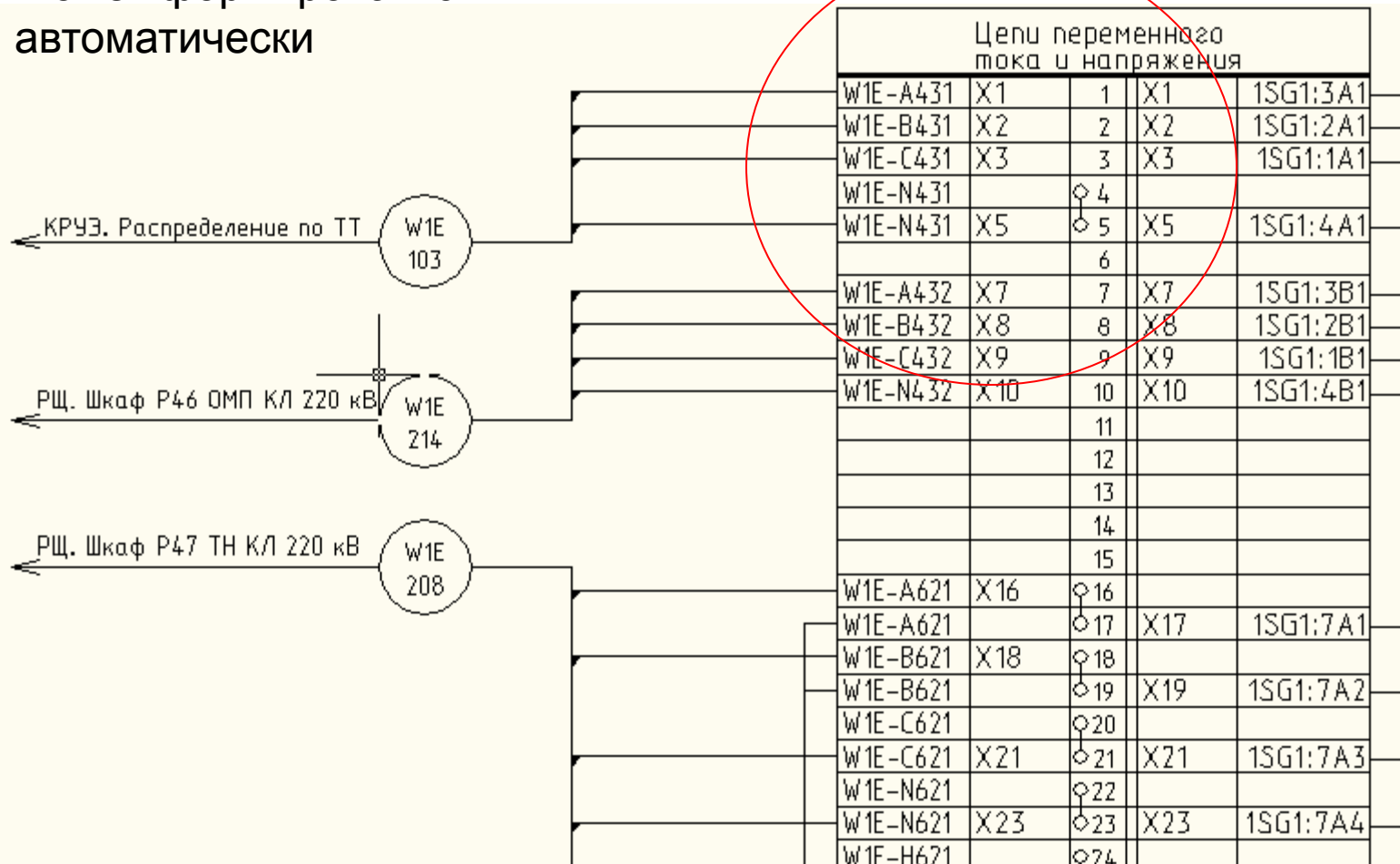
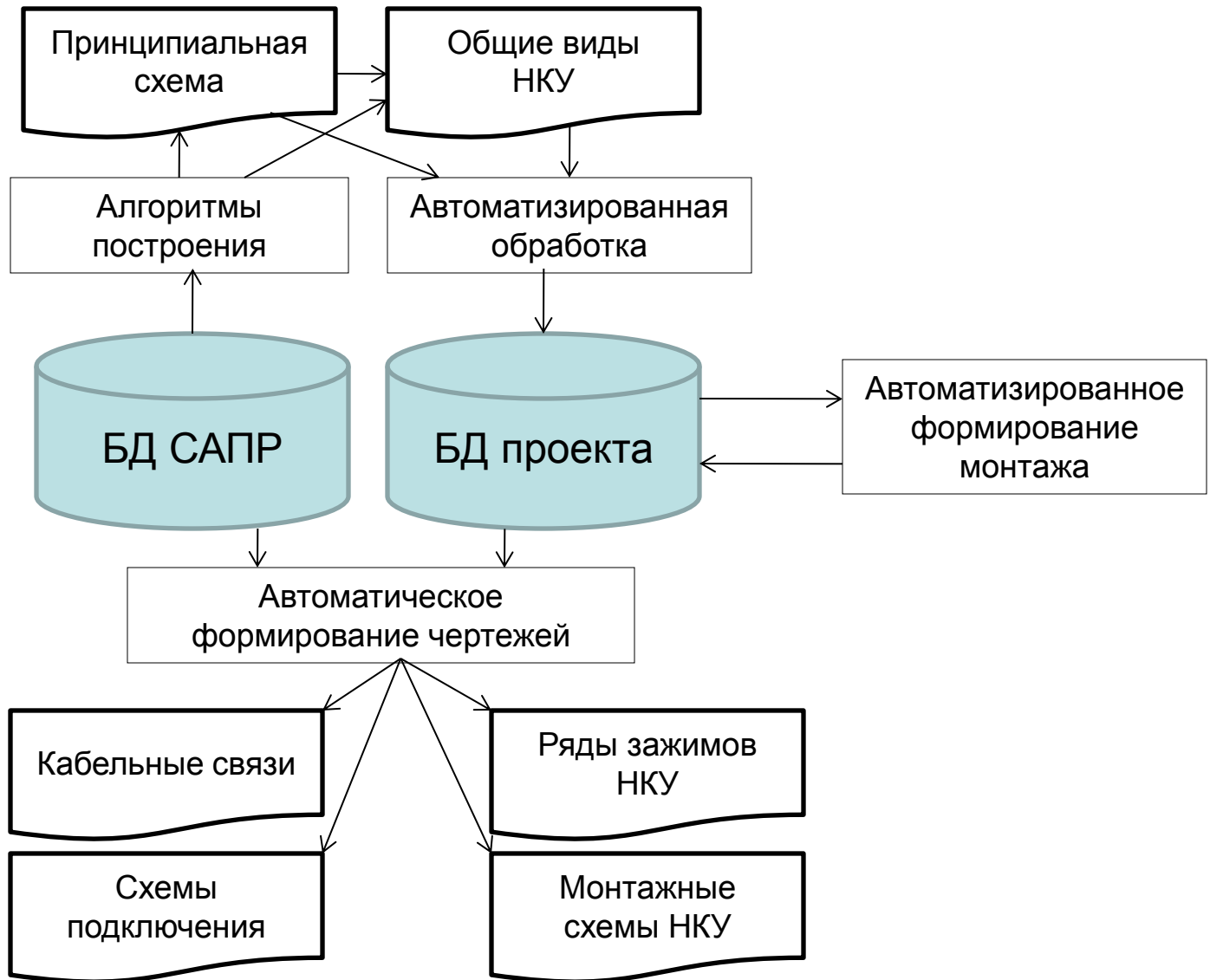


Схема подключения рядов зажимов

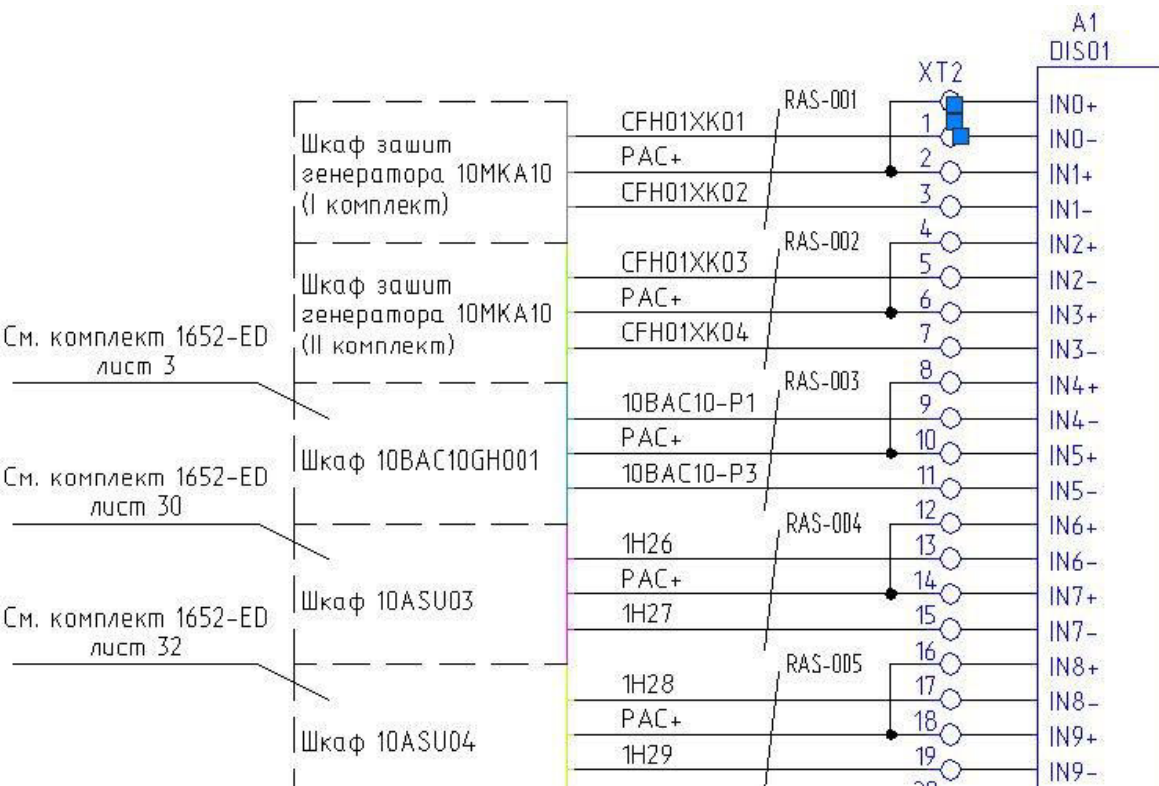
Может формироваться
автоматически



Методика автоматизированного проектирования РД



Принципиальная схема с “подключенными” сигналами



■	Сигнал из шкафа зашит генератора 10MKA10 (I комплект). Срабатывание зашит генератора	■
■	Сигнал из шкафа зашит генератора 10MKA10 (I комплект). Неисправность в шкафу зашит	■
	Сигнал из шкафа зашит генератора 10MKA10 (II комплект). Срабатывание зашит трансформатора	
	Сигнал из шкафа зашит генератора 10MKA10 (II комплект). Неисправность в шкафу зашит	
	Сигнал из шкафа 10BAC10GH001. Выключатель 10BAC10 в положении "Включено"	
	Сигнал из шкафа 10BAC10GH001. Выключатель 10BAC10 в положении "Отключено"	
	Сигнал из шкафа 10ASU03 зашит тр-ра блока 10BAT10 (I комплект). Срабатывание зашит трансформатора	
	Сигнал из шкафа 10ASU03 зашит тр-ра блока 10BAT10 (I комплект). Неисправность в шкафу зашит	
	Сигнал из шкафа 10ASU04 зашит тр-ра блока 10BAT10 (II комплект). Срабатывание зашит трансформатора	
	Сигнал из шкафа 10ASU04 зашит тр-ра блока 10BAT10 (II комплект). Неисправность в шкафу зашит	

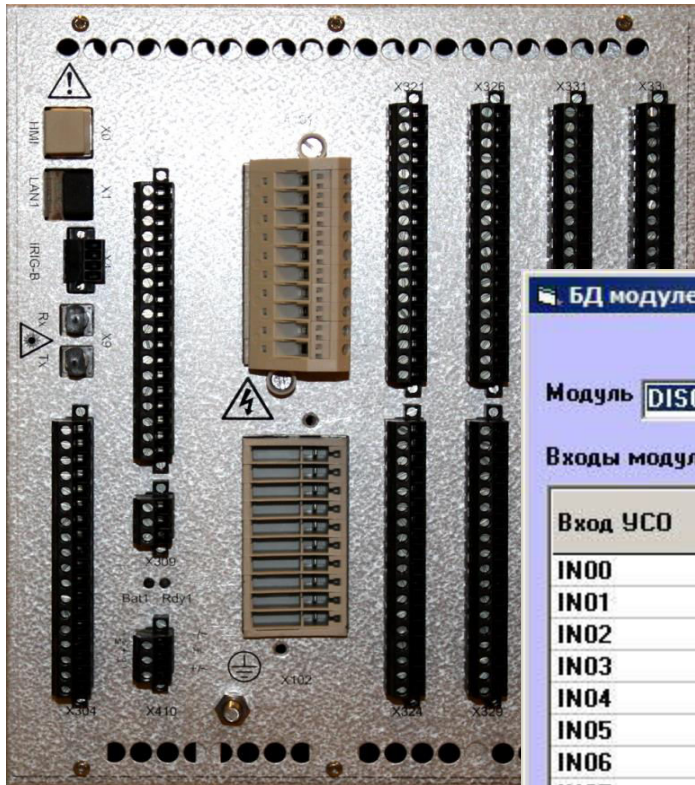
Таблица сигналов с “монтажной” информацией

Устройство - Шкаф CFH01 PAC
ИЭУ - А1 - КОНТРОЛЛЕР PAC

Класс напряжения	Присоединение	Устройство	Диспетчерское наименование сигнала	Тип сигнала	Состояние	Статус	Модуль/ Канал	Адрес	№ клеммы «+»	№ клеммы «-»
10 кВ	Генератор 10МКА10		Сигнал из шкафа защит генератора 10МКА10 (I комплект). Срабатывание защит генератора	BI	220vdc		DIS01 / IN00		:IN0+/ XT2:1	:IN0-/ XT2:2
10 кВ	Генератор 10МКА10		Сигнал из шкафа защит генератора 10МКА10 (I комплект). Неисправность в шкафу защит	BI	220vdc		DIS01 / IN01		:IN1+/ XT2:3	:IN1-/ XT2:4
10 кВ	Генератор 10МКА10		Сигнал из шкафа защит генератора 10МКА10 (II комплект). Срабатывание защит трансформатора	BI	220vdc		DIS01 / IN02		:IN2+/ XT2:5	:IN2-/ XT2:6
10 кВ	Генератор 10МКА10		Сигнал из шкафа защит генератора 10МКА10 (II комплект). Неисправность в шкафу защит	BI	220vdc		DIS01 / IN03		:IN3+/ XT2:7	:IN3-/ XT2:8
10 кВ	Генератор 10МКА10		Сигнал из шкафа 10ВАС10GH001. Выключатель 10ВАС10 в положении "Включено"	BI	220vdc		DIS01 / IN04		:IN4+/ XT2:9	:IN4-/ XT2:10
10 кВ	Генератор 10МКА10		Сигнал из шкафа 10ВАС10GH001. Выключатель 10ВАС10 в положении "Отключено"	BI	220vdc		DIS01 / IN05		:IN5+/ XT2:11	:IN5-/ XT2:12
110 кВ	Тр-р 10ВАС10		Сигнал из шкафа 10АСУ03 защит тр-ра блока 10ВАТ10 (I комплект). Срабатывание защит трансформатора	BI	220vdc		DIS01 / IN06		:IN6+/ XT2:13	:IN6-/ XT2:14
110 кВ	Тр-р 10ВАС10		Сигнал из шкафа 10АСУ03 защит тр-ра блока 10ВАТ10 (I комплект). Неисправность в шкафу защит	BI	220vdc		DIS01 / IN07		:IN7+/ XT2:15	:IN7-/ XT2:16
110 кВ	Тр-р 10ВАС10		Сигнал из шкафа 10АСУ04 защит тр-ра блока 10ВАТ10 (II комплект). Срабатывание защит трансформатора	BI	220vdc		DIS01 / IN08		:IN8+/ XT2:17	:IN8-/ XT2:18
110 кВ	Тр-р 10ВАС10		Сигнал из шкафа 10АСУ04 защит тр-ра блока 10ВАТ10 (II комплект). Неисправность в шкафу защит	BI	220vdc		DIS01 / IN09		:IN9+/ XT2:19	:IN9-/ XT2:20

Конфигурирование ПТК

Принципиальные схемы представляют собой схемы подключения сигналов к ПТК. Логика уходит в контроллер.



БД модулей УСО

Удалить Сохранить Выход

Модуль **DIS024** Описание **В1 на 24 входа 220 VDC**

Входы модуля + - Монтаж модуля + -

Вход УСО	Тип сигнала	Тип УСО	Клеммник УСО	Клемма УСО	Вход УСО	Полюс
IN00	В1	220vdc		IN0+	IN00	+
IN01	В1	220vdc		IN0-	IN00	-
IN02	В1	220vdc		IN1+	IN01	+
IN03	В1	220vdc		IN1-	IN01	-
IN04	В1	220vdc		IN2+	IN02	+
IN05	В1	220vdc		IN2-	IN02	-
IN06	В1	220vdc		IN3+	IN03	+
IN07	В1	220vdc		IN3-	IN03	-
IN08	В1	220vdc		IN4+	IN04	+
IN09	В1	220vdc		IN4-	IN04	-
IN10	В1	220vdc		IN5+	IN05	+
IN11	В1	220vdc		IN5-	IN05	-
IN12	В1	220vdc		IN6+	IN06	+
IN13	В1	220vdc		IN6-	IN06	-
IN14	В1	220vdc		IN7+	IN07	+
IN15	В1	220vdc		IN7-	IN07	-
IN16	В1	220vdc		IN8+	IN08	+
IN17	В1	220vdc		IN8-	IN08	-
IN18	В1	220vdc		IN9+	IN09	+
IN19	В1	220vdc		IN9-	IN09	-
IN20	В1	220vdc		IN10+	IN10	+
IN21	В1	220vdc		IN10-	IN10	-
IN22	В1	220vdc		IN11+	IN11	+
IN23	В1	220vdc		IN11-	IN11	-

Конфигурирование ПТК

ИЗУ

Новый Редактировать Удалить Состав Сигналы Монтаж Алгоритм Выход

Обозначение	Описание	Устройство	Позиция на схеме	Обозначение устройства
A1_6-1	КОНТРОЛЛЕР ПРИСОЕДИНЕНИЙ КРУ-6 кВ 1 СЕКЦИЯ	Шкаф контроллеров присоединений КРУ-6 кВ 1-2	A1	KONT_PR_6-1

Состав модулей ИЗУ A1_6-1

Новый Редактировать Удалить Импорт ИЗУ Выход

Номер модуля	Тип модуля	Обозначение модуля	Описание модуля
1	BI10_BO4	A1-3	BI 10 входов 220 VDC BO 4 выхода HO/220
2	BI10_BO4	A1-4	BI 10 входов 220 VDC BO 4 выхода HO/220
3	BI10_BO4	A1-5	BI 10 входов 220 VDC BO 4 выхода HO/220

Подключение каналов ИЗУ A1_6-1

Не подключены Отключить Печать Выход

Обозначение модуля	Вход модуля	Назначение канала	Позиция сигнала	Наименование сигнала
A1-3	Вх01 BI 220vdc		QS1P02	КРУ-6 кВ 1 секция Ячейка 101 QS1P QS1P. ЗН включен
A1-3	Вх02 BI 220vdc		QS1P01	КРУ-6 кВ 1 секция Ячейка 101 QS1P QS1P. ЗН отключен
A1-3	Вх03 BI 220vdc		QS1P03	КРУ-6 кВ 1 секция Ячейка 101 QS1P QS1P. ВЗ в рабочем положении
A1-3	Вх04 BI 220vdc		QS1P04	КРУ-6 кВ 1 секция Ячейка 101 QS1P QS1P. ВЗ в контрольном
A1-3	Вх05 BI 220vdc			
A1-3	Вх06 BI 220vdc			КРУ-6 кВ 1 секция Ячейка 105 TV1P TV1P. ЗН отключен
A1-3	Вх07 BI 220vdc			КРУ-6 кВ 1 секция Ячейка 105 TV1P TV1P. ВЗ в рабочем положении
A1-3	Вх08 BI 220vdc			КРУ-6 кВ 1 секция Ячейка 105 TV1P TV1P. ВЗ в контрольном
A1-3	Вх09 BI 220vdc			КРУ-6 кВ 1 секция Ячейка 105 TV1P TV1P. Земля в сети 6 кВ

Автоматическое формирование монтажа и схем

Монтаж модулей ИЭУ А1_6-1

Обновить Клеммник УСО Выбрать клеммы Задать клеммы Печать

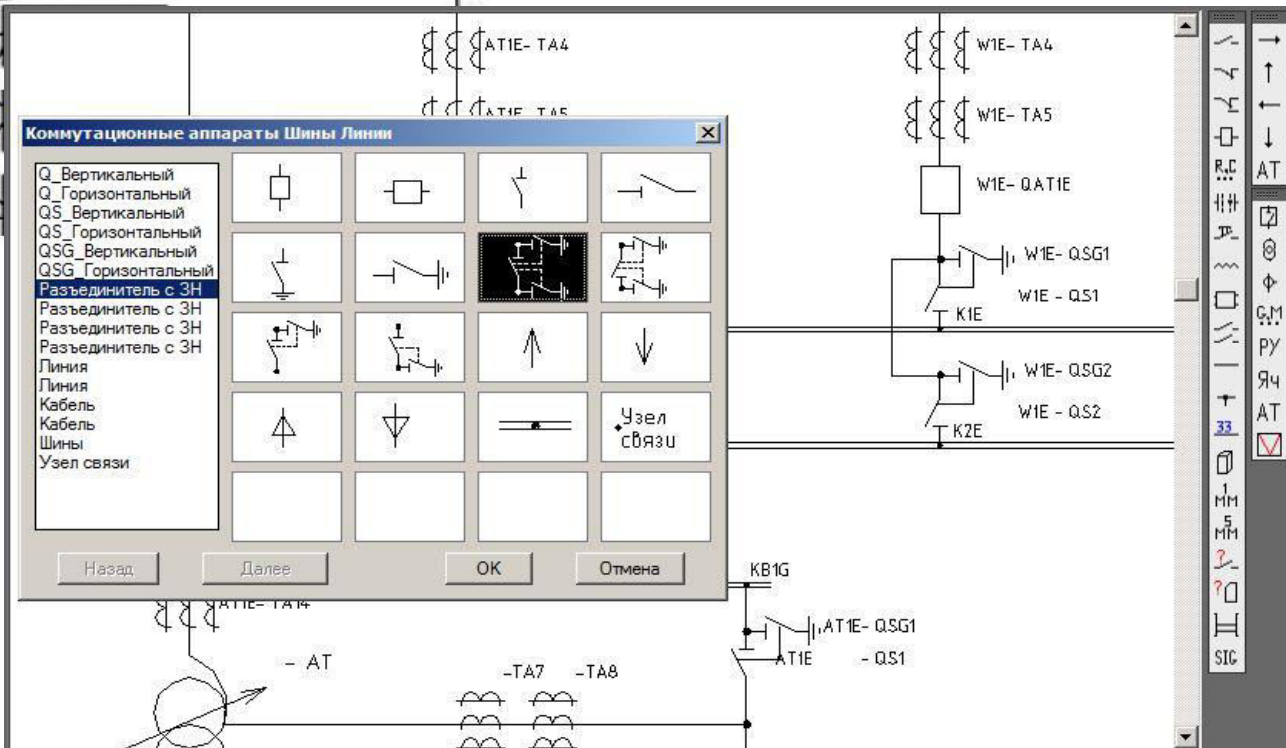
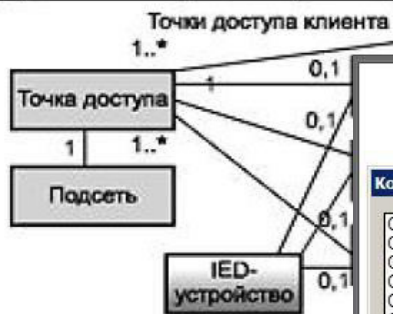
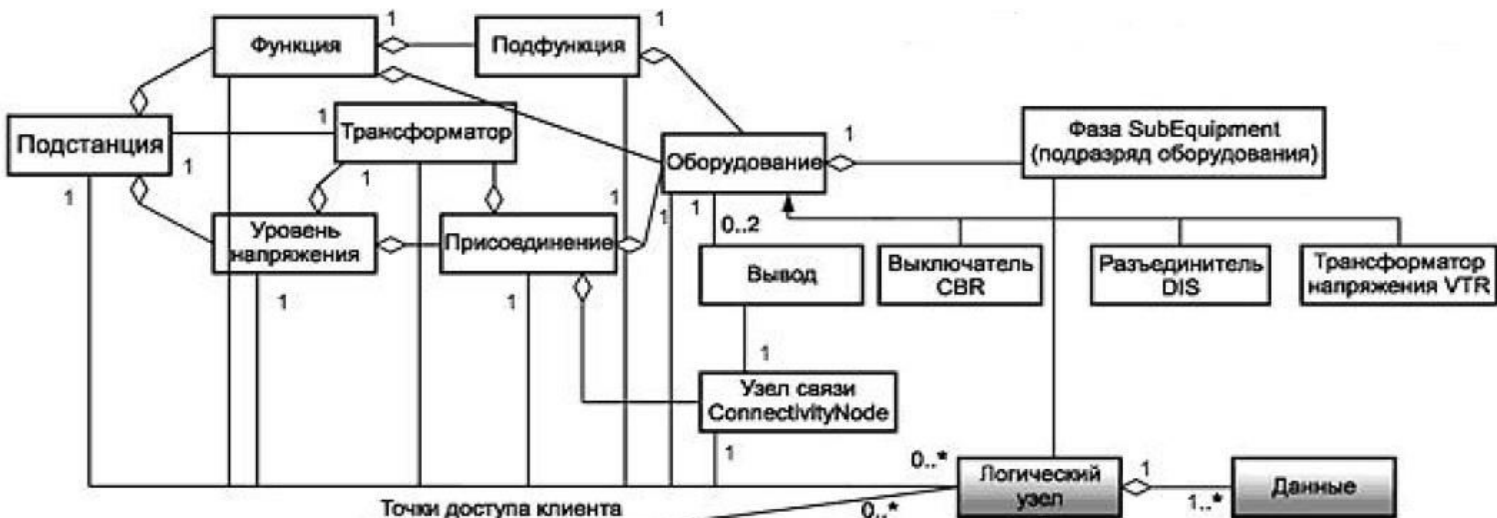
На схему Шаг 10

С учетом обозначения модуля

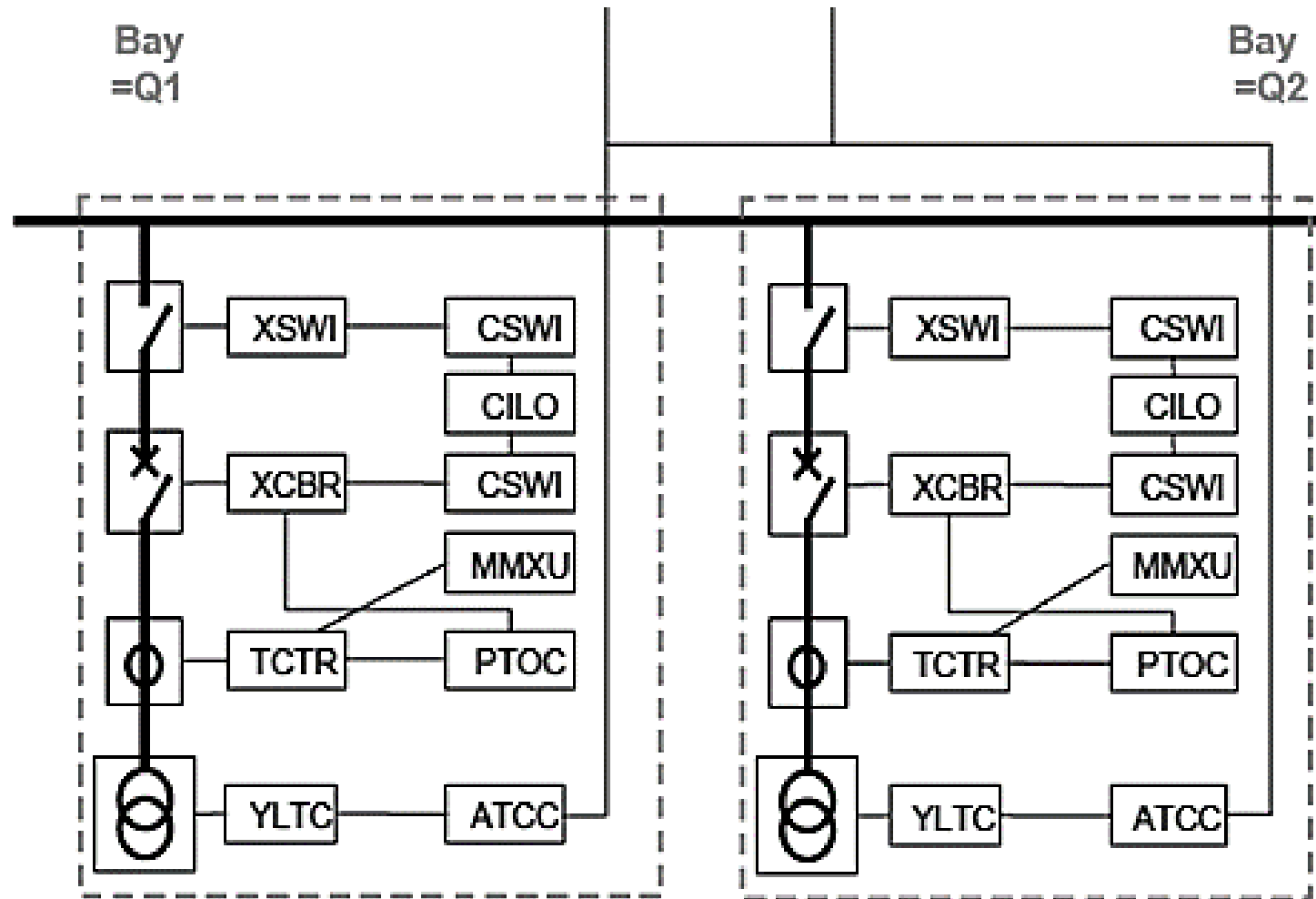
Модуль УСО	Вход модуля	Клеммник УСО	Клемма УСО	Марка провода	Клеммник шкафа	Сигнал
A1-3	Вых01+	X1	1	9986611	XT5:1	
A1-3	Вых01-	X1	2	9986811	XT5:2	
A1-3	Вых02+	X1	3	9987011	XT5:3	
A1-3	Вых02-	X1	4	9987211	XT5:4	
A1-3	Вых03+	X2	1	9987411	XT5:5	
A1-3	Вых03-	X2	2	9987611	XT5:6	
A1-3	Вых04+	X2	3	9987811	XT5:7	
A1-3	Вых04-	X2	4	9988011	XT5:8	
A1-3	Вх01+	X3	1	QS1P-X01	XT3:1	QS1P. ЗН включен
A1-3	Вх02+	X3	2	QS1P-X02	XT3:2	QS1P. ЗН отключен
A1-3		X3	3	102-AC	XT2:3	
A1-3	Вх03+	X4	1	QS1P-X03	XT3:3	QS1P. ВЗ в рабочем положении
A1-3	Вх04+	X4	2	QS1P-X04	XT3:4	QS1P. ВЗ в контрольном положении
A1-3		X4	3	102-AC	XT2:3	
A1-3	Вх05+	X5	1	9990811	XT3:5	
A1-3	Вх06+	X5	2	TV1P-X02	XT3:6	TV1P. ЗН отключен
A1-3		X5	3	102-AC	XT2:3	
A1-3	Вх07+	X6	1	TV1P-X03	XT3:7	TV1P. ВЗ в рабочем положении
A1-3	Вх08+	X6	2	TV1P-X04	XT3:8	TV1P. ВЗ в контрольном положении
A1-3		X6	3	102-AC	XT2:3	
A1-3	Вх09+	X7	1	TV1P-X07	XT3:9	TV1P. Земля в сети 6 кВ
A1-3	Вх10+	X7	2	TV1P-X07	XT3:10	TV1P. Земля в сети 6 кВ
A1-3		X7	3	102-AC	XT2:3	
A1-4	Вых01+	X1	1	W1-Y01	XT5:9	W1. Команда включить
A1-4	Вых01-	X1	2	W1-Y0+	XT5:10	W1. Команда включить
A1-4	Вых02+	X1	3	W1-Y02	XT5:11	W1. Команда отключить
A1-4	Вых02-	X1	4	W1-Y0+	XT5:12	W1. Команда отключить
A1-4	Вых03+	X2	1	9971011	XT5:13	
A1-4	Вых03-	X2	2	9971211	XT5:14	
A1-4	Вых04+	X2	3	9971411	XT5:15	
A1-4	Вых04-	X2	4	9971611	XT5:16	
A1-4	Вх01+	X3	1	W1-X01	XT3:11	W1. Выключатель включен
A1-4	Вх02+	X3	2	W1-X02	XT3:12	W1. Выключатель отключен

Клемма шкафа: Найдена по сигналу Добавлена со схемы вручную Задана вручную

Формирование описания главной схемы



Связь логических узлов и первичного оборудования



Формирование сигналов для первичного оборудования

Список сигналов

Новый

Удалить

Задать поле

Копировать

из W1 в

все

выбранные

Сортировать

по сигналу

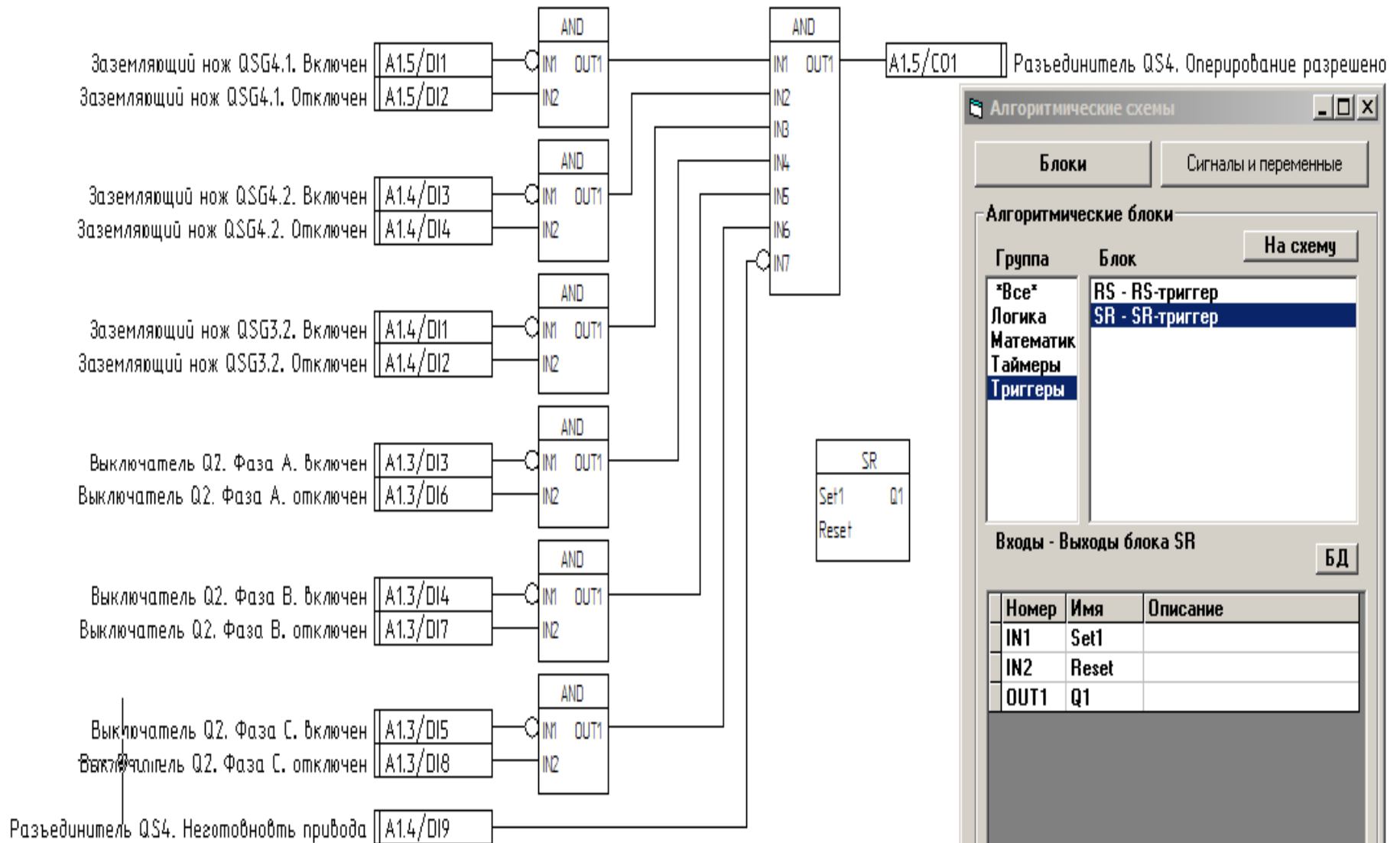
по каналу

Обозначение	РУ	Присоединение	Оборудование	Наименование сигнала	Тип	Состояние	Статус	Канал УСО
QS1P04	КРУ-6 кВ 1	Ячейка 101	QS1P	QS1P. ВЗ в контрольном положении	VI	220vdc		A1_6-1 / A1-3 / Вх04
QS1P03	КРУ-6 кВ 1	Ячейка 101	QS1P	QS1P. ВЗ в рабочем положении	VI	220vdc		A1_6-1 / A1-3 / Вх03
QS1P02	КРУ-6 кВ 1	Ячейка 101	QS1P	QS1P. ЗН включен	VI	220vdc		A1_6-1 / A1-3 / Вх01
QS1P01	КРУ-6 кВ 1	Ячейка 101	QS1P	QS1P. ЗН отключен	VI	220vdc		A1_6-1 / A1-3 / Вх02
##W1-X01	КРУ-6 кВ 1	Ячейка 102	W1	W1. Выключатель включен	VI	220vdc		A1_6-1 / A1-4 / Вх01
##W1-X02	КРУ-6 кВ 1	Ячейка 102	W1	W1. Выключатель отключен	VI	220vdc		A1_6-1 / A1-4 / Вх02
##W1-X03	КРУ-6 кВ 1	Ячейка 102	W1	W1. ВЗ в рабочем положении	VI	220vdc		A1_6-1 / A1-4 / Вх03
##W1-X04	КРУ-6 кВ 1	Ячейка 102	W1	W1. ЗН включен	VI	220vdc		A1_6-1 / A1-4 / Вх04
##W1-Y01	КРУ-6 кВ 1	Ячейка 102	W1	W1. Команда включить	VO	HO/220v		A1_6-1 / A1-4 /
##W1-Y02	КРУ-6 кВ 1	Ячейка 102	W1	W1. Команда отключить	VO	HO/220v		A1_6-1 / A1-4 /
##W1-X06	КРУ-6 кВ 1	Ячейка 102	W1	W1. Неисправность МПТ	VI	220vdc		A1_6-1 / A1-4 / Вх06
##W1-X05	КРУ-6 кВ 1	Ячейка 102	W1	W1. Пружина взведена	VI	220vdc		A1_6-1 / A1-4 / Вх05
##W1-X07	КРУ-6 кВ 1	Ячейка 102	W1	W1. Управление из АСУ ТП	VI	220vdc		A1_6-1 / A1-4 / Вх07
##W2-X01	КРУ-6 кВ 1	Ячейка 103	W2	W2. Выключатель включен	VI	220vdc		A1_6-1 / A1-5 / Вх01
##W2-X02	КРУ-6 кВ 1	Ячейка 103	W2	W2. Выключатель отключен	VI	220vdc		A1_6-1 / A1-5 / Вх02
##W2-X03	КРУ-6 кВ 1	Ячейка 103	W2	W2. ВЗ в рабочем положении	VI	220vdc		A1_6-1 / A1-5 / Вх03
##W2-X04	КРУ-6 кВ 1	Ячейка 103	W2	W2. ЗН включен	VI	220vdc		A1_6-1 / A1-5 / Вх04
##W2-Y01	КРУ-6 кВ 1	Ячейка 103	W2	W2. Команда включить	VO	HO/220v		A1_6-1 / A1-5 /
##W2-Y02	КРУ-6 кВ 1	Ячейка 103	W2	W2. Команда отключить	VO	HO/220v		A1_6-1 / A1-5 /
##W2-X06	КРУ-6 кВ 1	Ячейка 103	W2	W2. Неисправность МПТ	VI	220vdc		A1_6-1 / A1-5 / Вх06
##W2-X05	КРУ-6 кВ 1	Ячейка 103	W2	W2. Пружина взведена	VI	220vdc		A1_6-1 / A1-5 / Вх05
##W2-X07	КРУ-6 кВ 1	Ячейка 103	W2	W2. Управление из АСУ ТП	VI	220vdc		A1_6-1 / A1-5 / Вх07
##W3-X01	КРУ-6 кВ 1	Ячейка 104	W3	W3. Выключатель включен	VI	220vdc		A1_6-1 / A1-6 / Вх01
##W3-X02	КРУ-6 кВ 1	Ячейка 104	W3	W3. Выключатель отключен	VI	220vdc		A1_6-1 / A1-6 / Вх02
##W3-X03	КРУ-6 кВ 1	Ячейка 104	W3	W3. ВЗ в рабочем положении	VI	220vdc		A1_6-1 / A1-6 / Вх03
##W3-X04	КРУ-6 кВ 1	Ячейка 104	W3	W3. ЗН включен	VI	220vdc		A1_6-1 / A1-6 / Вх04
##W3-Y01	КРУ-6 кВ 1	Ячейка 104	W3	W3. Команда включить	VO	HO/220v		A1_6-1 / A1-6 /
##W3-Y02	КРУ-6 кВ 1	Ячейка 104	W3	W3. Команда отключить	VO	HO/220v		A1_6-1 / A1-6 /
##W3-X06	КРУ-6 кВ 1	Ячейка 104	W3	W3. Неисправность МПТ	VI	220vdc		A1_6-1 / A1-6 / Вх06
##W3-X05	КРУ-6 кВ 1	Ячейка 104	W3	W3. Пружина взведена	VI	220vdc		A1_6-1 / A1-6 / Вх05

Информационная модель для комплексного хранения информации



Разработка алгоритмического обеспечения



Алгоритмические схемы

Блоки | Сигналы и переменные

Алгоритмические блоки

Группа | Блок | На схему

"Все"	RS - RS-триггер	
Логика	SR - SR-триггер	
Математик		
Таймеры		
Триггеры		

Входы - Выходы блока SR

БД

Номер	Имя	Описание
IN1	Set1	
IN2	Reset	
OUT1	Q1	

Принципиальные электрические схемы позволяют формировать как монтажную документацию, так и таблицы подключения сигналов ПТК.

Использование специализированных средств для конфигурирования ПТК, позволяет автоматизировать процесс формирования принципиальных схем на основе таблиц подключения входных и выходных сигналов.

Средства автоматизации проектирования и базы данных проекта могут быть полезны не только на этапе проектирования, но и в ходе пусконаладочных работ, а также при эксплуатации АСУ ТП для оперативного поиска информации по подключению сигналов.