

## Regul R500 и R500S

Резервирование  
и дублирование  
в ответственных системах



**AstraRegul**

## ПРОСОФТ СИСТЕМЫ

- С 1995 г. разрабатываем приборы и программно-технические комплексы для автоматизации промышленных объектов
- Автоматизируем технологические процессы предприятий

## REGLAB

Для построения АСУ ТП мы предлагаем:

- ПЛК REGUL RX00
- ПТК AstraRegul
- Датчики мех. величин (вибрации)





**900**

человек  
численность  
персонала



**11 250 м<sup>2</sup>**

офисные площади

**35 500 м<sup>2</sup>**

производственная  
площадка

**200 000 ШТ.**

выпуск плат в год  
(включая платы-мультизаготовки)

**12 200 м<sup>2</sup>**

площадь производства

## В СОСТАВЕ КОМПАНИИ



инженерные центры



многофункциональный  
производственный  
комплекс полного цикла



аккредитованные  
испытательная, поверочная  
и электротехническая  
лаборатории



учебный центр



техническая  
поддержка

## ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА

Минск


Москва

Екатеринбург

головной офис

Хабаровск

- Отечественное решение
- Внесен в реестр Минпромторга РФ

	ООО «Прософт-Системы»
<b>МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ И ТОРГОВЛИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ (МИНПРОМТОРГ РОССИИ)</b>	ул. Волгоградская, д. 194а г. Екатеринбург, 620102
Кутайгородский пр., д. 7, Москва, 109074 Тел. (495) 539-21-66, (495)539-21-87 Факс (495) 632-87-83 <a href="http://www.minpromtorg.gov.ru">http://www.minpromtorg.gov.ru</a>	
08.04.2019 № 22286/11	
На № _____ от _____	
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> <b>о подтверждении производства промышленной продукции на территории Российской Федерации</b>	
<p>Министерство промышленности и торговли Российской Федерации по результатам рассмотрения документов, представленных в соответствии с Правилами выдачи заключения о подтверждении производства промышленной продукции на территории Российской Федерации, утвержденными постановлением Правительства Российской Федерации от 17 июля 2015 г. № 719, подтверждает производство следующей промышленной продукции на территории Российской Федерации:</p>	
Наименование юридического лица: Общество с ограниченной ответственностью «Прософт-Системы» (ООО «Прософт-Системы»);	
Реквизиты заявления: от 20 марта 2019 г. № 2019-2023;	
ИНН 666 014 9600, ОГРН (ОГРНИП) 1026604959347;	
Адрес местонахождения: 620102, г. Екатеринбург, ул. Волгоградская, д. 194а.	

- Создание распределенных систем управления (DCS) и систем противоаварийной автоматической защиты (ESD) технологических процессов
- Создание систем вибромониторинга и вибродиагностики роторного оборудования

# ПТК AstraRegul. Структура

## Параметры масштабирования

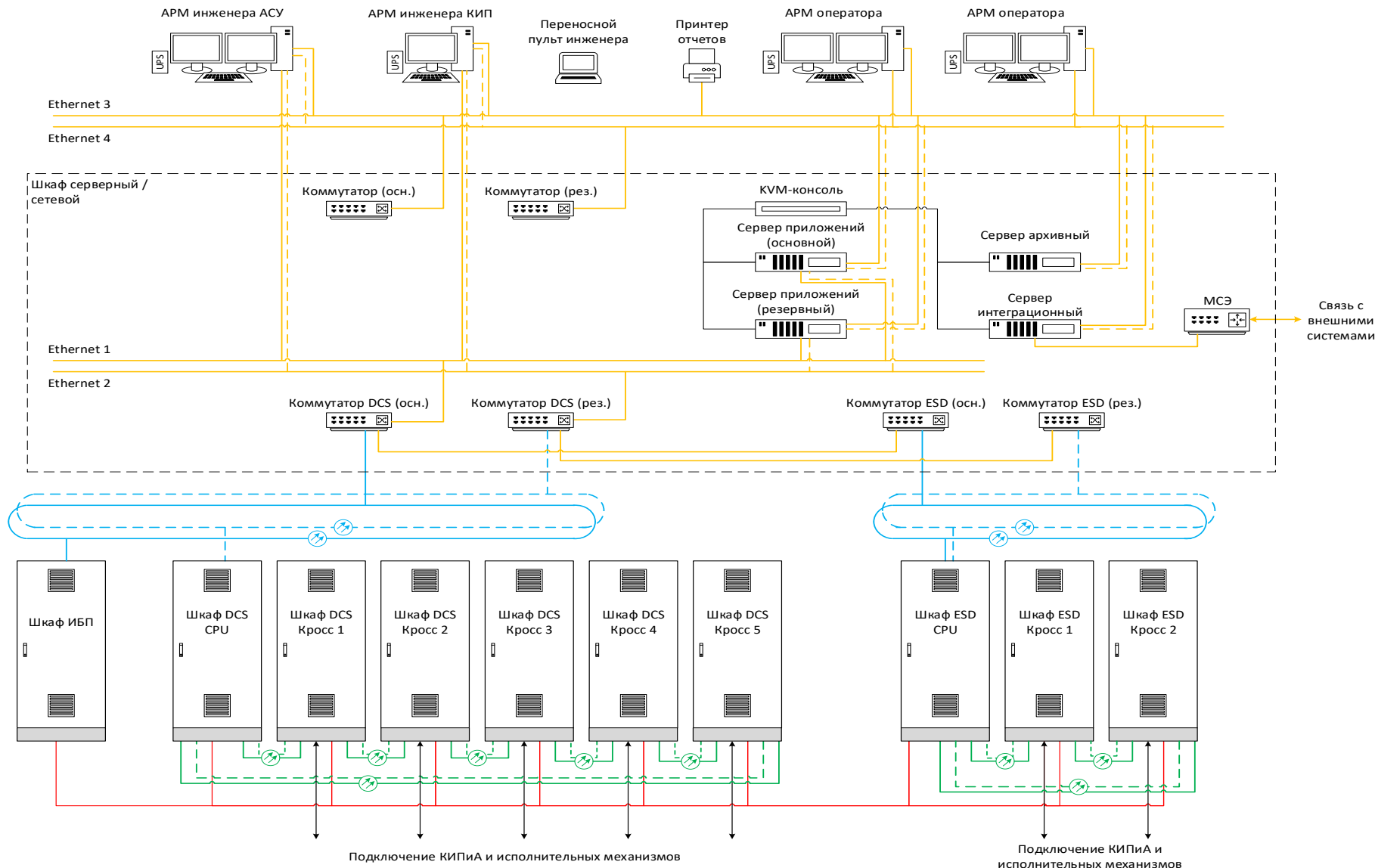
До 50 рабочих станций

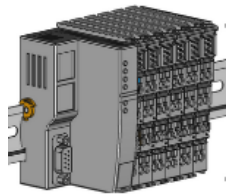
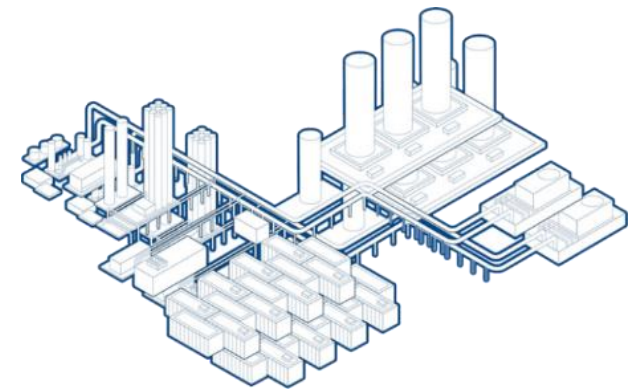
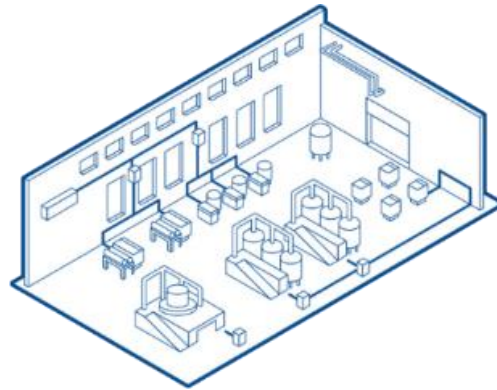
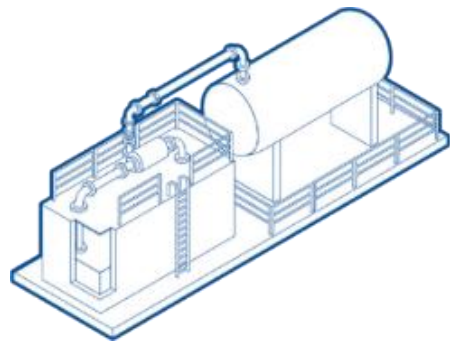
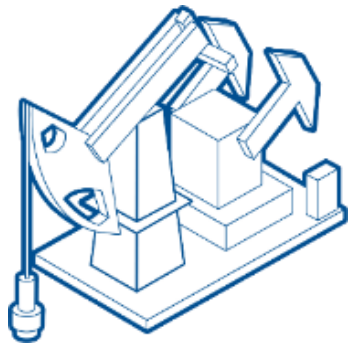
До 25 серверных станций

До 50 ЦПУ ПЛК

До 30 крейтов в составе одного R500

До 12 крейтов в составе одного R500S





R050



R400



R100



R600



R500

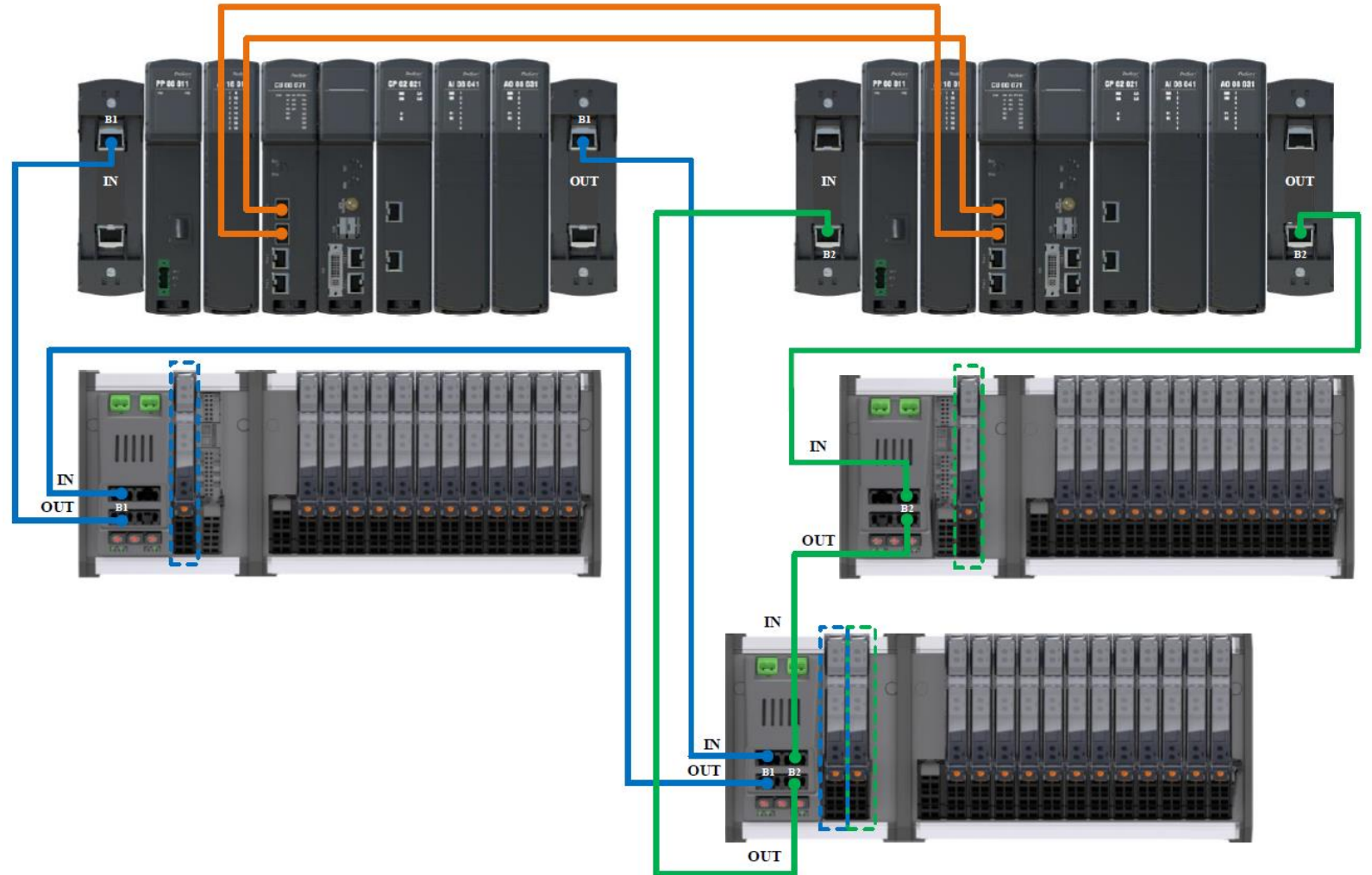


R500S

- PCU и ПАЗ технологических установок
- Регулирование быстродействующих процессов (с циклами от 5 мс)
- Высокоточные измерения (учет энергоресурсов)

- Системы вибромониторинга и вибродиагностики роторного оборудования
- Территориально распределенные системы (телемеханика)
- Автоматизация морских платформ и морских судов

- До 255 крейтов расширения в составе одного контроллера
- Схема соединения: «кольцо», «двойное кольцо», «звезда», «смешанная»
- Обеспечение жесткого реального времени
- Резервирование: 100% (зеркальное)
- Резервирование: ЦПУ, БП, смешанное
- До 25 модулей в крейте R500
- До 30(60) модулей на один ЦПУ R500S

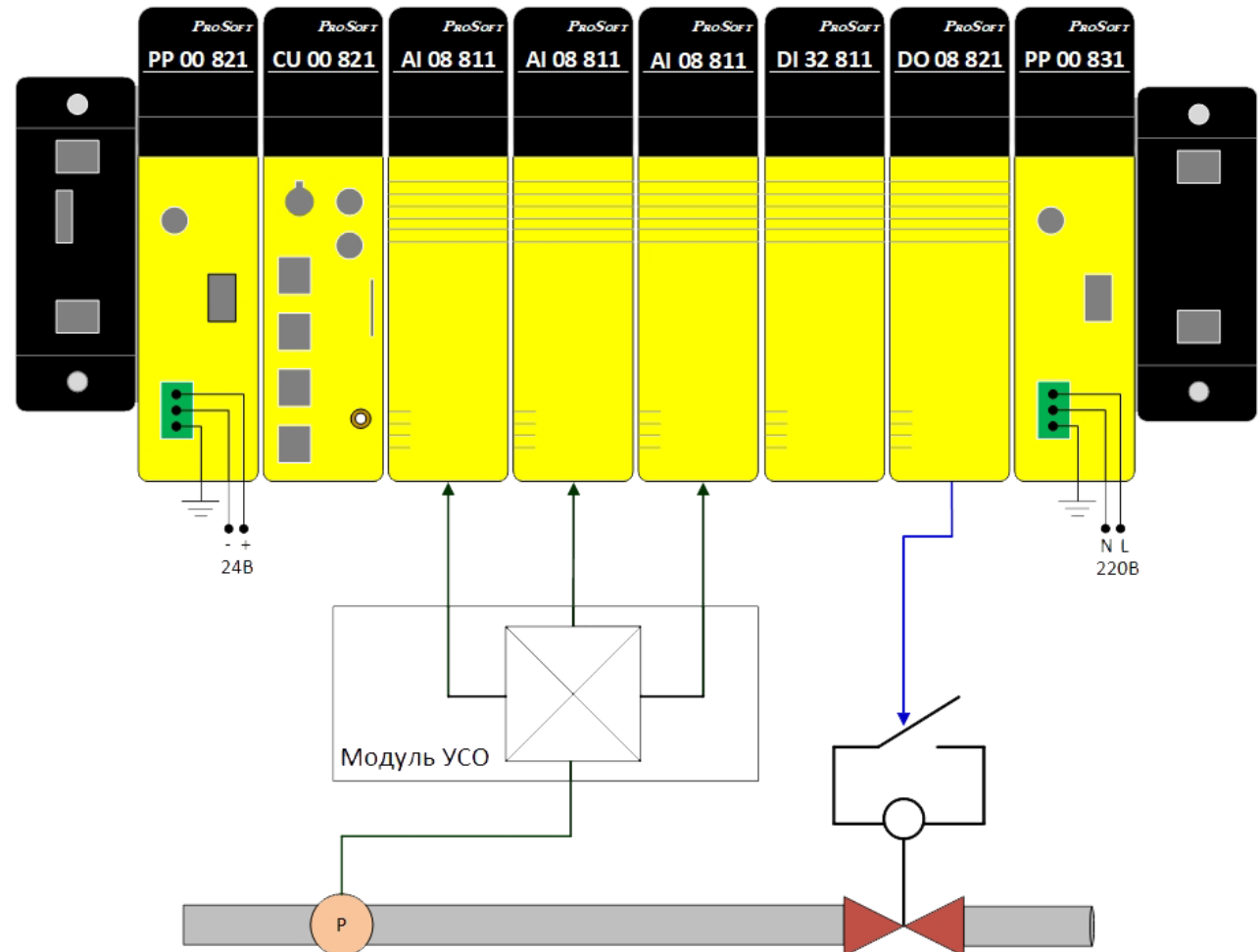


- **R500 CU:**
  - 1,33 ГГц (2 ядра), 2 Gb RAM, 4 Gb SSD
  - (2 Ethernet + 2 SFP) x 100/1000 Mbit
  - цикл прикладной задачи от 10 мс (в резервированном варианте)
  - ведение архивов событий
  - встроенный GPS/ГЛОНАСС- приемник
- **R500 I / O:**
  - интеллектуальные модули (встроенные микропроцессоры)
  - реализация алгоритмов управления в модулях I / O:
  - (высокоскоростная регистрация сигналов в модулях DI с ведением архива,
  - задание логики управления DO-каналами)
- погрешность модулей AI и AO
  - $\pm 0,1 \%$  (стандартная)
  - $\pm 0,025 \%$  (для высокоточных модулей AI)
- межповерочный интервал модулей 6 лет





- Резервированные сборки модулей ввода/вывода
- Дублированные модули ЦПУ
- Возможность выбора схемы работы «1 оо2 D» или «2 оо 2 D» в системах SIL HA
- Широкий охват диагностикой «полевого» оборудования и линий связи с ним (сигнальных и питания), глубокая самодиагностика ПЛК
- Возможность включения / отключения функций безопасности в режиме On-Line
- Проектирование алгоритмов безопасности на языке FBD с ограниченной изменчивостью, встроенная библиотека алгоритмических блоков, возможность разработки пользовательских библиотек
- Безопасное состояние – отключение питания



## Новые процессорные модули

Сопроцессор RegulBus:

- отвечает за обмен данными с модулями контроллера.
- позволяет высвободить ресурсы основного процессора для решения пользовательских задач
- значительно снизить цикл опроса модулей

## Новые коммуникационные модули:

- EU: Расширение портов Ethernet

## В разработке:

- Foundation Fieldbus
- Profibus DP
- Ethernet/IP (в перспективе)



## CU 00 851:

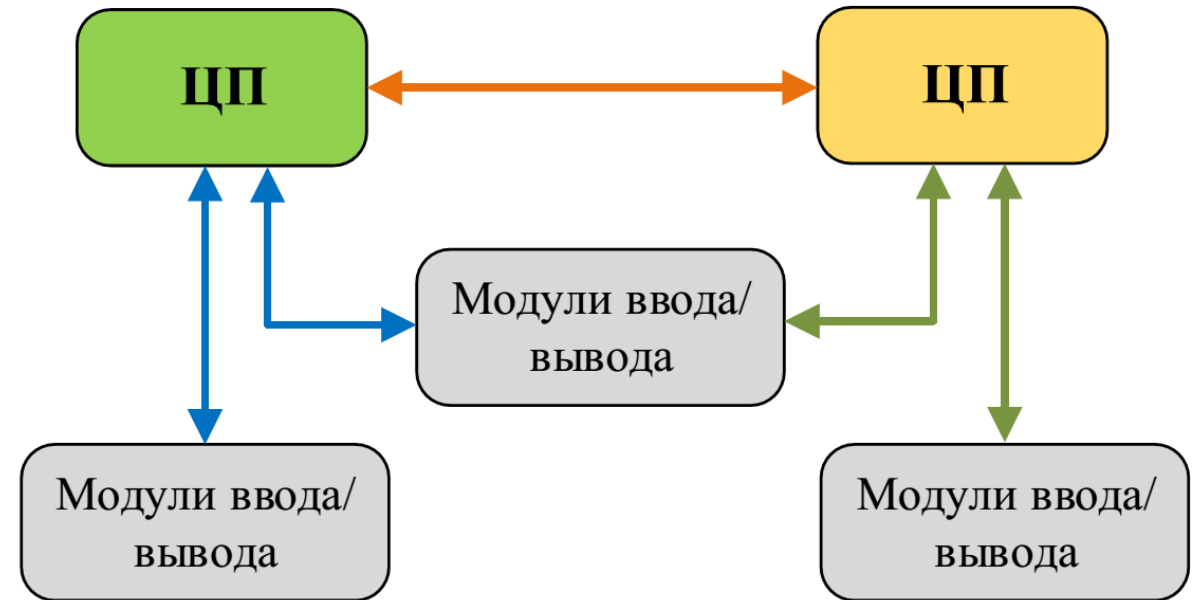
- Усовершенствованный безопасный процессор, **<60 модулей в/в;**
- организация межконтроллерной линии связи типа «точка»-«точка», в качестве источников и приемников безопасных данных могут выступать **другие CU 00 851**

## AO 04 831:

- дублированные каналы с архитектурой 1oo2D;
- дублированные АЦП для обратной связи;
- микропроцессор уровня SIL 3;
- дублированные цифровые изоляторы между полевой и процессорной частями модуля



- **полное резервирование**  
присутствуют два идентичных набора крейтов
- **частичное резервирование**  
два модуля ЦП работают с одним общим набором модулей в/в
- **комбинированное резервирование**  
часть модулей в/в дублируется и работает только с одним модулем ЦП  
  
часть присутствует в единичном экземпляре и осуществляют обмен данными с обоими модулями ЦП.

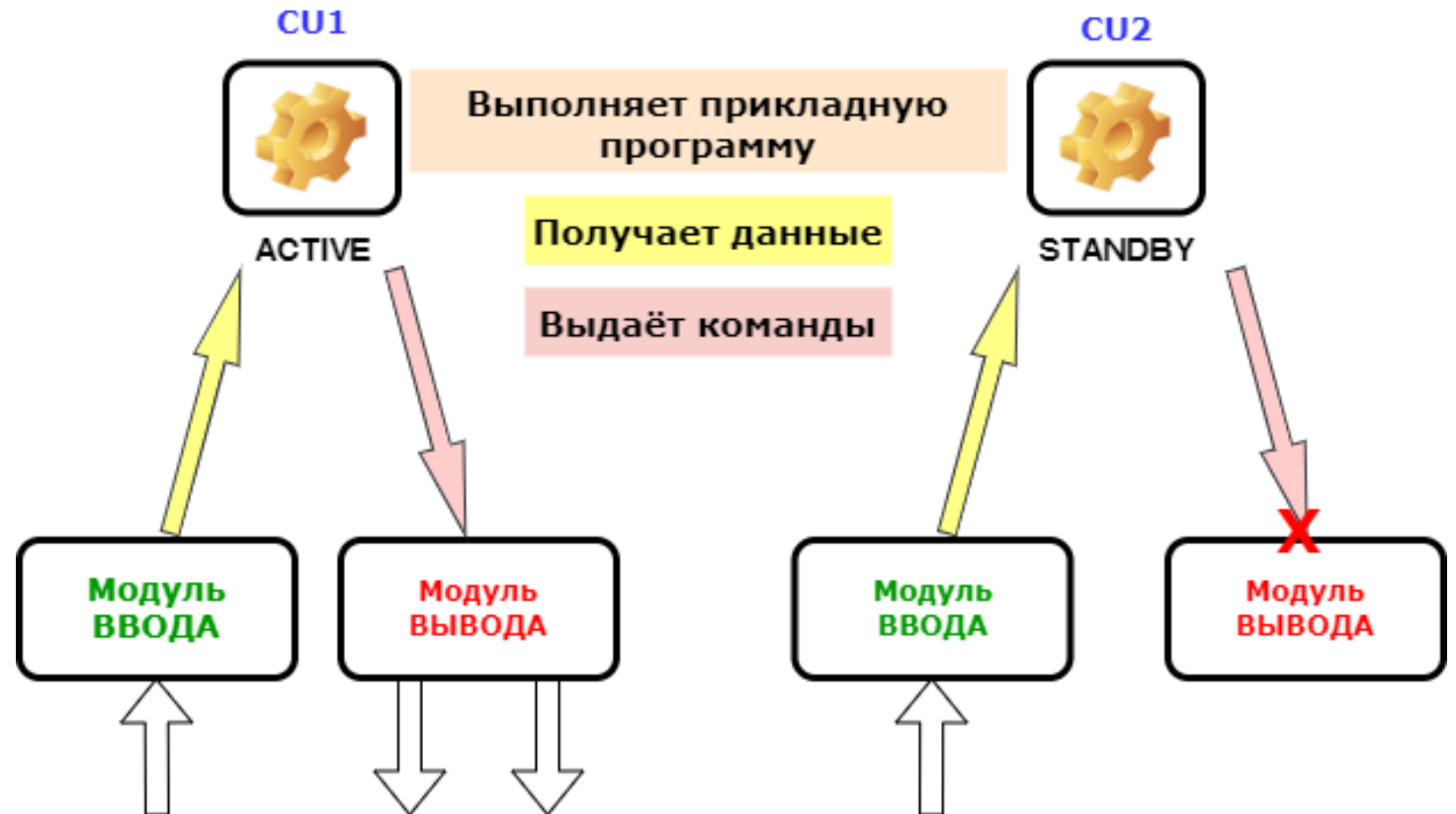


## Модули вывода

формируют управляющие команды,  
только если они поступили  
от ведущего модуля ЦП

## Задача резервирования:

- Read Inputs
- Synchronize
- User application
- Write Outputs



# R500. Алгоритм работы задачи резервирования

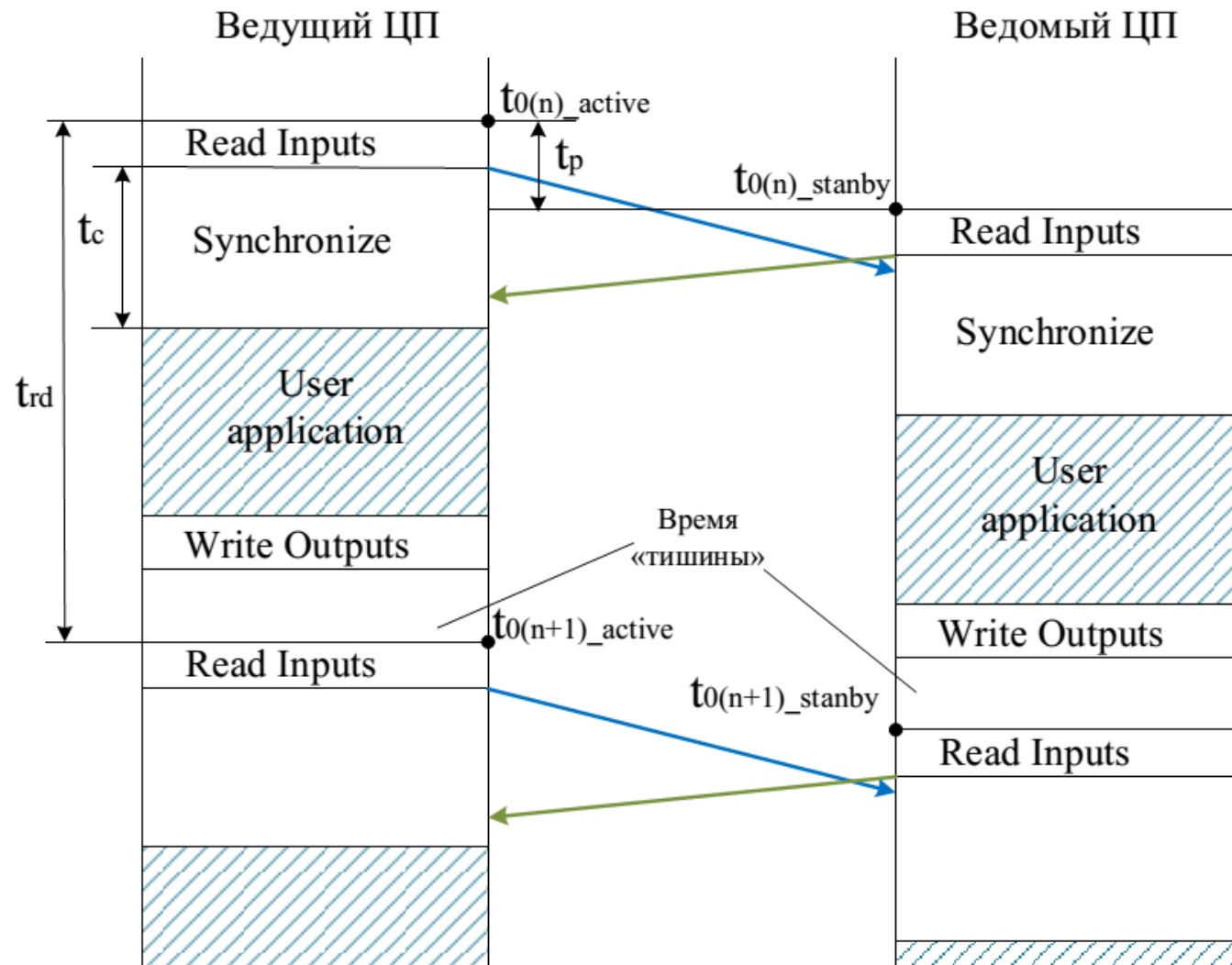
**$t_0$**  – время начала очередного цикла задачи резервирования

**$t_{rd}$**  – время цикла задачи резервирования

**$t_p$**  – время рассинхронизации задач

**$t_c$**  – время синхронизации

**$t_0+1$**  – время начала нового цикла задачи резервирования



## CPU\_B

Ведомый (StandBy)

----->

Автономный

(Active\_Standalone)

## Восстановление

### CPU\_A

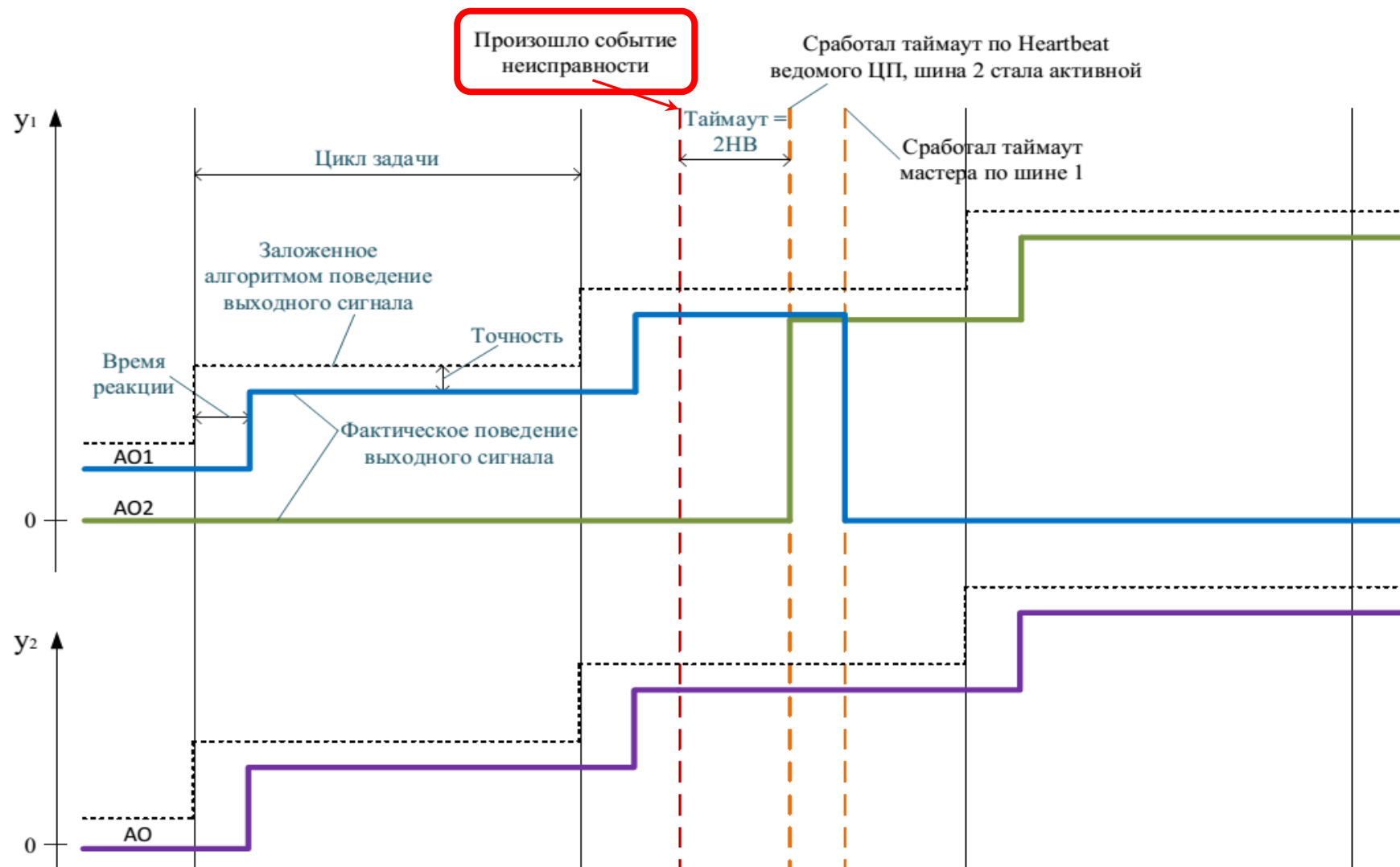
Инициализация  
(Initialization)

----->

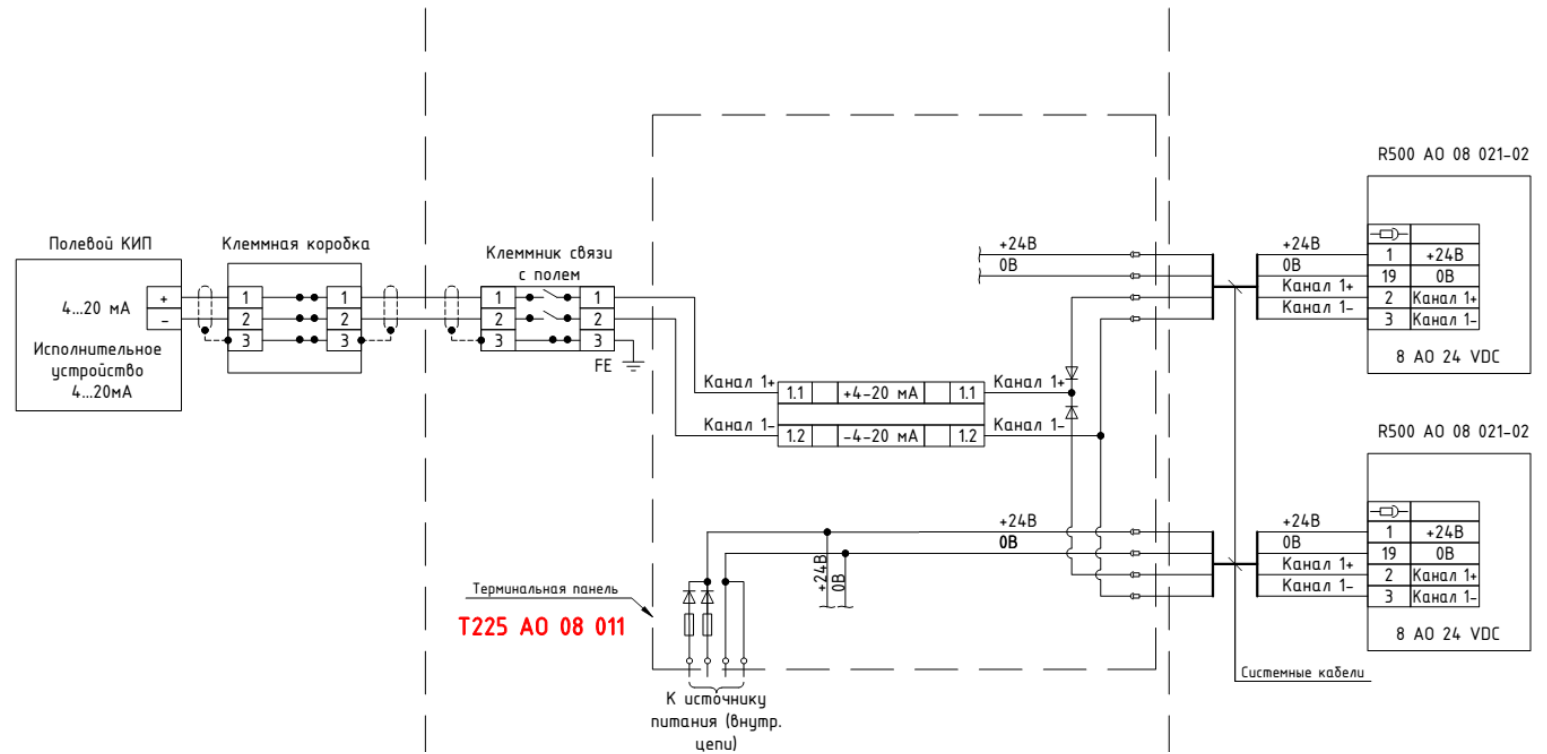
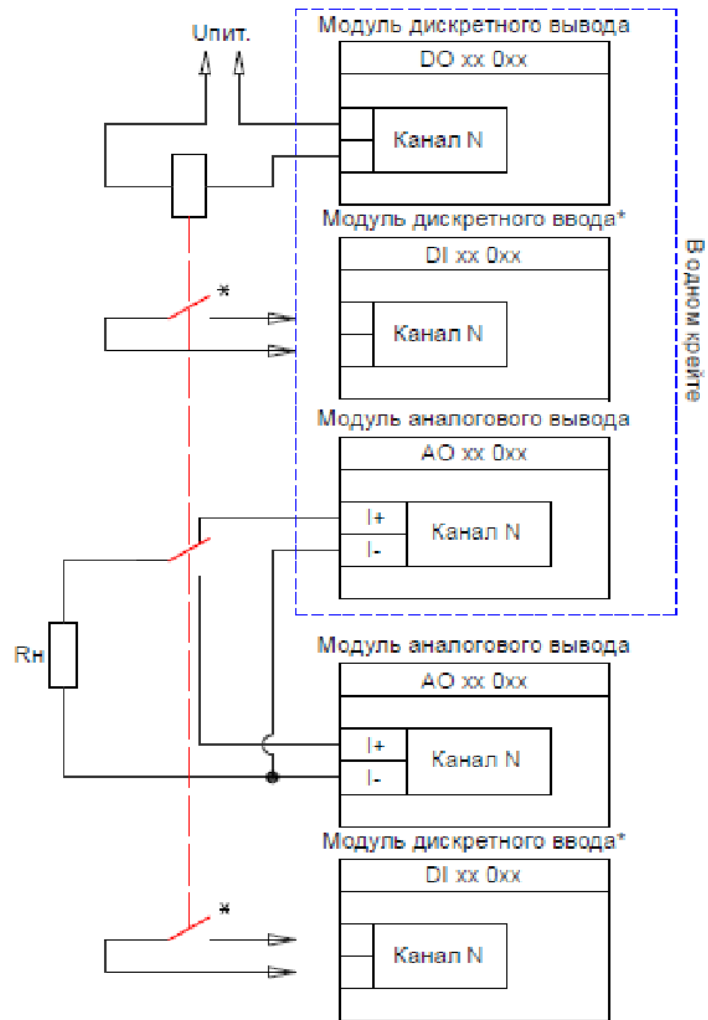
Синхронизация  
(Sync)

----->

Ведомый  
(StandBy)



# R500. Резервирование АО – 2 варианта






## Резервирование с версии СПО 1.7 (Redundancy OS)

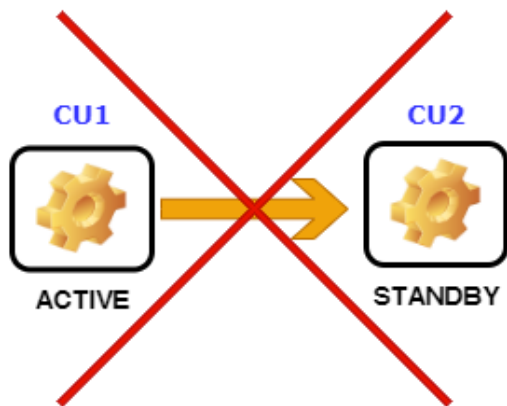
- основной функционал резервирования вынесен в отдельный поток, выполняемый непосредственно на операционной системе;
- возможность резервирования переменных в нескольких задачах, но **только одна задача полностью синхронизируется** по времени исполнения с ЦП.  
Для «асинхронных» задач не гарантируется соответствие значений резервированных переменных и циклов задач на обоих ЦП.

Размер выбранных переменных (байт): 5056

Имя	Тип	RVE переменная	
<input type="checkbox"/> res	UDINT		
<input type="checkbox"/> stat_cntr	UDINT		
<input type="checkbox"/> i	DINT		
<input checked="" type="checkbox"/> red_stat	PsRedundancy_OS.TRedundancyStat		
<input checked="" type="checkbox"/> sync_task_stat	PsRedundancy_OS.TSyncTaskStat		
<input checked="" type="checkbox"/> task_stat	PsRedundancy_OS.TTaskStat		
<input checked="" type="checkbox"/> task_id_arr	PsRedundancy_OS.TTaskIds		
<input type="checkbox"/> red_stat_size	UDINT		
<input type="checkbox"/> sync_task_stat_size	UDINT		
<input type="checkbox"/> task_stat_size	UDINT		
<input checked="" type="checkbox"/> m_struct	MyStruct		
<input checked="" type="checkbox"/> m_struct1	MyStruct		
<input checked="" type="checkbox"/> m_struct2	MyStruct		
<input checked="" type="checkbox"/> m_sup_struct	MySupStruct		
<input type="checkbox"/> arr_m_struct	ARRAY [0..5] OF MyStruct		
<input checked="" type="checkbox"/> arr_m_supstruct	ARRAY [0..10] OF MySupStruct		
<input checked="" type="checkbox"/> arr_m_badstruct	ARRAY [0..10] OF MyStruct2		
<input checked="" type="checkbox"/> test_data	REAL	test_data_MYRVE	
<input type="checkbox"/> test_data1	ARRAY [0..1] OF INT		
<input type="checkbox"/> test_data2	REAL		
<input checked="" type="checkbox"/> test_data3	ARRAY [0..2000] OF INT		

## ПЛК для АСУ ТП

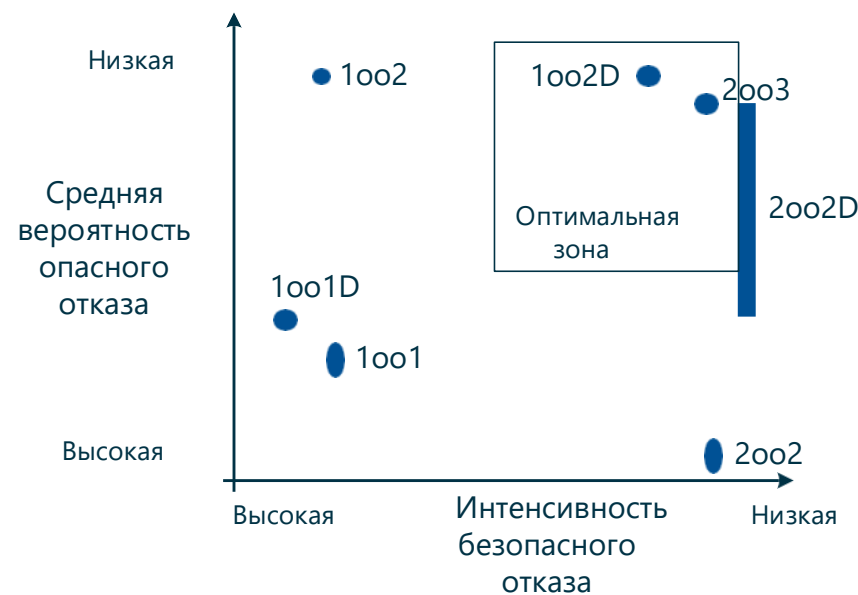
- применяется «резервирование замещением», позволяющее защититься от отказов



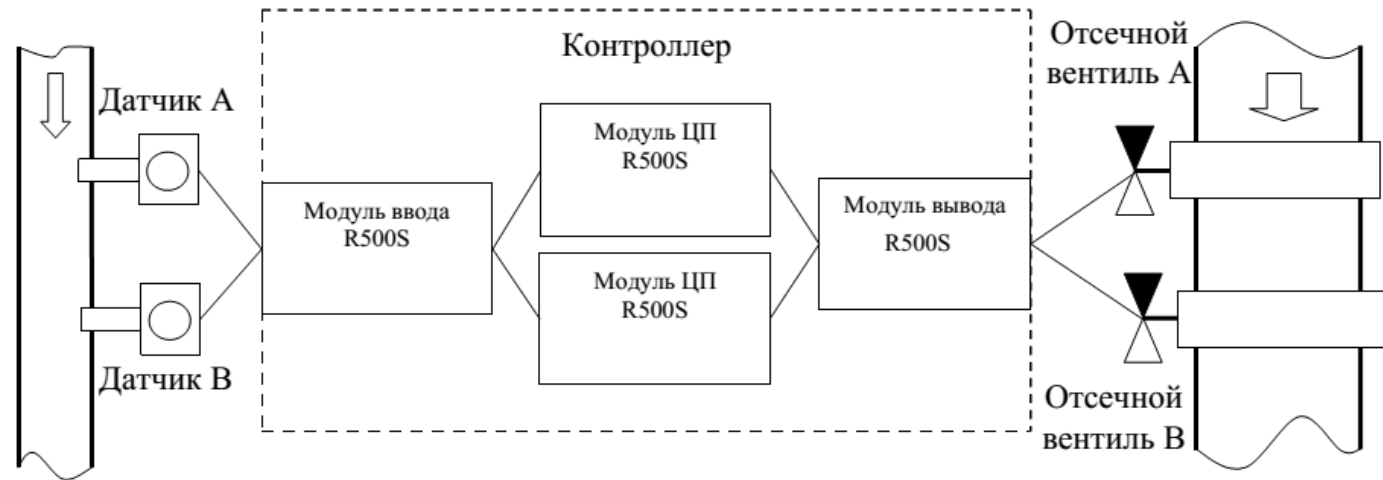
Есть вероятность **опасного** отказа при переключении

## ПЛК для систем безопасности

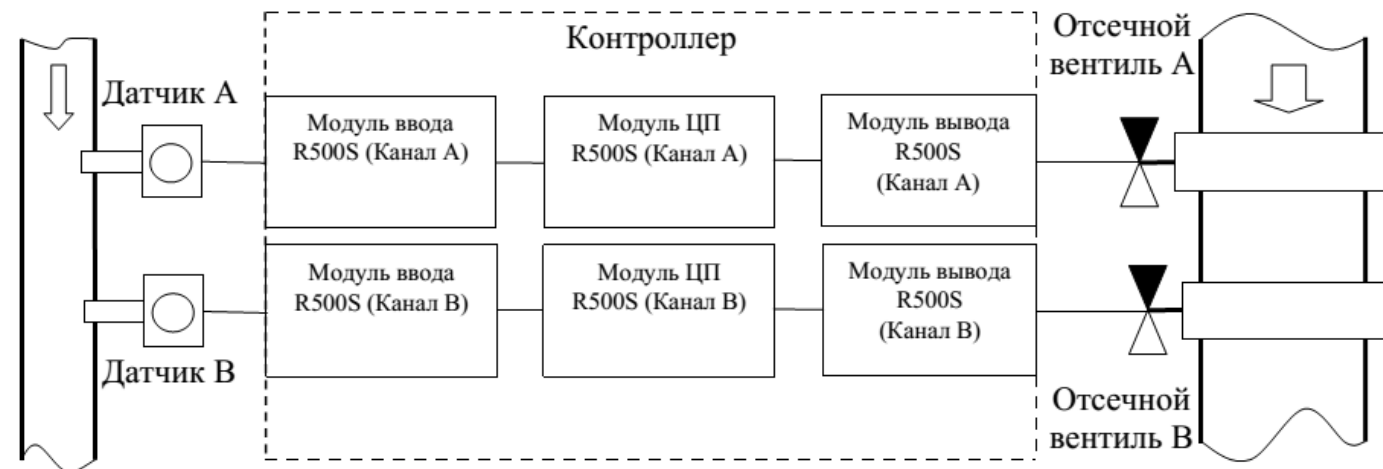
- IEC 61508 рассматривает только схемы «1 оо 2», «2 оо 2», «1 оо 2 D» и проч., а также «**опасные**» и «**безопасные**» отказы
- УПБ (SIL) регламентирует среднюю вероятность **опасных** отказов



## Частичное дублирование



## Полное дублирование



## Аппаратная отказоустойчивость R500S

обеспечивается:

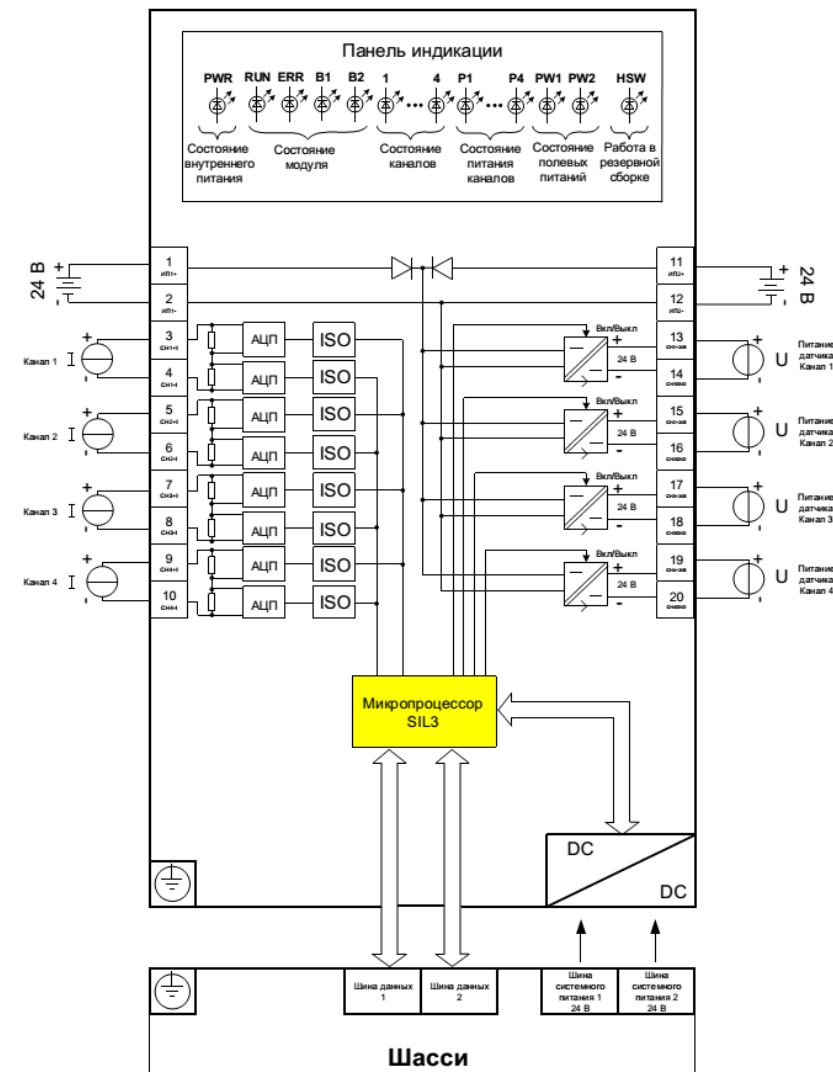
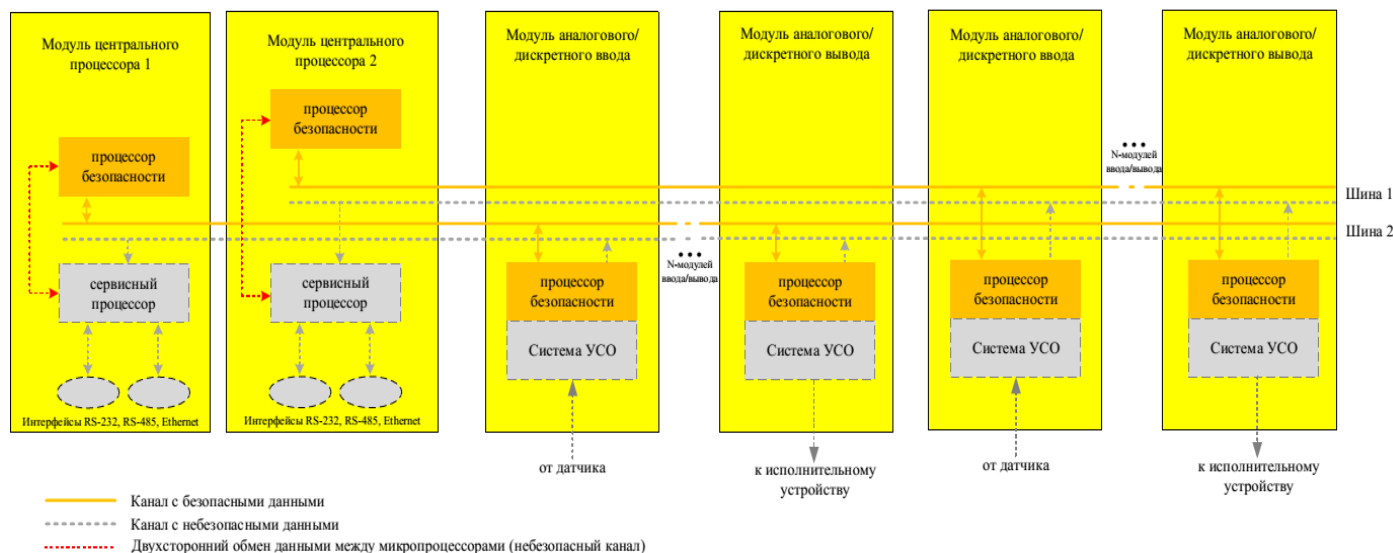
- **встроенным дублированием** элементов каналов модулей ввода/вывода;
- применением процессоров, сертифицированных на уровень полноты безопасности – SIL 3 с функциями самодиагностики;
- диагностикой критических узлов контроллера и полевых цепей;
- кольцевой структурой подключения крейтов;
- резервированием модулей источников питания.

## Программная отказоустойчивость R500S

обеспечивается:

- достоверностью передаваемых данных между модулями благодаря сертифицированному коммуникационному протоколу уровня SIL 3;
- диагностическими тестами процессора уровня SIL 3;
- применением резервированных сборок модулей ввода/вывода;
- применением средств языка с ограниченной изменчивостью Safety FBD;
- равномерным распределением алгоритмов функций безопасности по модулям ЦП;
- контролем степени загрузки модулей ЦП.

# REGUL R500S – встроенное дублирование



## Полное дублирование:

каждый набор модулей ввода/вывода обменивается данными со своим модулем ЦП по отдельной шине данных

# REGUL R500S – резервированные сборки

Для повышенной надежности рекомендуется применение резервированной сборки из двух или трех модулей в/в.



- 1 : Crate\_1 (R500 Крейт)
- ST\_xx\_x1x\_1 (ST xx x1x)
- 2 : CU\_00\_1 (CU 00 8xx (double))
- 2: DO\_16\_811 (DO 16 811)
- PP\_00\_xxx\_1 (PP 00 xxx)
- R 3: AO\_04\_831\_1 (AO 04 831)
- R 4: AO\_04\_831\_2 (AO 04 831)
- R 5: AO\_04\_831\_3 (AO 04 831)
- ST\_xx\_x2x\_1 (ST xx x2x)

**Программная конфигурация в дереве проекта**

При безопасном отказе одного из модулей сборки генерацию сигнала продолжит другой модуль из ее состава, что снижает вероятность ложного останова ПСБ минимум **на порядок**.



# REGLAB

ООО «РегЛаб»

Россия, г. Екатеринбург,  
ул. Зоологическая, стр. 9, оф/эт 306/2

Тел.: +7 (343) 270-23-35

[info@reglab.ru](mailto:info@reglab.ru)

[www.reglab.ru](http://www.reglab.ru)

