



---

# Распределенные системы управления в промышленности

доцент, к.т.н. Вячеслав Витальевич Потехин  
кафедра «Системы и технологии управления»  
СЗ МУНЦ "СПбПУ-ФЕСТО "Синергия"  
курс «Современная теория управления»



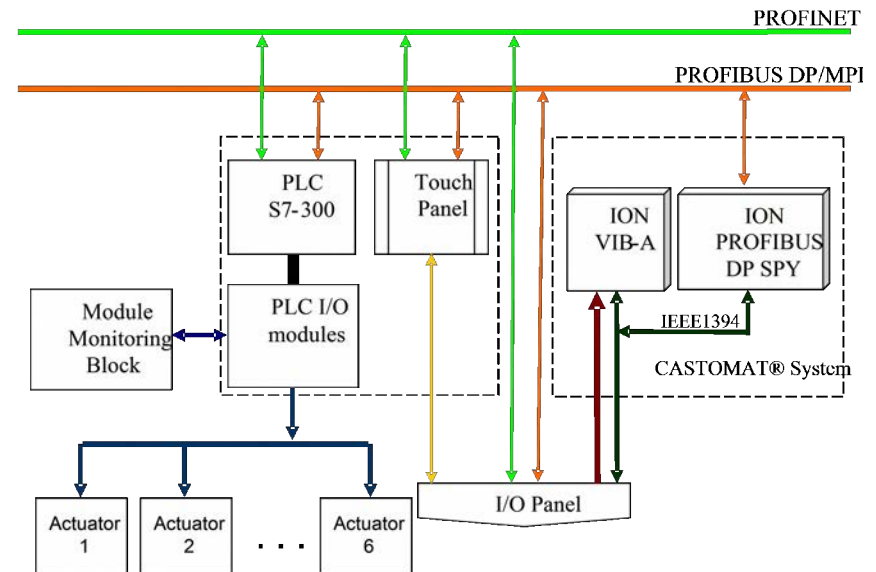
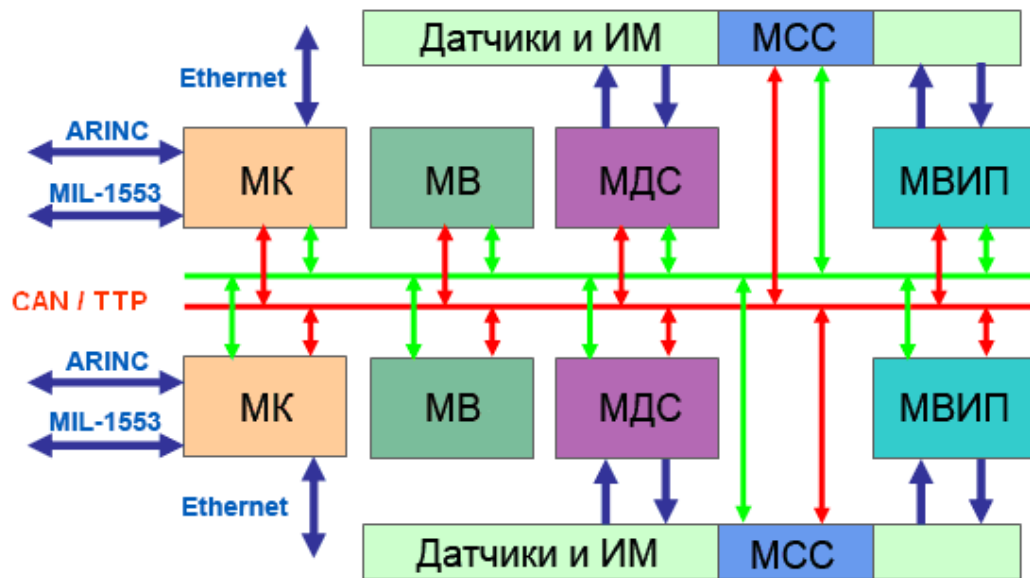
# Содержание

- ◆ Назначение и характеристики РСУ
- ◆ Модель распределенной системы
- ◆ Модель физического устройства
- ◆ Модель ресурса
- ◆ Модель программного приложения
- ◆ Архитектура системы с общей шиной



# Назначение и характеристики РСУ

- ◆ Распределенную систему управления (РСУ, DCS - Distributed Control System) можно определить как систему, состоящую из множества устройств, разнесенных в пространстве, каждое из которых не зависит от остальных, но взаимодействует с ними для выполнения общей задачи.
- ◆ Максимальные преимущества распределенной системы достигаются, когда контроллеры работают автономно, а обмен информацией между ними сведен к минимуму.





# Назначение и характеристики РСУ

Распределенная система имеет следующие характеристики, отличающие ее от сосредоточенной:

- ♦ большее быстродействие благодаря распределению задач между параллельно работающими процессорами;
- ♦ повышенную надежность (отказ одного из контролеров не влияет на работоспособность других);
- ♦ большую устойчивость к сбоям;
- ♦ более простое наращивание или реконфигурирование системы;
- ♦ упрощенную процедуру модернизации;
- ♦ большую простоту проектирования, настройки, диагностики и обслуживания благодаря соответствию архитектуры системы архитектуре объекта управления, а также относительной простоте каждого из модулей системы;
- ♦ улучшенную помехоустойчивость и точность благодаря уменьшению длины линий передачи аналоговых сигналов от датчиков к устройствам ввода;
- ♦ меньший объем кабельной продукции, пониженные требования к кабелю и более низкая его стоимость;
- ♦ меньшие расходы на монтаж и обслуживание кабельного хозяйства.



# Назначение и характеристики РСУ

Распределенная система смягчает требования к операционным системам (ОС) реального времени, поскольку задачи распределены между параллельно работающими контроллерами, на каждом из которых установлена отдельная ОС.

Международный стандарт МЭК 61499 "Функциональные блоки для индустриальных систем управления" [IEC] используют три уровня иерархии моделей при разработке распределенных систем:

- ◆ модель системы
- ◆ модель физических устройств
- ◆ модель функциональных блоков.

Модели всех уровней в соответствии со стандартом представляются в виде функциональных блоков, которые описывают процесс передачи и обработки информации в системе.



# Назначение и характеристики РСУ

Распределенная система смягчает требования к операционным системам (ОС) реального времени, поскольку задачи распределены между параллельно работающими контроллерами, на каждом из которых установлена отдельная ОС.

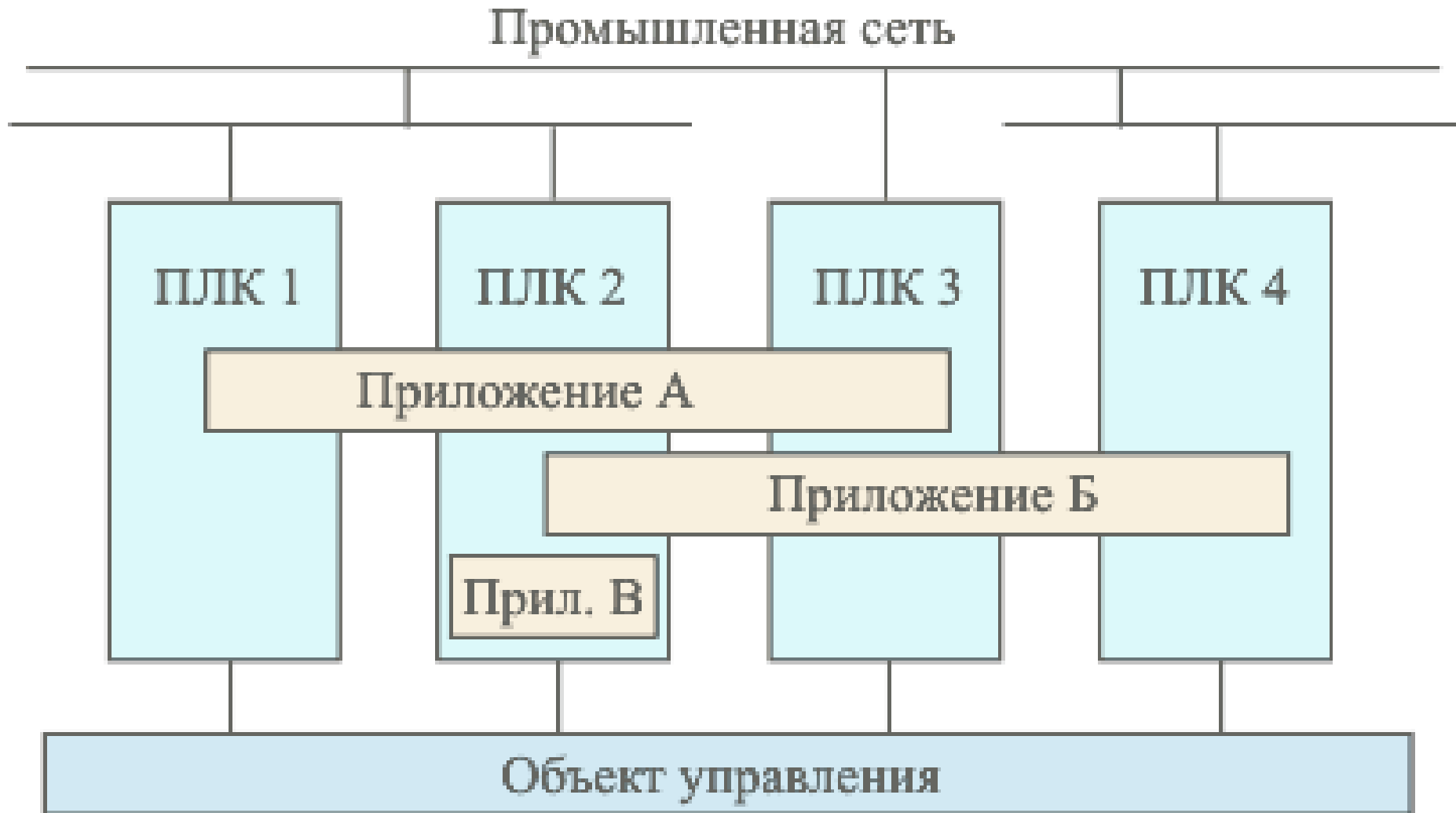
Международный стандарт МЭК 61499 "Функциональные блоки для индустриальных систем управления" [IEC] используют три уровня иерархии моделей при разработке распределенных систем:

- ◆ модель системы
- ◆ модель физических устройств
- ◆ модель функциональных блоков.

Модели всех уровней в соответствии со стандартом представляются в виде функциональных блоков, которые описывают процесс передачи и обработки информации в системе.



# Модель распределенной системы





# Модель распределенной системы

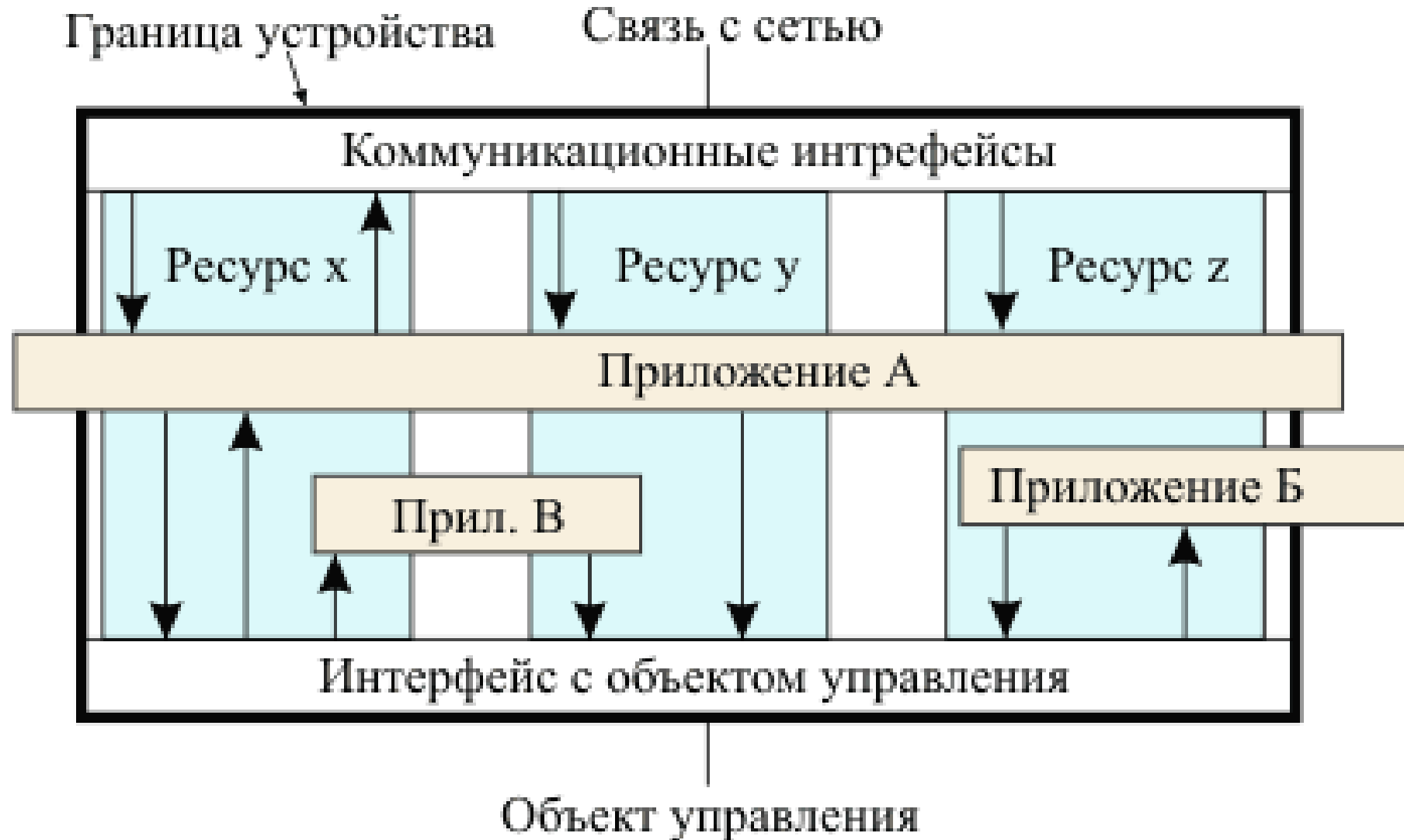
Модель распределенной системы автоматизации в соответствии со стандартом МЭК 61499 может быть представлена как набор физических устройств, взаимодействующих между собой с помощью одной или нескольких промышленных сетей, имеющих иерархическую структуру.

Функции, выполняемые системой автоматизации, моделируются с помощью программного приложения, которое может располагаться в одном устройстве (например, ПЛК), как, например, приложение В, или может быть распределено между несколькими ПЛК, как приложения А и Б. Например, приложение, выполняющее ПИД-регулирование, может располагаться в трех устройствах, из которых первое выполняет функцию ввода данных от датчиков (является модулем ввода), второе выполняет алгоритм регулирования, третье выполняет функцию вывода данных в исполнительное устройство. Вторым примером может быть клиент-серверное приложение, в котором клиент расположен в одном устройстве, сервер - в другом.





# Модель физического устройства





# Модель физического устройства

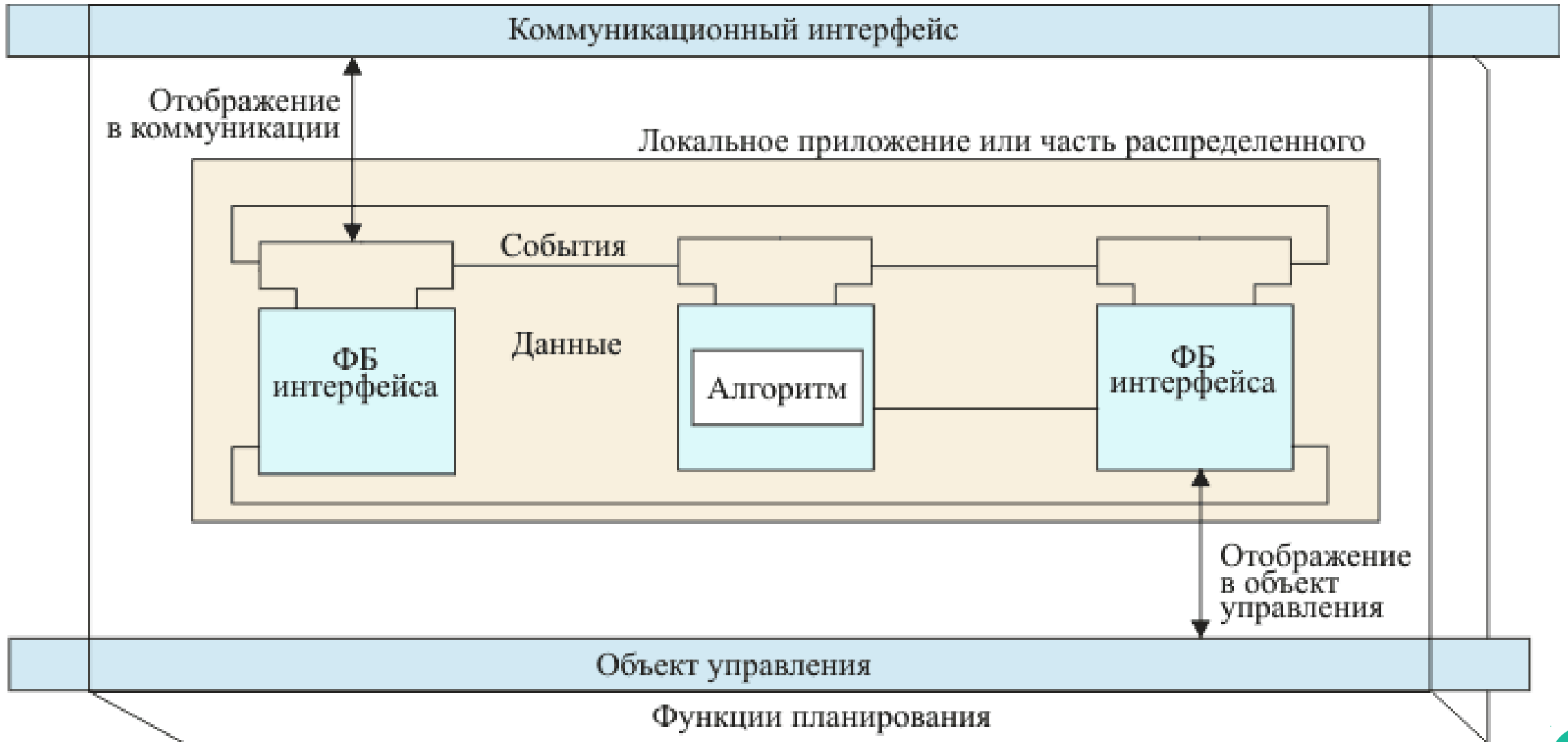
Каждое физическое устройство в распределенной системе должно содержать по крайней мере один интерфейс к объекту управления или к промышленной сети и может содержать несколько (в том числе ноль) ресурсов (определение ресурса см. ниже). При этом устройство по МЭК 61499 рассматривается как конкретный экземпляр определенного типа устройств, по аналогии с объектно-ориентированным программированием. Интерфейс с объектом управления обеспечивает отображение данных и событий физического процесса (например, аналоговых или дискретных сигналов) в ресурсы и обратно.

В одном устройстве может быть несколько ресурсов и несколько программных приложений. Каждое приложение может исполняться на нескольких устройствах и может занимать часть ресурсов в одном устройстве.

Коммуникационные интерфейсы выполняют отображение между ресурсами и промышленной сетью. Они могут предоставлять информацию ресурсу в виде данных или событий, а также выполнять дополнительные функции для поддержки программирования, конфигурирования, диагностики и т.д.



# Модель ресурса





# Модель ресурса

Ресурс рассматривается как функциональная единица, которая содержится в устройстве (например, в ПЛК), имеет независимое управление своими операциями и обеспечивает различные сервисные функции (сервисы) для программного приложения, включая планирование и исполнение алгоритмов. Ресурс может быть создан, сконфигурирован, параметризован, стартован, удален и т. п. без воздействия на другие ресурсы устройства. Примером ресурса может быть память и время, выделенные для выполнения задачи в центральном процессоре.

В функции ресурса входит прием данных или событий от объекта управления или коммуникационного интерфейса, обработка данных и событий и возврат данных и событий в процесс или промышленную сеть, в соответствии с алгоритмом работы программного приложения, использующего данный ресурс.



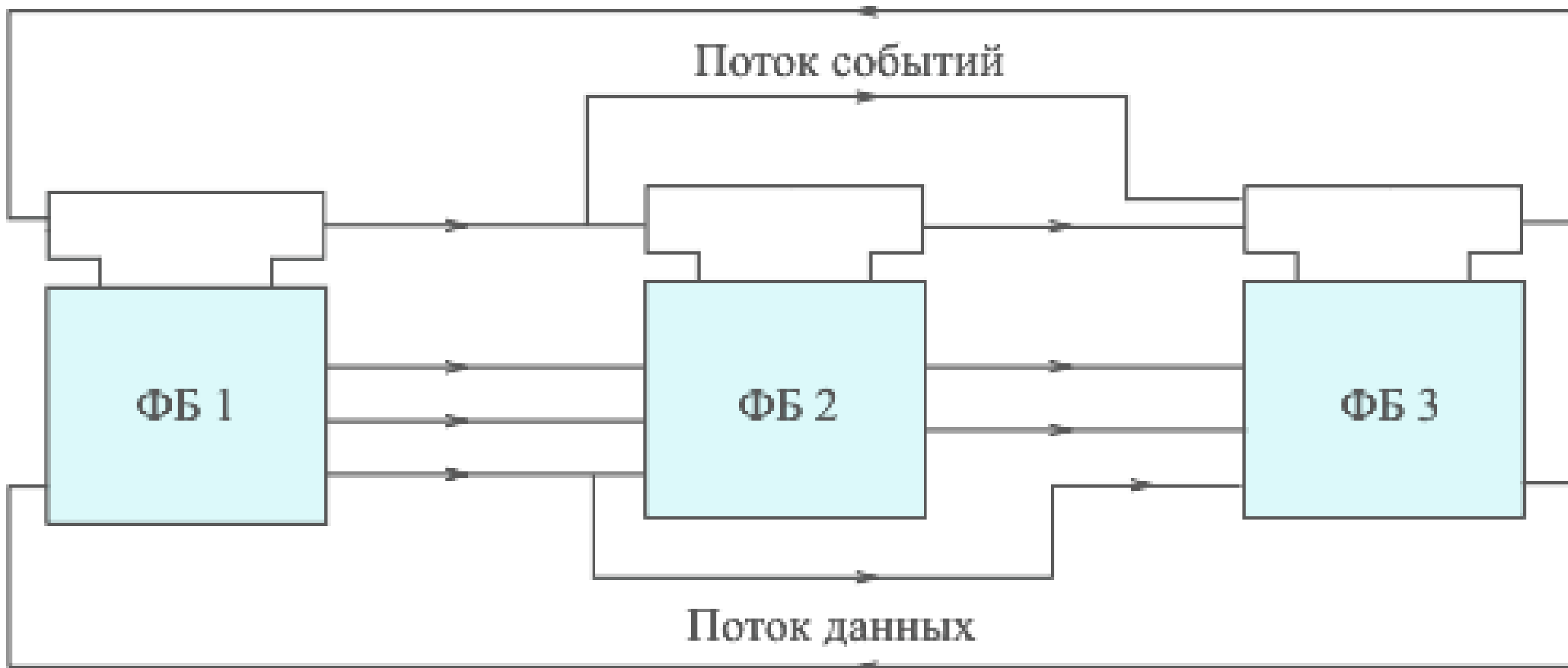
# Модель ресурса

Ресурс моделируется следующими элементами:

- ♦ локальным приложением, расположенным в данном физическом устройстве, или частью распределенного приложения. Данные и события, обрабатываемые в локальном приложении, принимаются со входов функциональных блоков (ФБ), которые выполняют операции, необходимые программному приложению;
- ♦ отображение событий и данных между программным приложением и объектом управления выполняется специальным функциональным блоком интерфейса;
- ♦ отображение событий и данных между программным приложением и коммуникационным интерфейсом выполняется таким же специальным функциональным блоком интерфейса;
- ♦ функция планирования выполняет передачу информации и исполнение программного приложения в соответствии с временными требованиями и очередностью, определяемой появлением событий, взаимодействием между функциональными блоками, а также приоритетами или периодом исполнения задач.



# Модель программного приложения





# Модель программного приложения

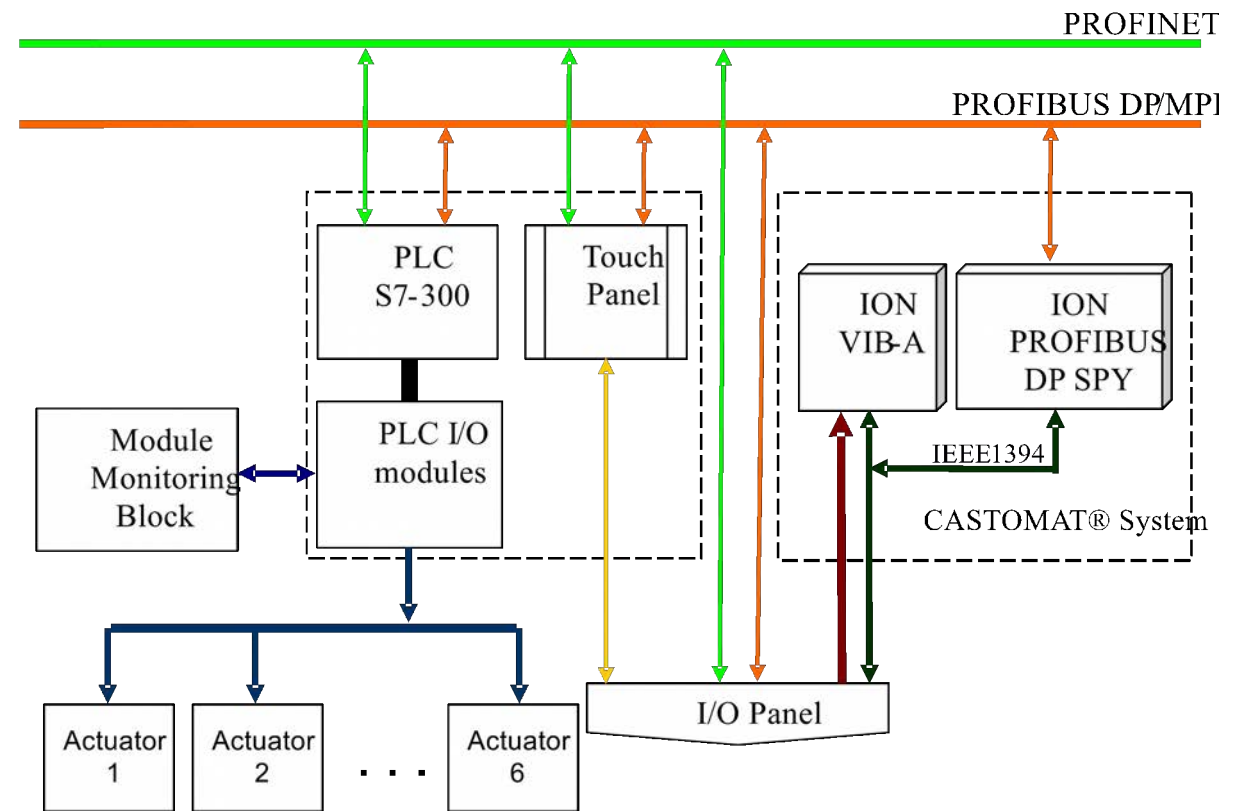
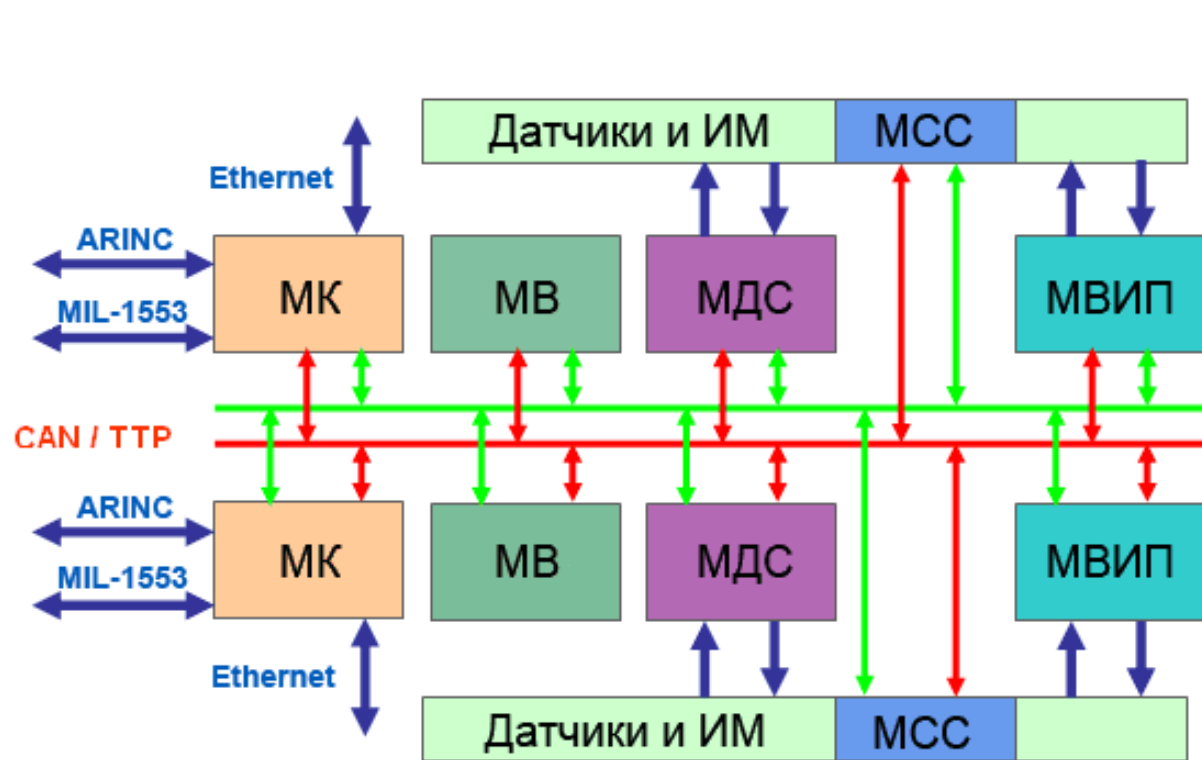
Программное приложение состоит из сети функциональных блоков, ветви которой переносят данные и события. Поток событий определяет выполнение алгоритмов, содержащихся в функциональных блоках. В состав функциональных блоков могут входить и другие программные приложения (суб-приложения).

Программные приложения могут быть распределены между несколькими ресурсами в одном или в нескольких устройствах (ПЛК). Ресурс реагирует на события, поступающие из интерфейсов, следующими способами:

- ◆ планированием и исполнением алгоритма;
- ◆ модифицированием переменных;
- ◆ генерацией ответных событий;
- ◆ взаимодействием с интерфейсами.



# Архитектура системы с общей шиной







# Архитектура системы с общей шиной

Распределенная система с общей шиной порождает две новые проблемы по сравнению с топологией "точка-точка":

- ◆ необходимость адресации устройств;
- ◆ необходимость ожидания в очереди.

Добавление адреса в коммуникационный пакет снижает скорость обмена при коротких сообщениях, а обмен по общей шине приводит к тому, что каждое устройство для передачи сообщения должно ждать, когда шина станет свободной. Это замедляет скорость обмена между устройствами по сравнению с топологией "точка-точка".

Задержка в сетях с большим количеством устройств становится существенным ограничением на применение топологии с общей шиной в некоторых приложениях, в частности, в случае ПИД-регулирования, когда задержка в сети ограничивает тактовую частоту работы контура регулирования. Для таких случаев используют локальные подсети или локальные технологические контроллеры.

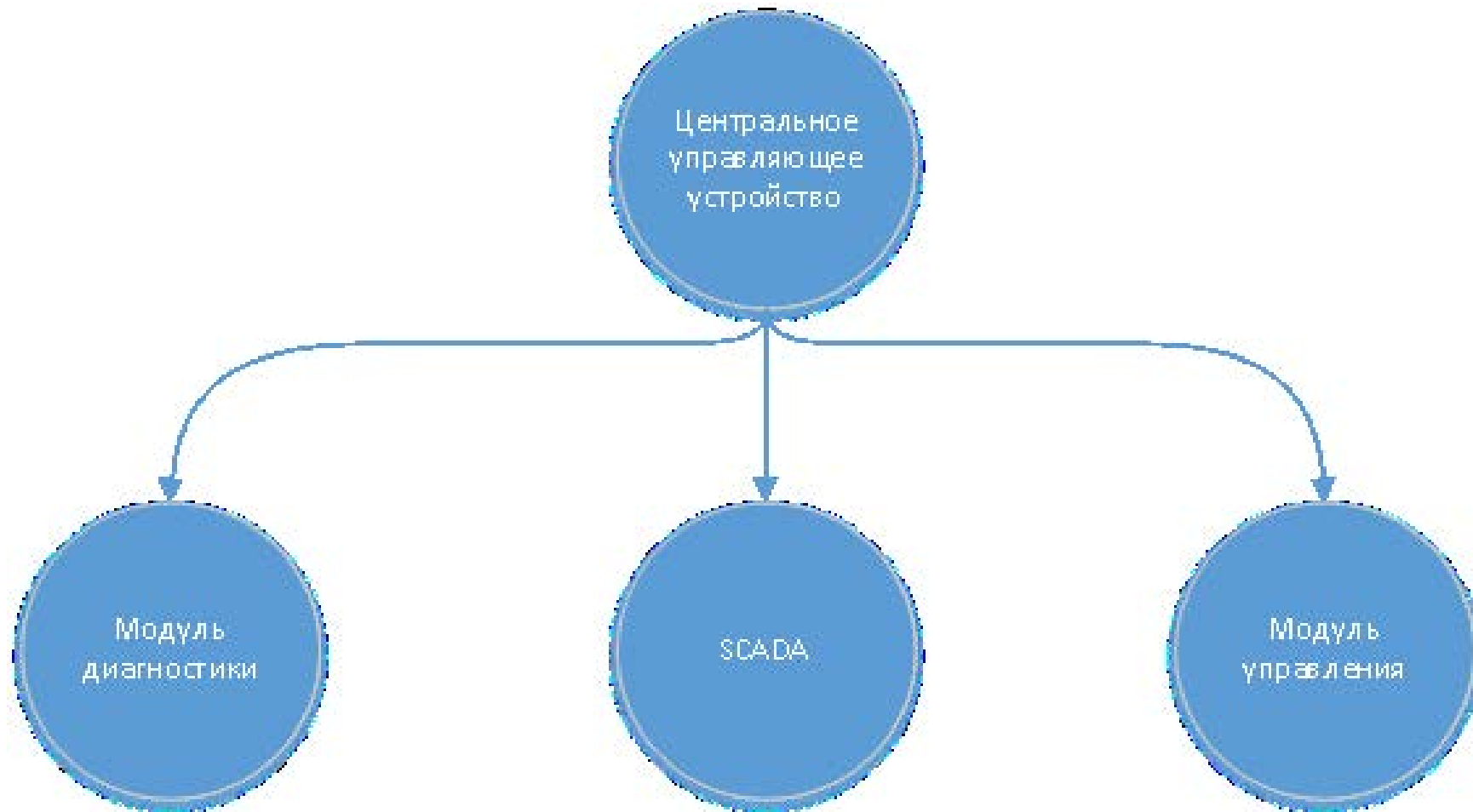


# Архитектура системы с общей шиной

Распределенные системы строятся, как правило, из коммерчески доступных компонентов (ПЛК, модулей ввода-вывода, датчиков, исполнительных устройств). Однако для однотипных тиражируемых систем может быть выгодно строить специализированные системы, состоящие из полностью заказных (вновь спроектированных) аппаратных и программных средств. Граница целесообразности такого подхода определяется объемом выпуска изделий.



# Интеллектуальная система управления автономной ветроэлектростанцией





# Интеллектуальная система управления автономной ветроэлектростанцией

