



Тестирование ПО-КОСМИЧЕСКИ

Алексей Ткаченко

ОАО «Пеленг»

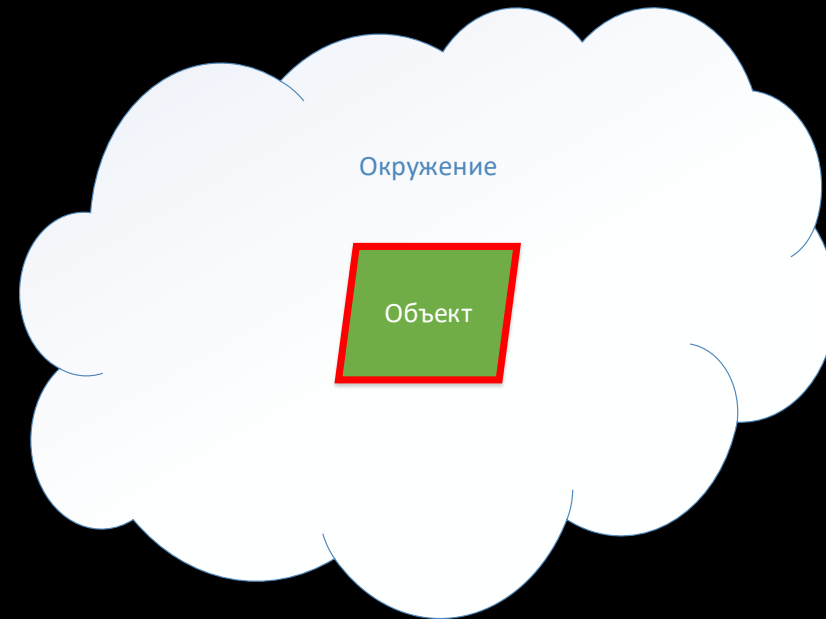
Коротко о себе

- Опыт работы в космической области в ОАО «Пеленг» – 12 лет
- Специализируюсь на программном обеспечении для испытательного и стендового оборудования
- Болен космосом более 20 лет



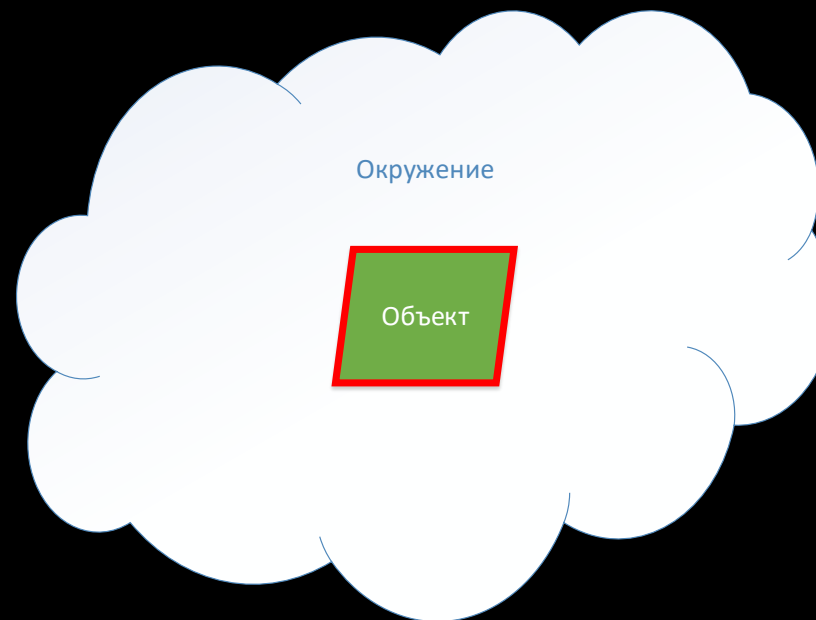
Очевидное: основополагающие аспекты тестирования ПО

- Любой объект ограничен



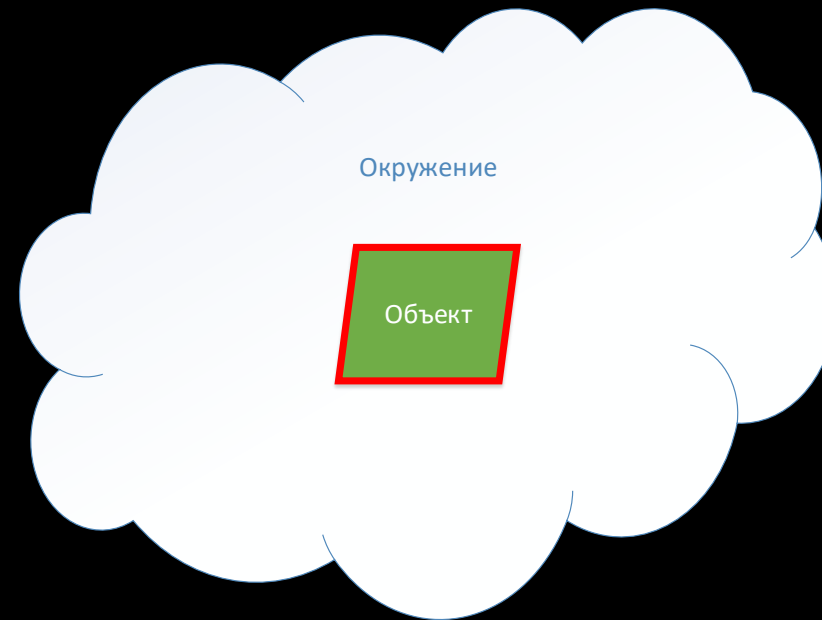
Очевидное: основополагающие аспекты тестирования ПО

- Любой объект ограничен
- Любой объект имеет чётко очерченные границы



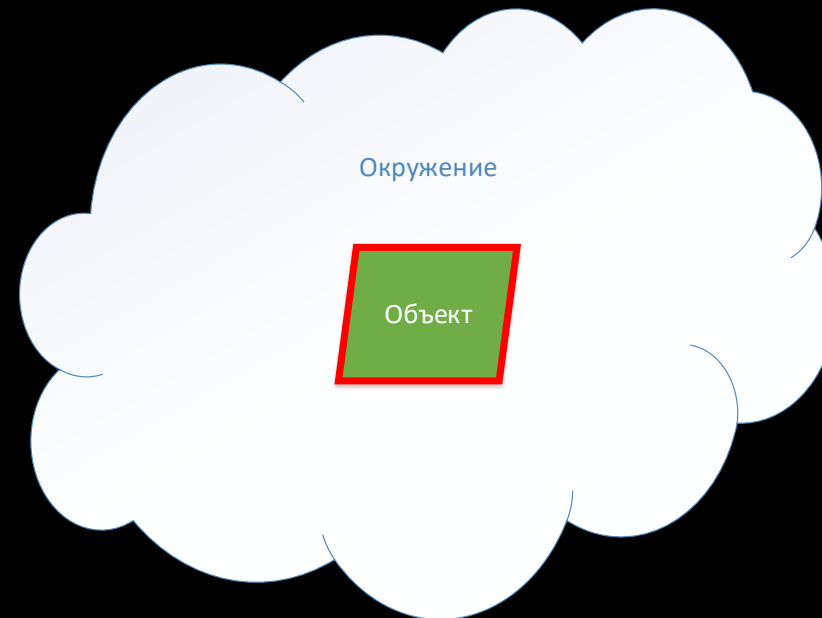
Очевидное: основополагающие аспекты тестирования ПО

- Любой объект ограничен
- Любой объект имеет чётко очерченные границы
- Любой объект имеет смысл только в контексте среды (окружения)



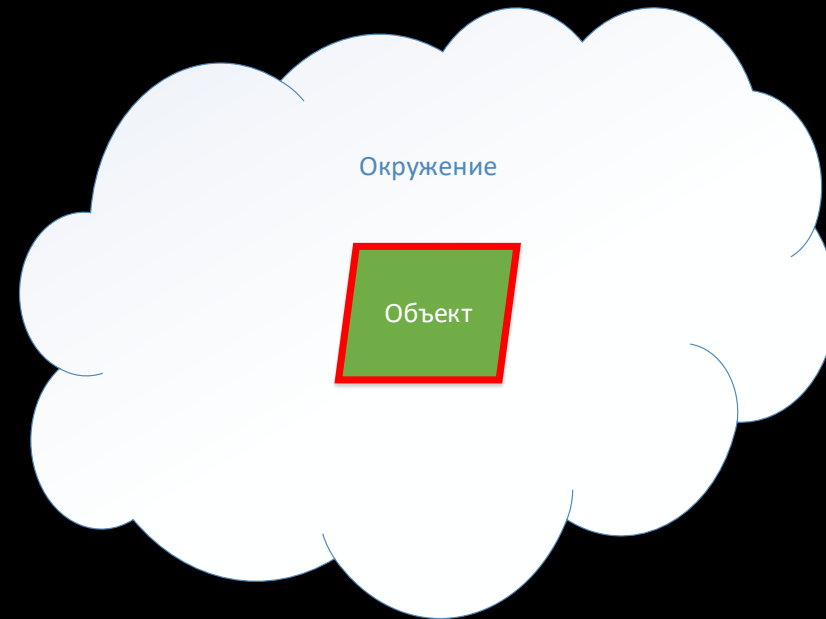
Очевидное: основополагающие аспекты тестирования ПО

- Для тестирования создаётся тестовое окружение



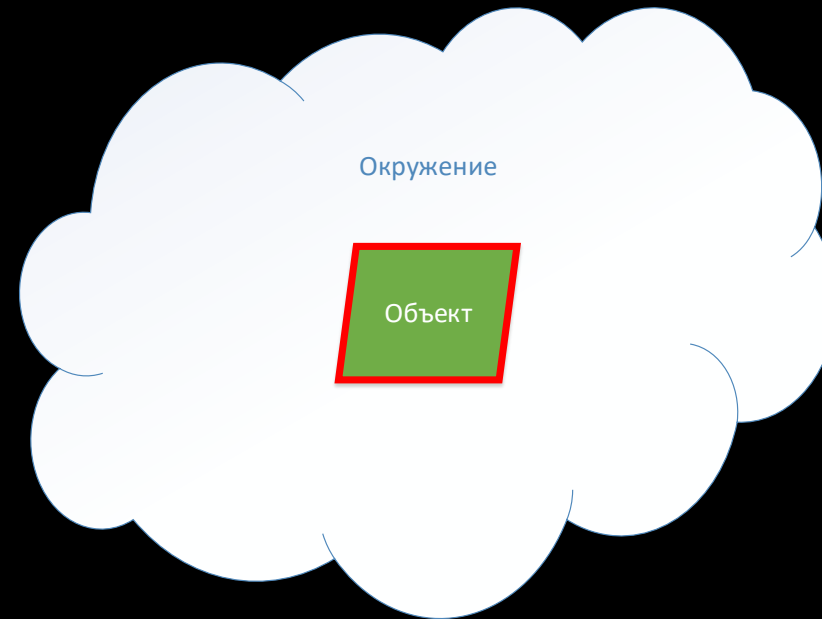
Очевидное: основополагающие аспекты тестирования ПО

- Для тестирования создаётся тестовое окружение
- Тестовое окружение не обязательно идентично функциональному



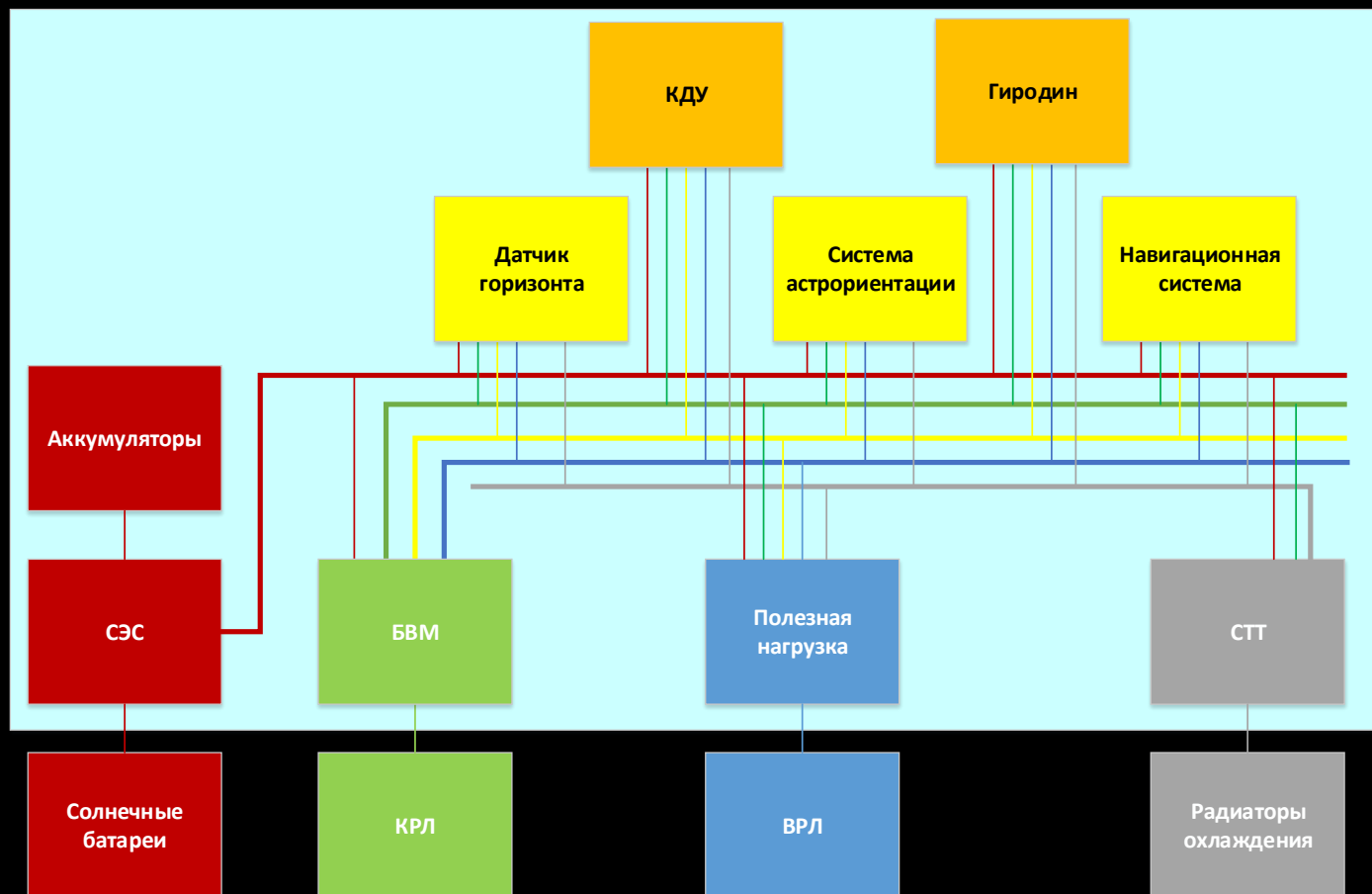
Очевидное: основополагающие аспекты тестирования ПО

- Для тестирования создаётся тестовое окружение
- Тестовое окружение не обязательно идентично функциональному
- *Тестовый объект часто допускается «сломать»*



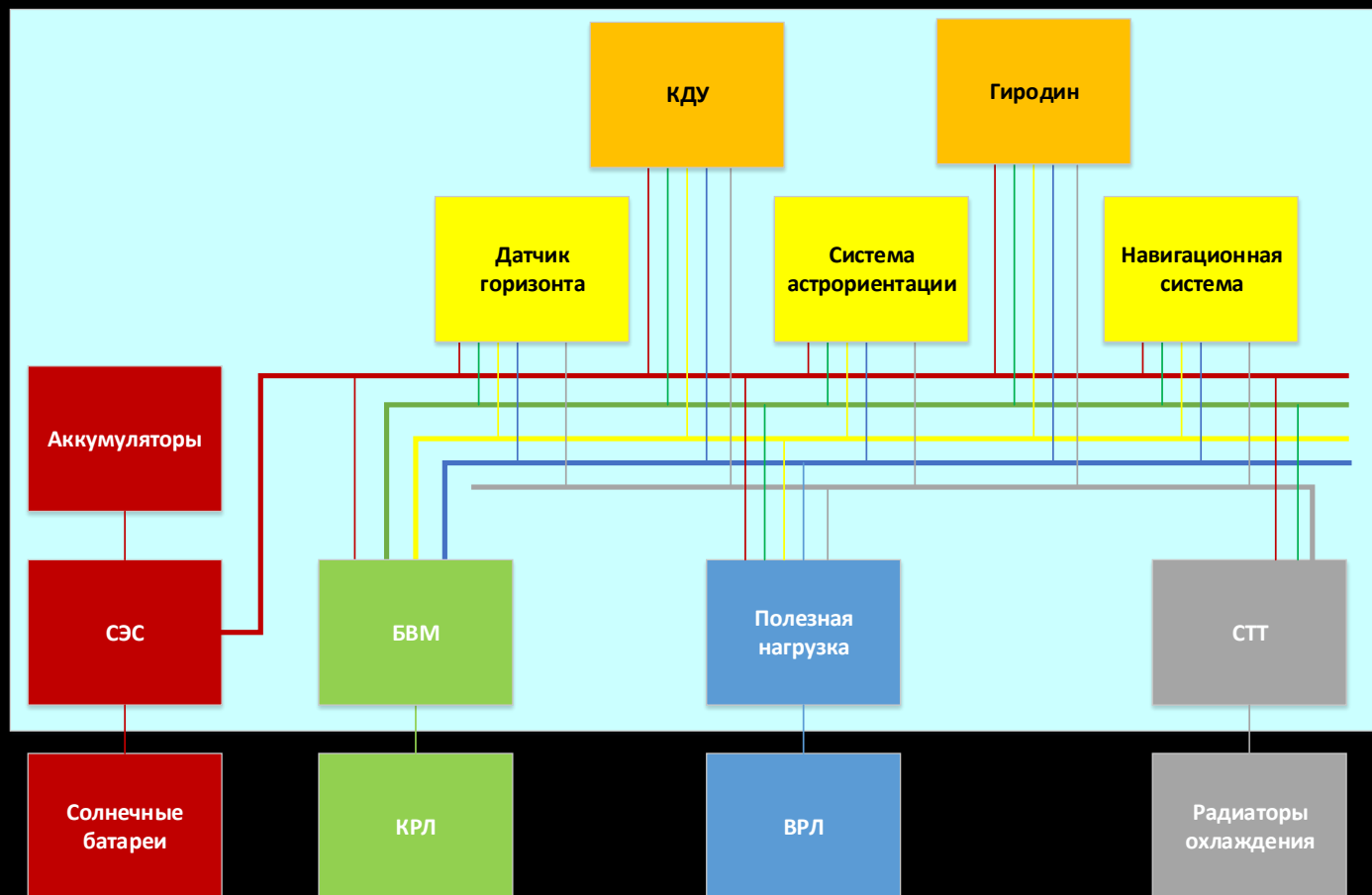
Структура спутника

Спутник есть набор
приборов и интерфейсы
между ними



Структура спутника

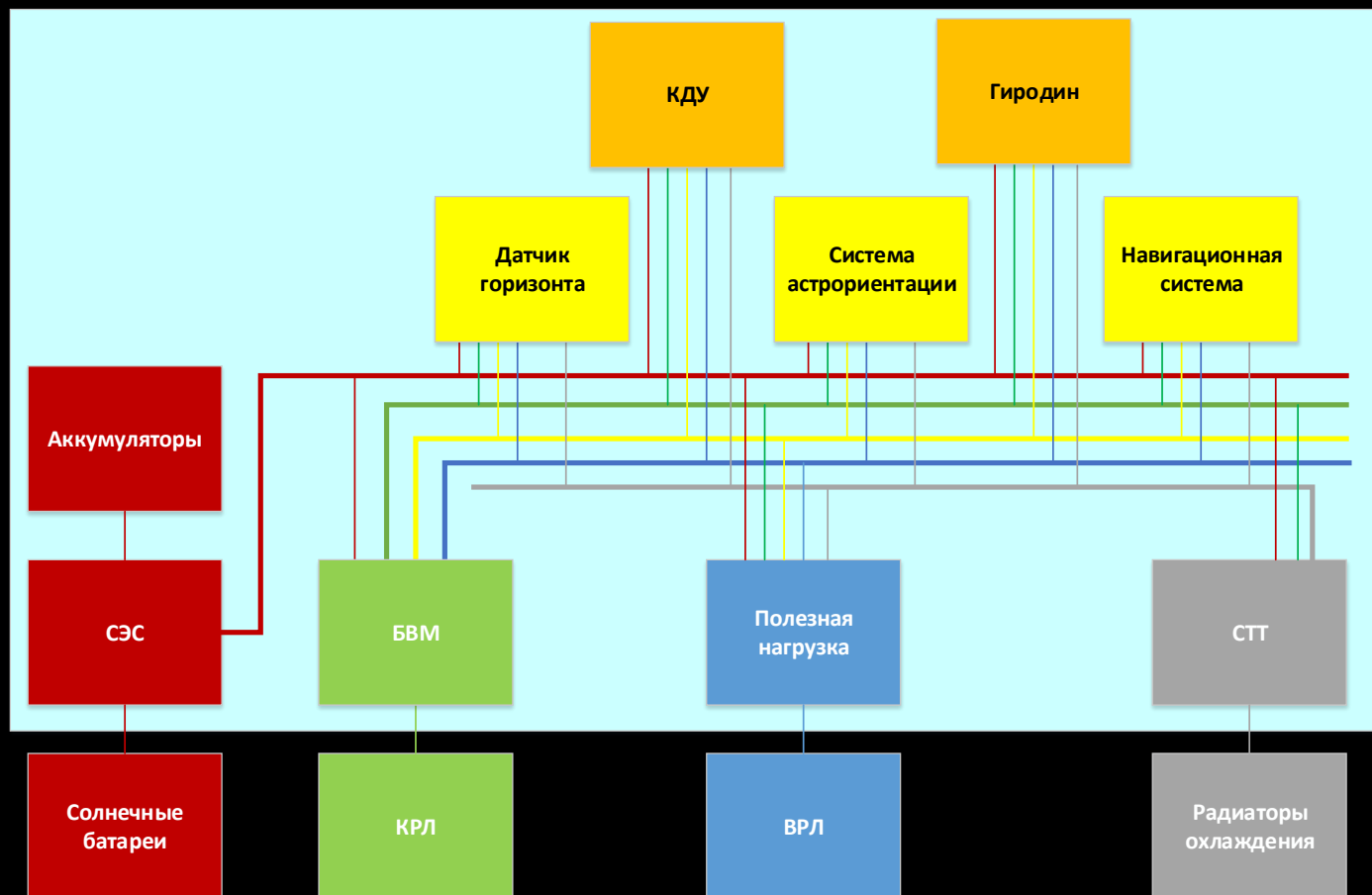
Часть приборов — типовые,
часть — специализированные



Структура спутника

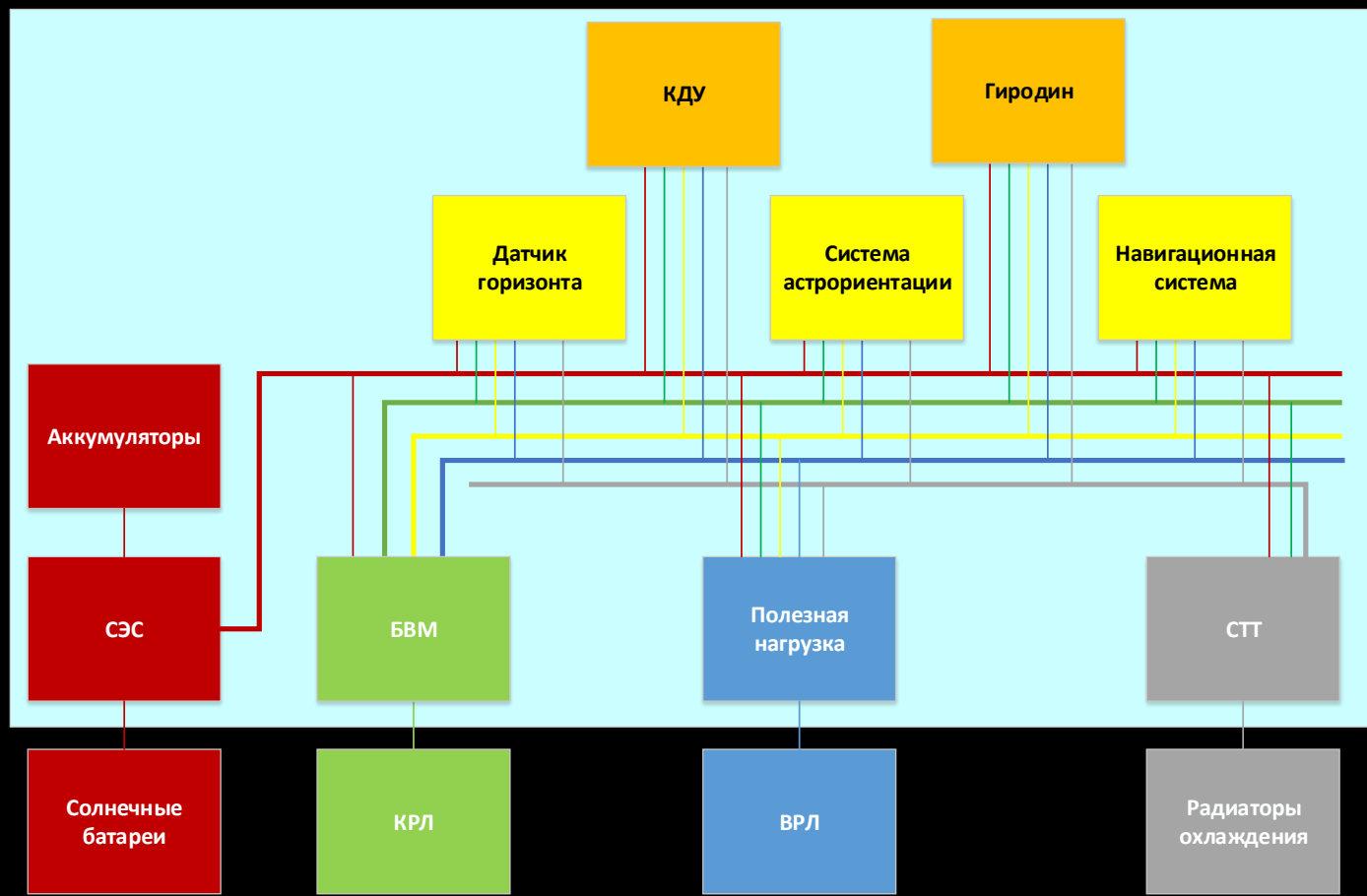
Интерфейсы разнообразные,
в их основе лежат разные
физические принципы:

- механические
- тепловые
- электрические
- информационные
- оптические
- и др.



Структура спутника

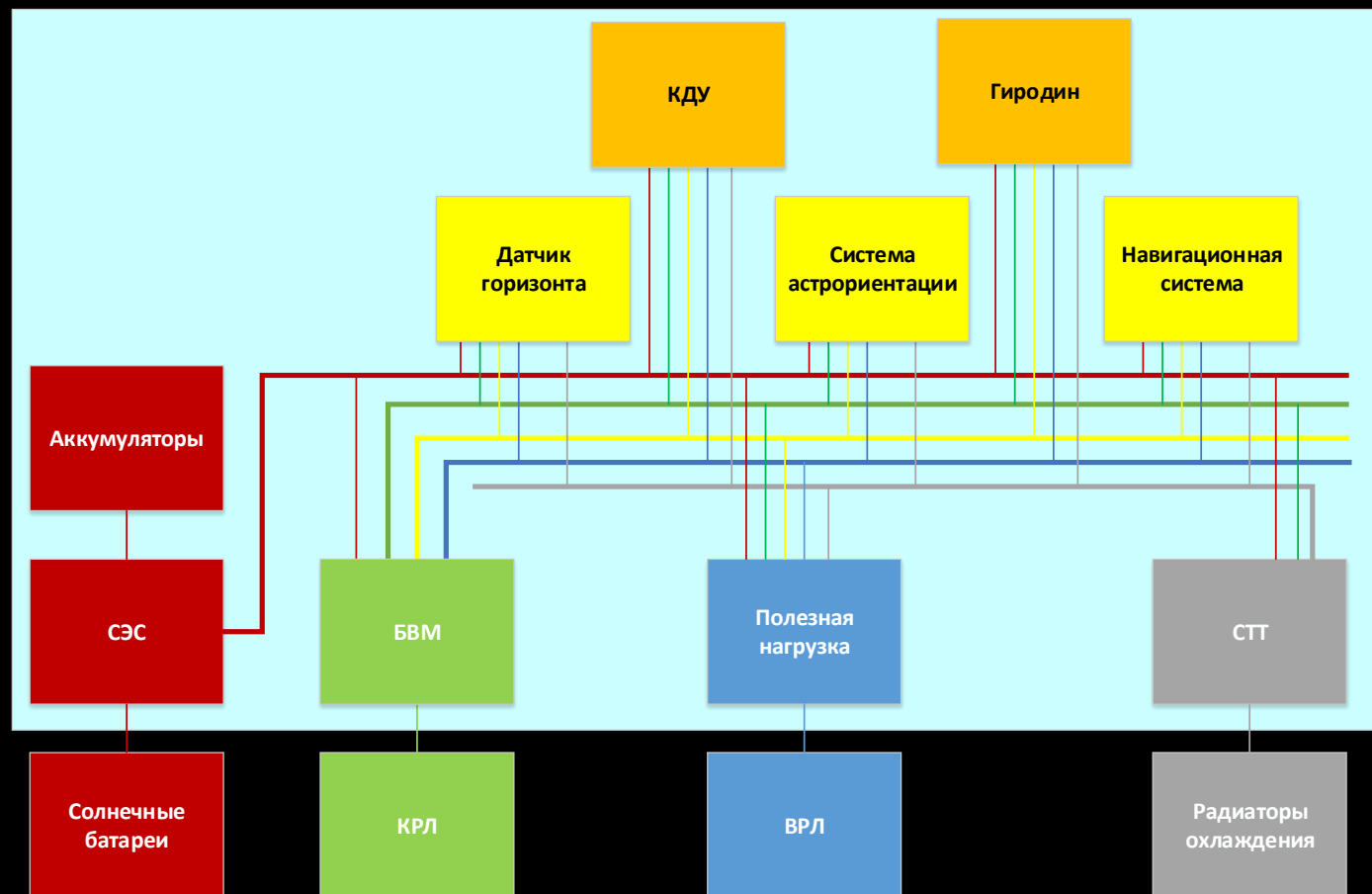
Платформа выполняет
функцию интегратора





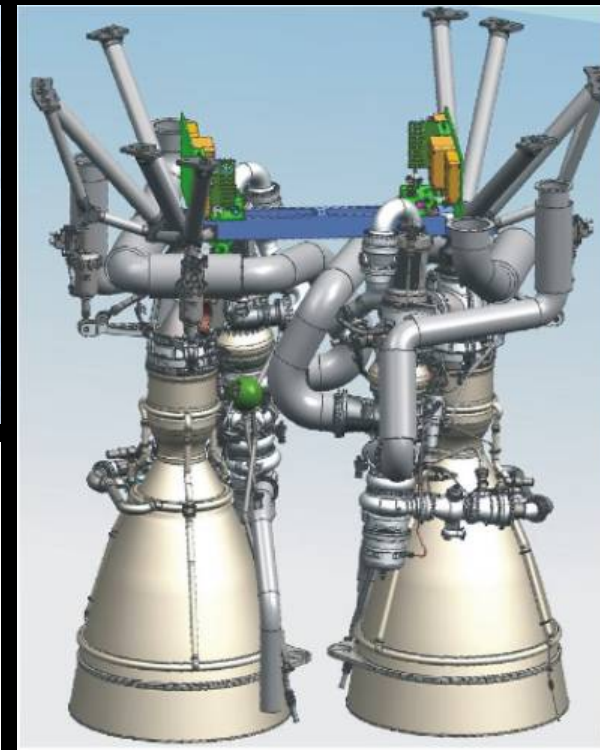
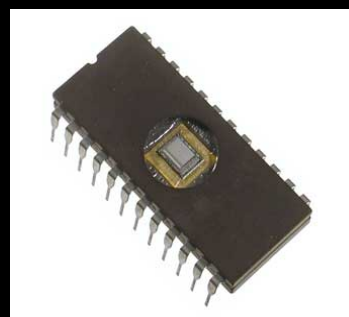
Структура спутника

Спутник имеет
микросервисную
архитектуру!



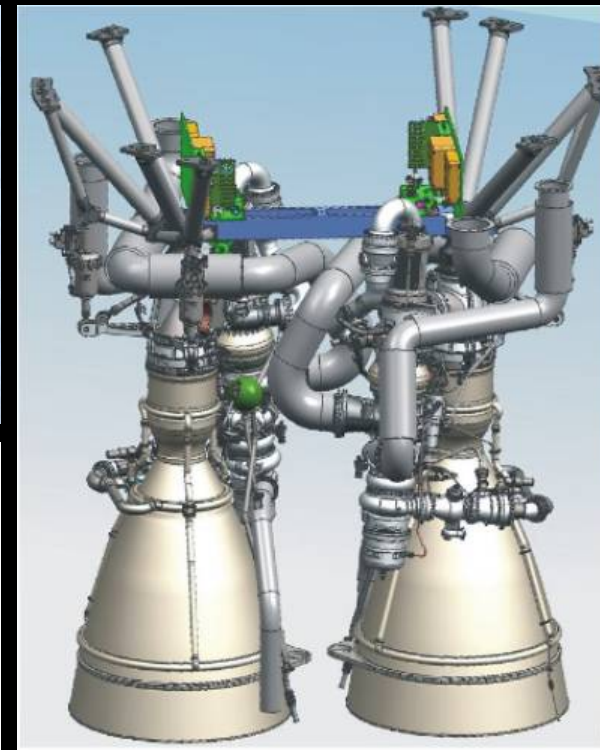
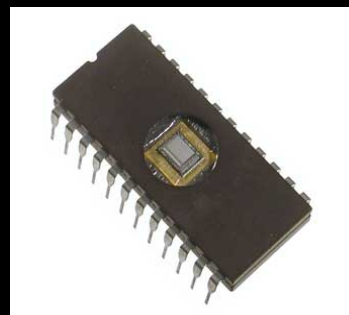
Ресурс аппаратуры

Элементы аппаратуры
имеют ресурс на отказ.



Ресурс аппаратуры

Проверка выполняется
на аналогах,
случайных элементах
из серии, на макетах.



Экономика тестирования

Тестирование экономит деньги



Экономика тестирования

Тестирование экономит деньги

Тестирование стоит денег



Экономика тестирования

Тестирование экономит деньги

Тестирование стоит денег

Баги имеют стоимость



Экономика тестирования

Тестирование экономит деньги

Тестирование стоит денег

Баги имеют стоимость

Восстановление объекта тестирования
имеет стоимость



Экономика тестирования

Тестирование экономит деньги

Тестирование стоит денег

Баги имеют стоимость

Восстановление объекта тестирования
имеет стоимость

Необходимо управление рисками



Тестирование с защитой

При тестировании необходимо защищать тестируемую систему:

- токовая защита (защита от пробоя, от превышения тока, от короткого замыкания)
- защита от превышения напряжения питания
- тепловая защита (защита от перегрева)
- защита от превышения ресурса
- парирование логических отказов

Проектирование на отказ

Аппаратура функционирует в условиях космической среды:

- **низкое давление – дегазация и материалы, обогрев стекла**
- **большой разброс температур – система термостабилизации**
- **радиационная обстановка, статическое электричество – металлизация цепей**
- **случайные отказы – резервирование, управление конфигурацией**
- **логические отказы – защитное программирование, прошивка в лёте**
- **физическая недоступность объекта – отработка на моделях и макетах-дублёрах**

Имитация отказов

Со стороны аппаратуры – многоуровневые средства имитации отказов

Со стороны тестирующего комплекса – набор проверок отказов

Подходы к разработке

- Декомпозиция
- Моделирование
- Имитация
- Интеграционное тестирование с аппаратным обеспечением

Подходы к разработке

- Декомпозиция
- Моделирование
- Имитация
- Интеграционное тестирование с аппаратным обеспечением
- Упрощение, перенос сложности
- Нарботка
- Заимствование, повторное использование

Что-то пошло не так...



4 июня 1996 года



Ракета Arian 5

Методы анализа корректности

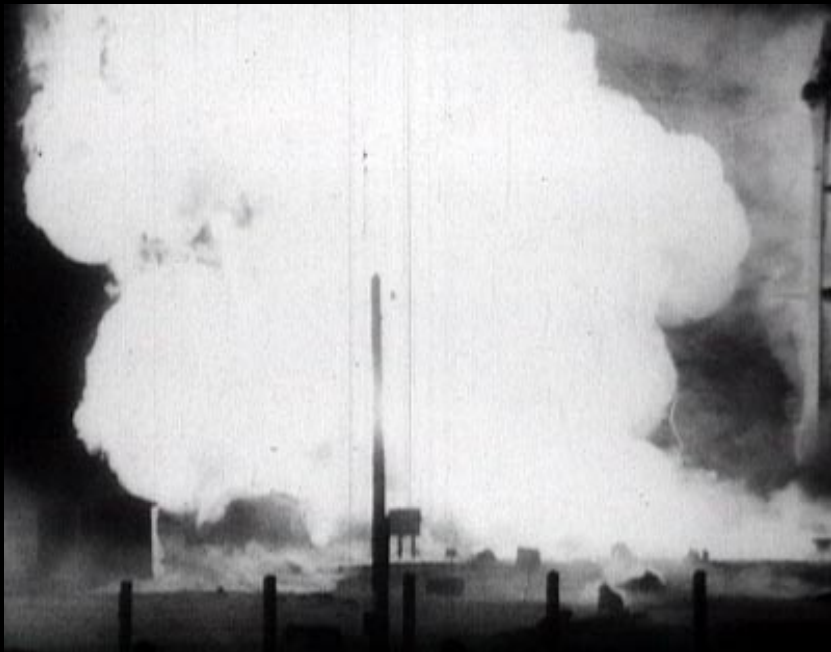
- Анализ телеметрии
 - Достаточность — для нахождения причин отказа
 - Минималистичность — для экономии канала передачи
 - Многоуровневость — для возможности настройки потока данных
 - Функциональное резервирование телеметрических каналов

Методы анализа корректности

- Система реального времени:
 - Вмешательство в работу приводит к срыву циклограммы
 - Слишком детальная трассировка обходится дорого и требует технологического программного обеспечения
 - Анализ протоколов трассировки трудоёмкий, но рутинный и может быть автоматизирован
 - Анализ косвенных данных

Защита персонала

- Ракетное топливо горючее и взрывоопасное



Защита персонала

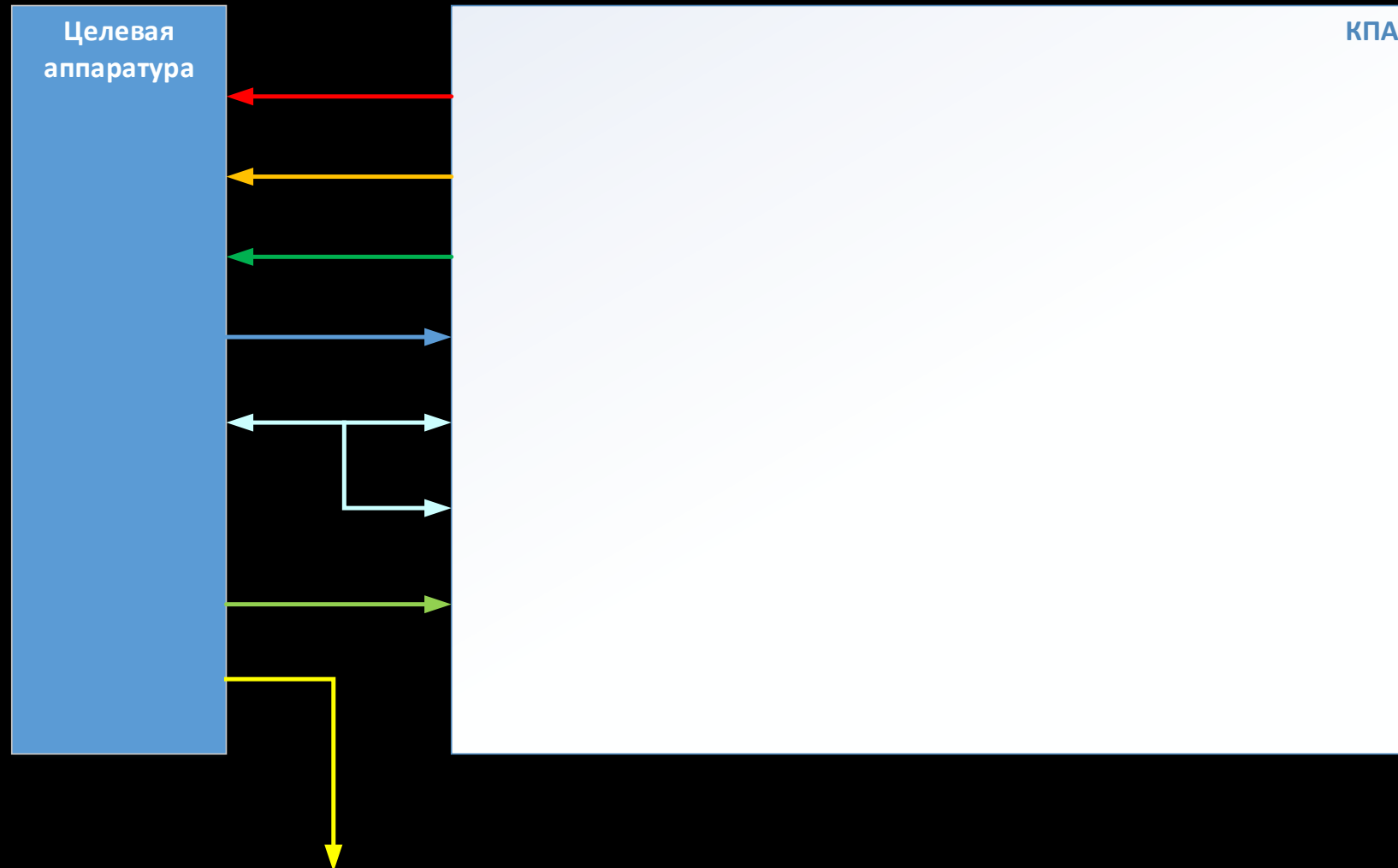
- Защита от лазерного излучения



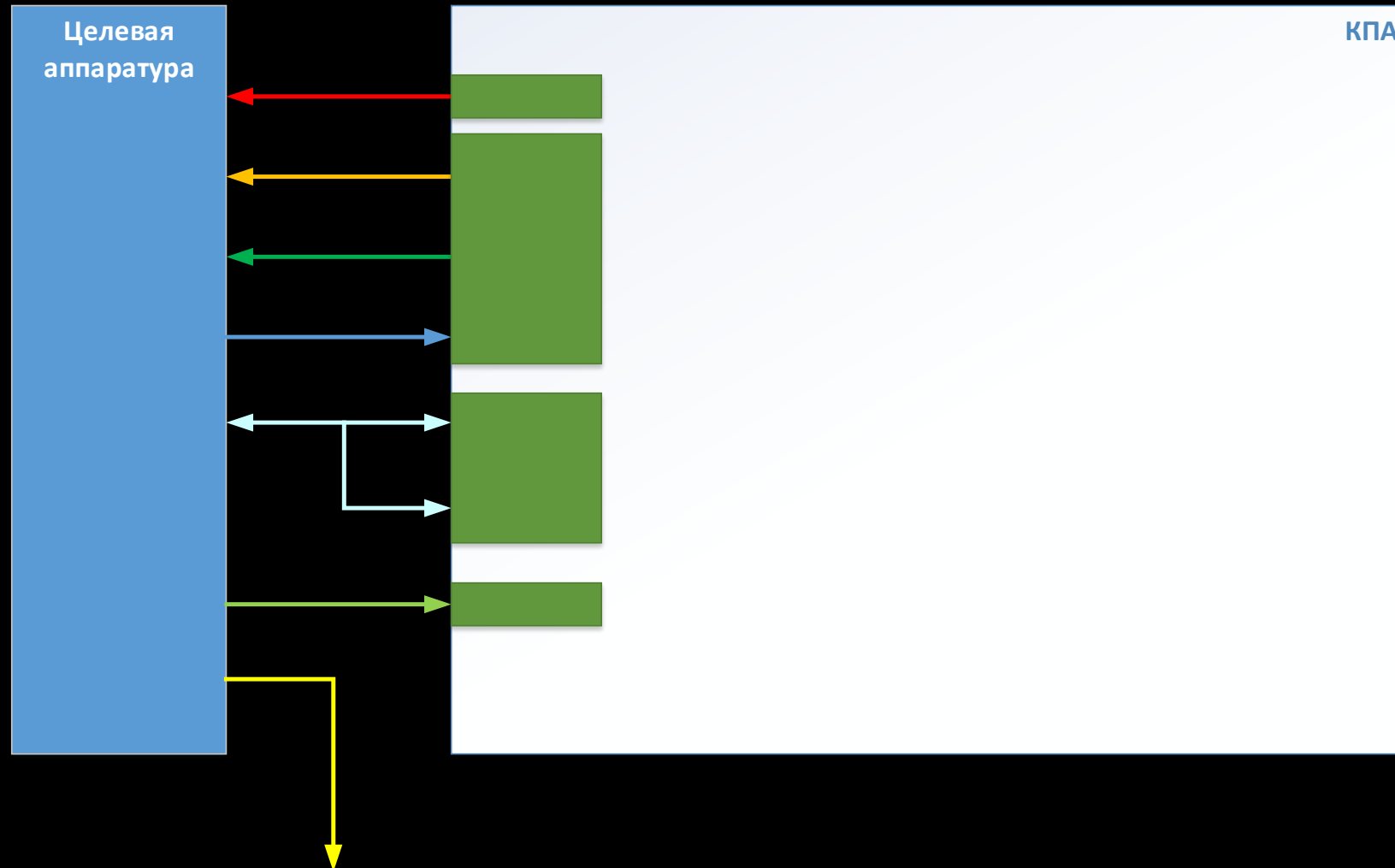
Что у нас? Ключевые тезисы

- Средства тестирования – отражение объекта тестирования
- Средства тестирования сложнее тестового объекта
- Декомпозиция и модульность – залог гибкости
- Функциональная декомпозиция: распределение задач между софтом и «железом»
- Структурная декомпозиция: однотипность для разной аппаратуры
- В основе – автоматизированный процесс. Вмешательство оператора – только в случае аномального поведения или при необходимости обратной связи (полуручной режим)
- Логика проверок – на скриптовом языке

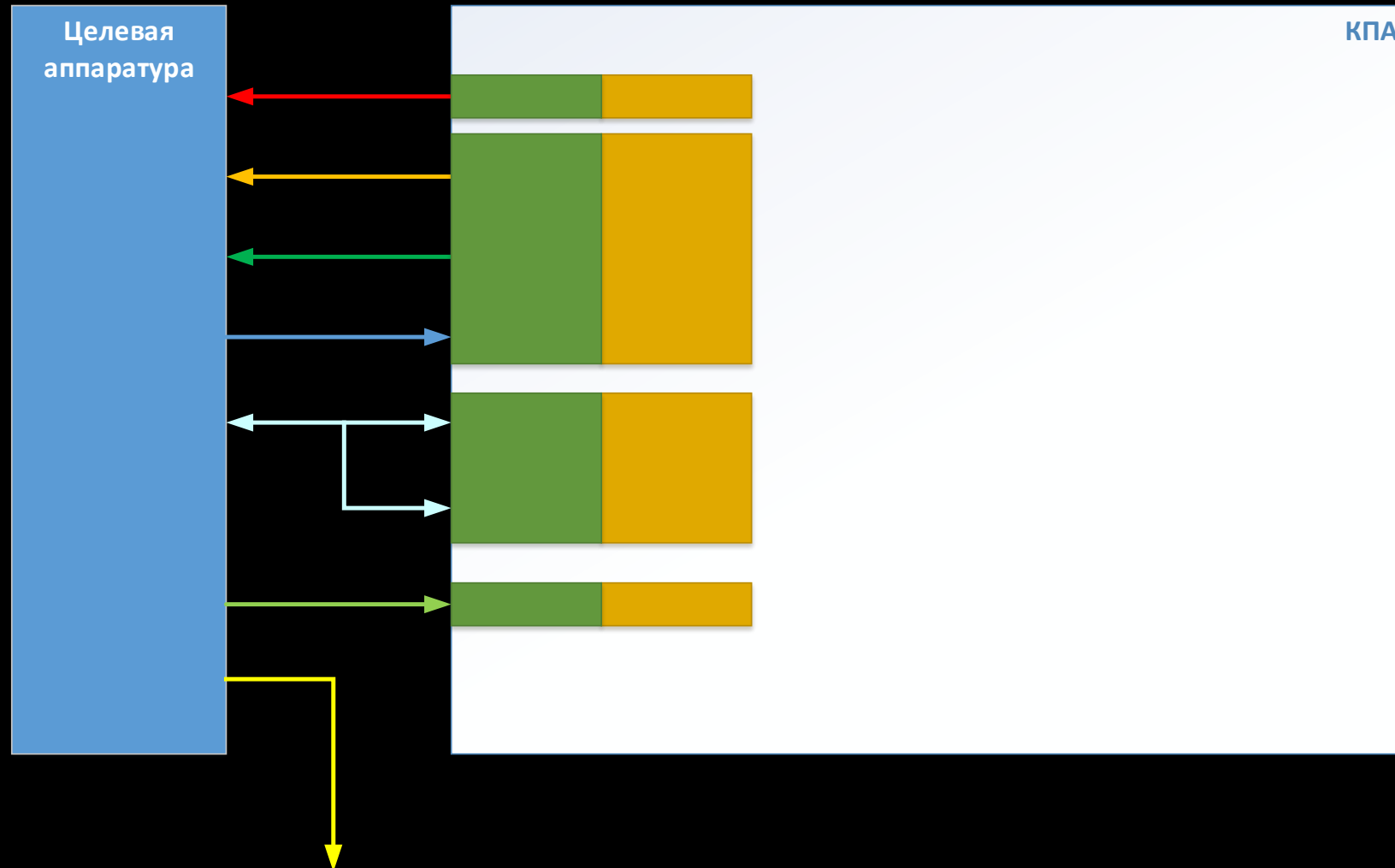
Структура КПА



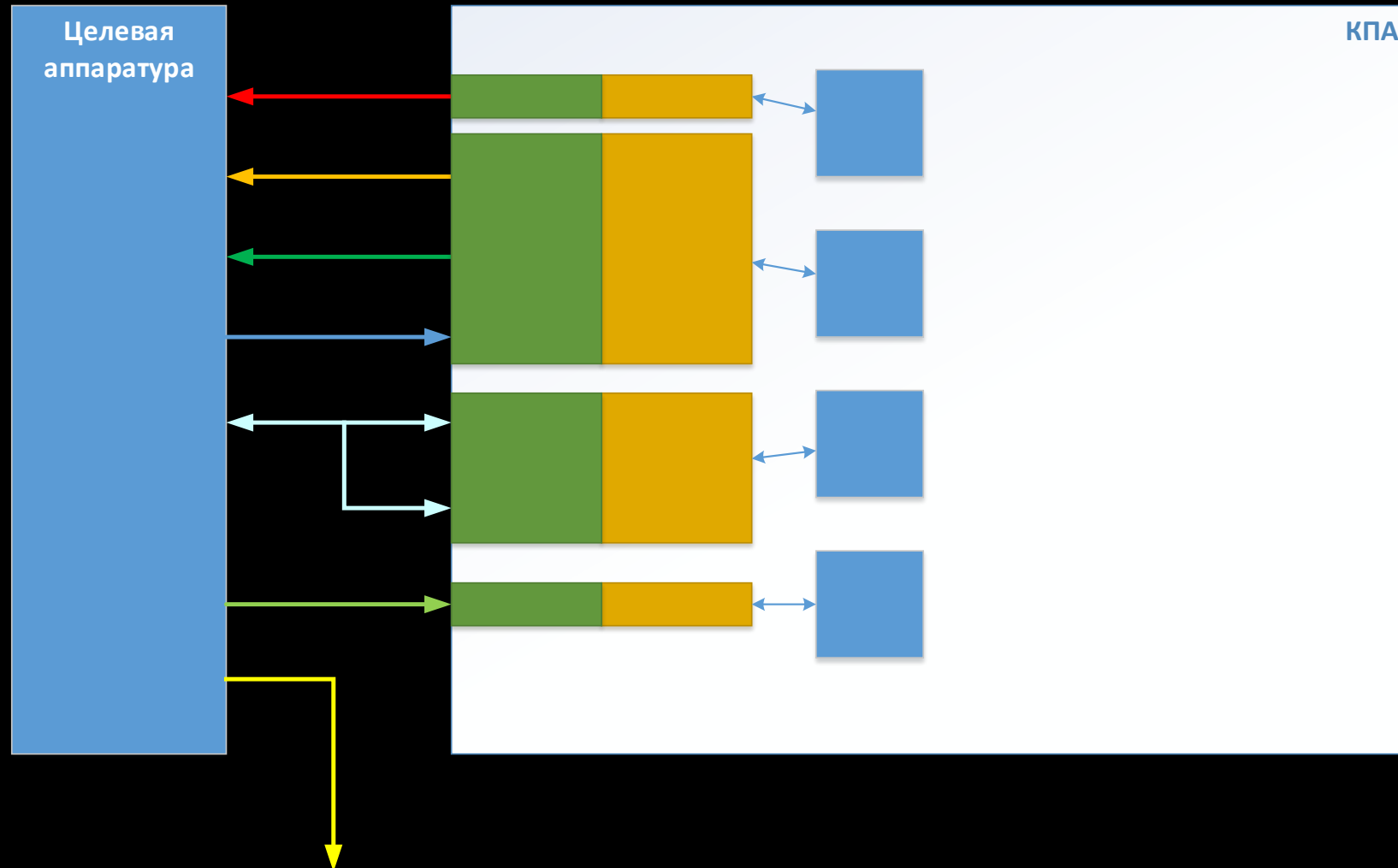
Структура КПА



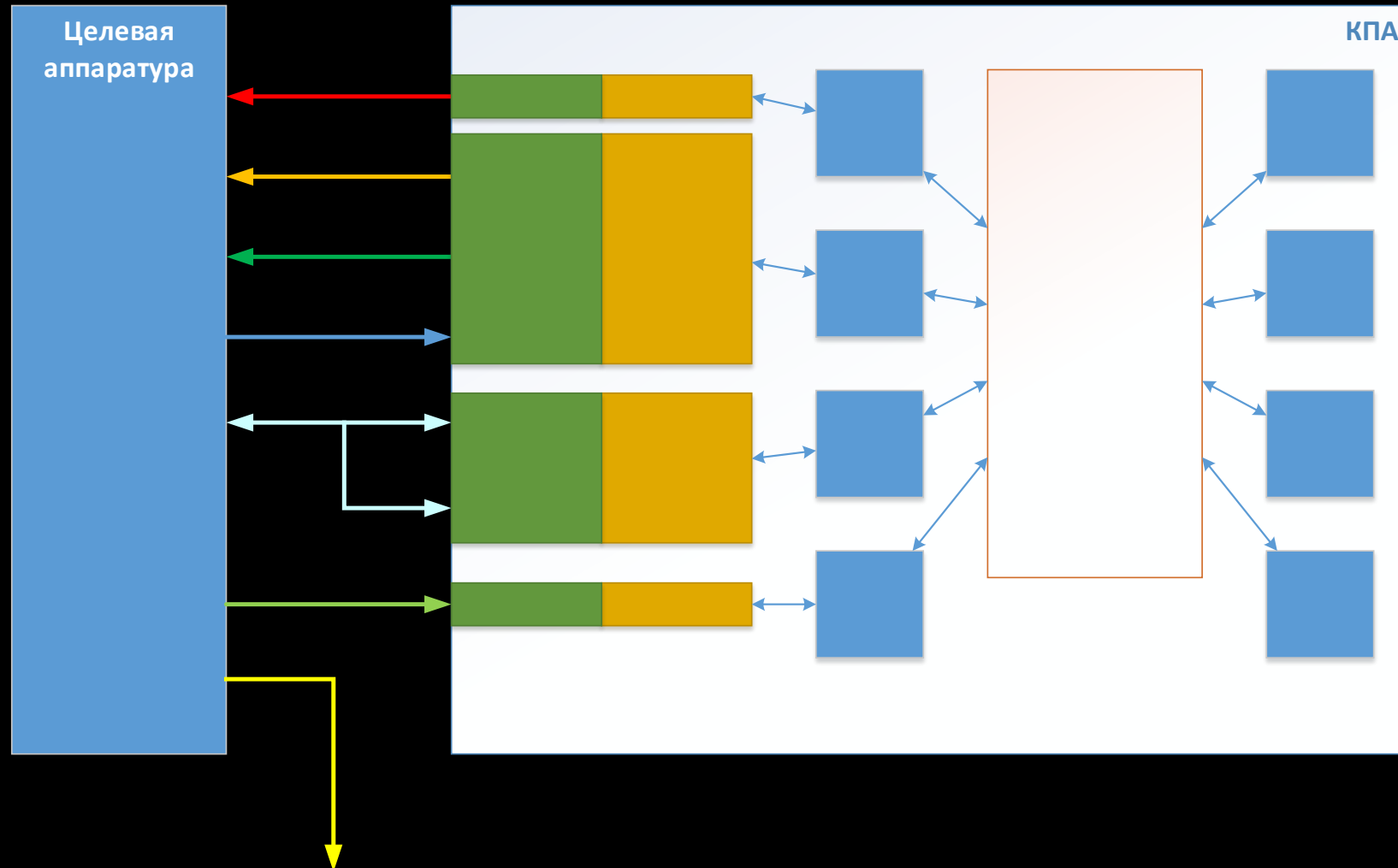
Структура КПА



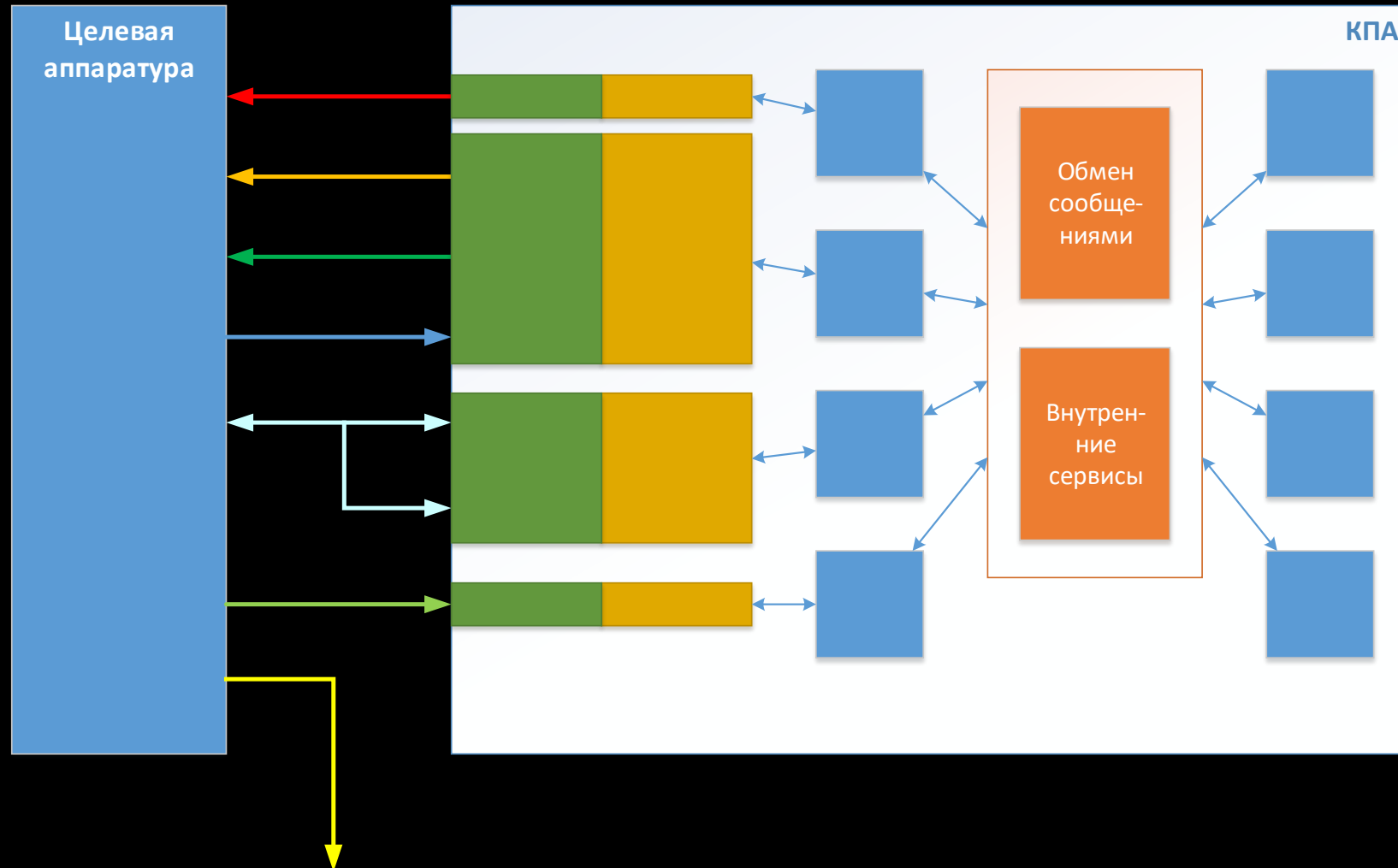
Структура КПА



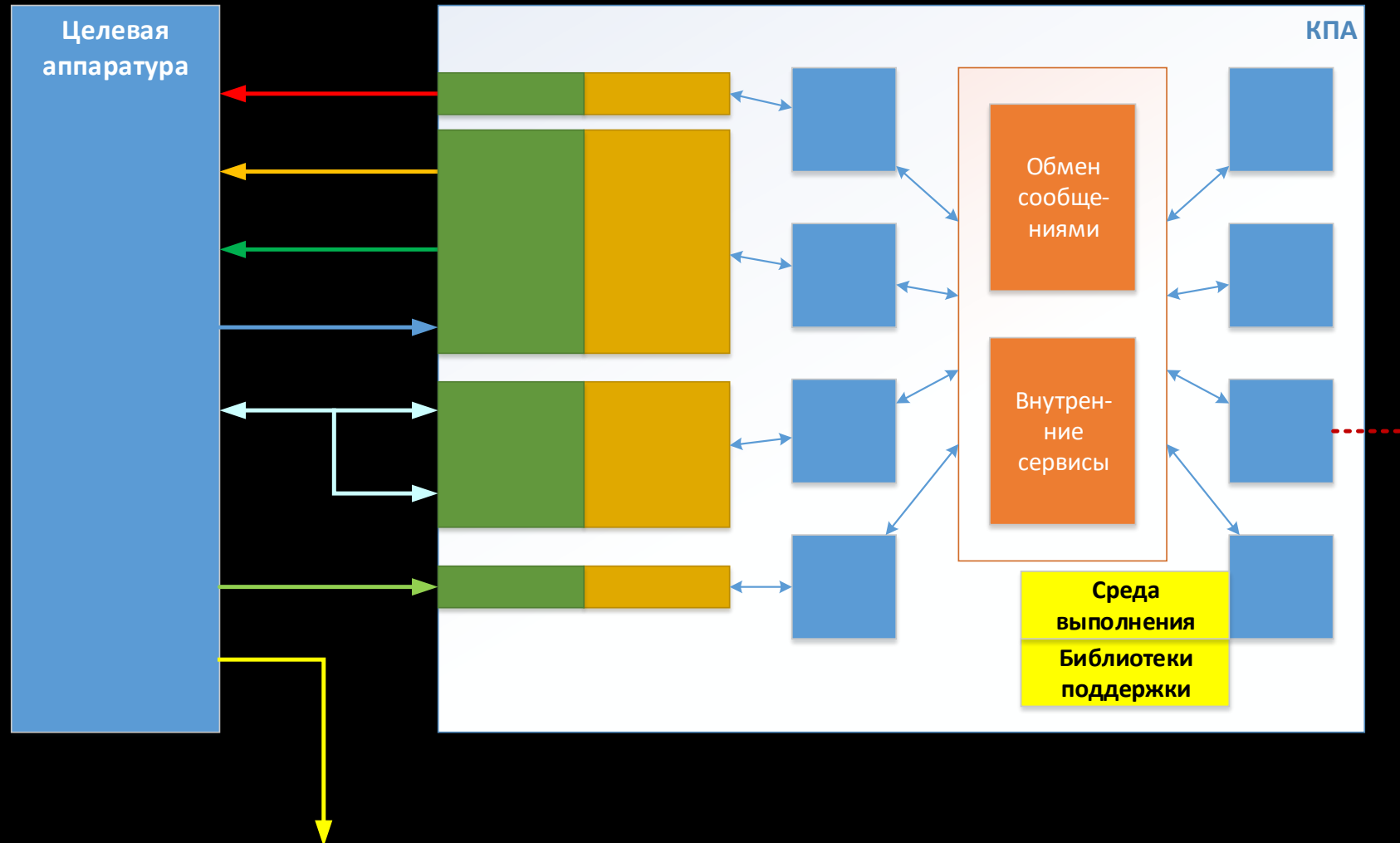
Структура КПА



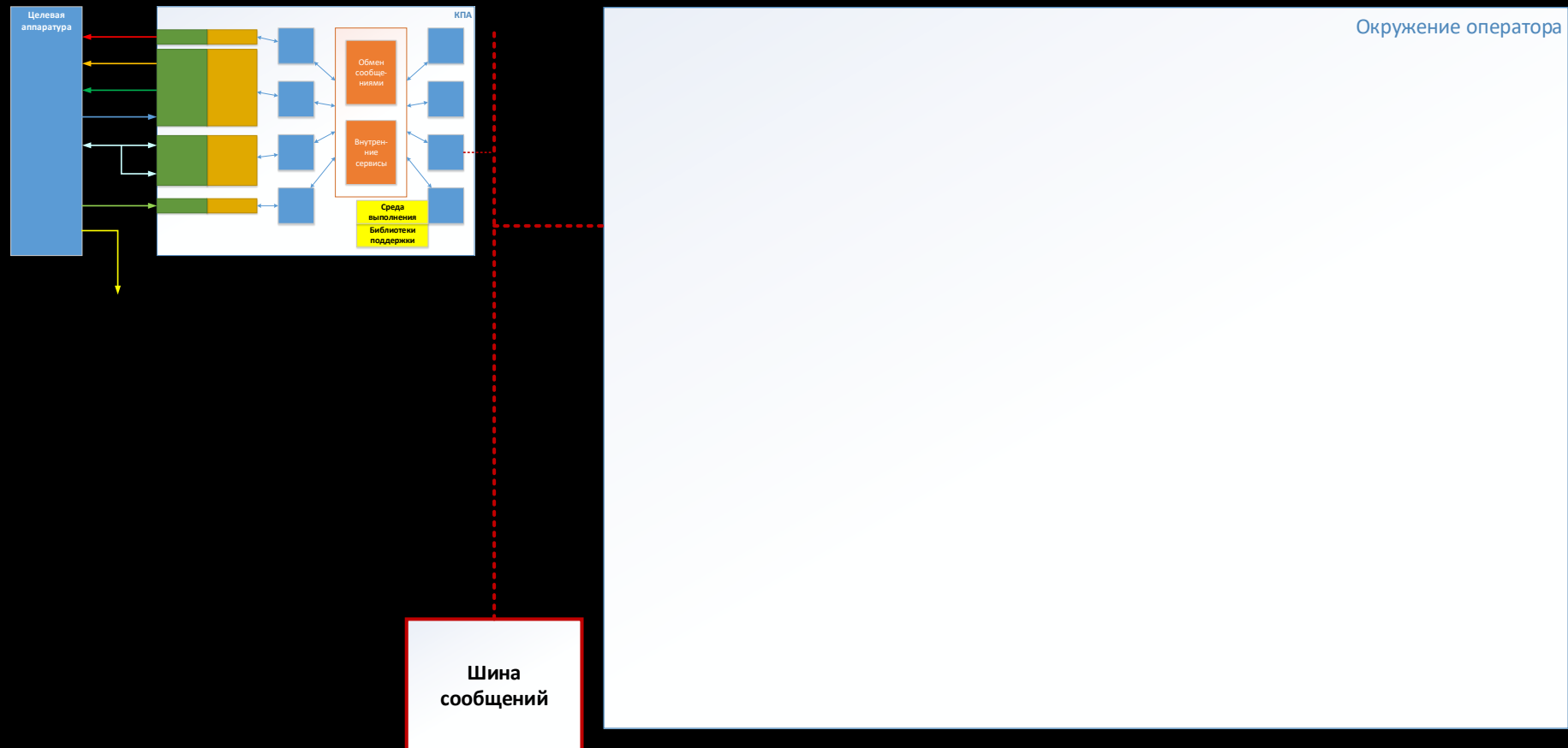
Структура КПА



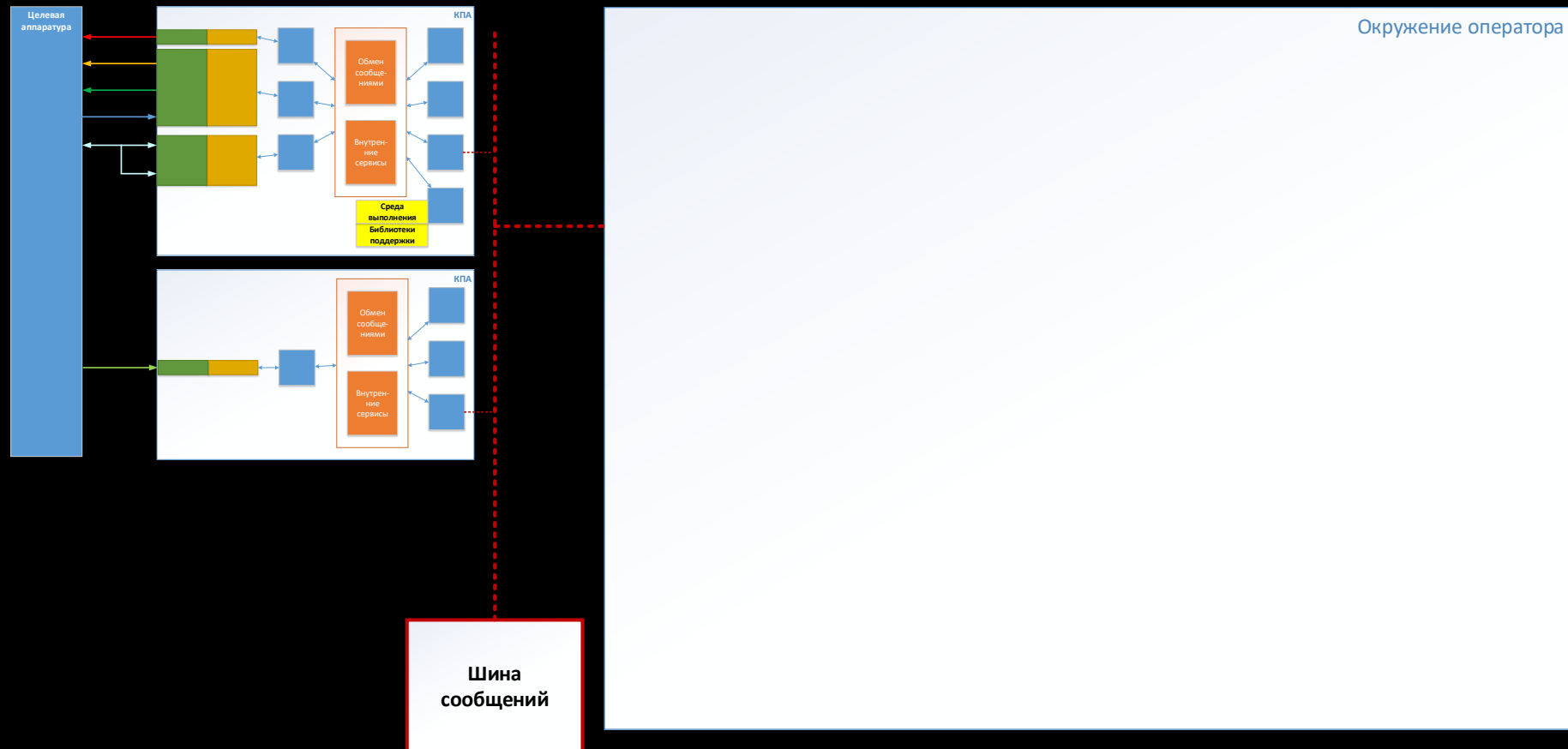
Структура КПА



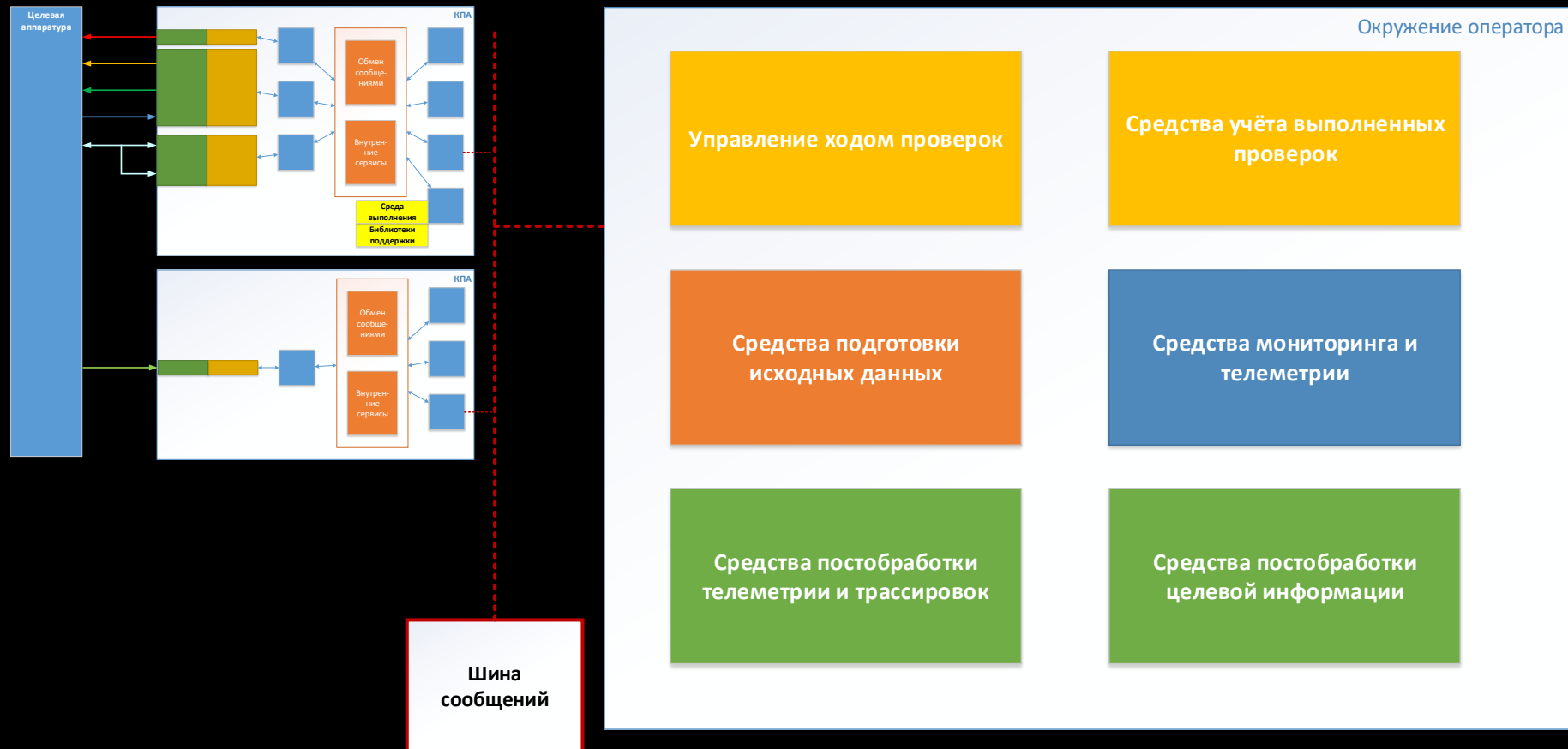
Структура КПА



Структура КПА



Структура КПА



Структура КПА



- Google Chrome
- Mozilla Thunder...
- My Computer
- My Documents
- My Network...
- Trash
- VLC media player
- Web Browser
- Firefox

Спасибо за внимание!



Доклад окончен.
Всем спасибо за внимание!

Отпустить докладчика

Задать вопросы