

# **ОДИН ИЗ ПОДХОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НАКУ КА ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРЫ ПРИ ПОСТРОЕНИИ ЭЛЕМЕНТОВ КОСМИЧЕСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ**

**Соавторы:**

**ГИКЦ**

Яровиков Александр Александрович

Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Никитушина Арина Денисовна

Ивановский государственный университет

Голутвин Савелий Владимирович

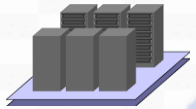
**Докладчик:**

АО «НПО «Орион»

Никитушин Денис Анатольевич

**г. Москва  
2025 г.**

1. Факторы определяющие необходимость совершенствования совокупного НАКУ КА
2. Состояние космической инфраструктуры
3. Космическая инфраструктура
4. Сравнение монолитной и микросервисной архитектуры
5. Многообразие походов (методов) по совершенствованию управления ОГ КА
6. Сравнение затрат при модернизации системы построенных по разным архитектурам



# Факторы определяющие необходимость совершенствования совокупного НАКУ КА

## ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К УПРАВЛЕНИЮ КА:

**глобальность управления** – способность обеспечивать управление КА в любой момент времени,  
**оперативность управления** – способность осуществлять управление КА в сроки, обеспечивающие успешное выполнение целевых задач,  
**устойчивость управления** – комплексное свойство системы управления, определяемое ее живучестью, помехозащищенностью и технической надёжностью.

## ФАКТОРЫ ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОГО И ОБЩЕСИСТЕМНОГО ХАРАКТЕРА

Высокая размерность пространства состояний;  
 Разнотипность по своей природе объектов управления и большие объемы обрабатываемых потоков данных;  
 Сложность объектов управления, принципиальная неформализуемость ряда управляемых процессов;  
 Существенная априорная неопределенность условий применения;

## ОБЩИЕ ФАКТОРЫ

Возрастание роли ОГ КА во всех сферах жизнедеятельности  
 Расширение перечня и усложнение задач решаемых из космоса и в космосе

Увеличение рисков воздействия естественных факторов на элементы (объекты) космической инфраструктуры.

Повышение требований по глобальности, оперативности и устойчивости управления ОГ КА  
 Ужесточение требований по оперативности, объемам и качеству получения целевой информации

Кратное увеличение ОГ КА

Ограниченные возможности НАКУ КА не способны обеспечить управление ОГ КА прогнозируемого состава

## ЧАСТНЫЕ ФАКТОРЫ

Усложнение проводимых технологических циклов управления КА

Увеличение социально-экономической значимости космической деятельности

Снижение возможностей НАКУ КА по управлению ОГ КА при одновременном увеличении нагрузки

Увеличение объемов обрабатываемой и передаваемой в НКУ и с БКУ информации, при низкой скорости ее обработки

Ограниченные зоны радиовидимости

Инертность СУ СОТС (неприемлемые, длительные циклы управления элементами НАКУ КА)

Возрастание требований по проведению реконфигурации (оперативного перепланирования) НАКУ КА в особые периоды

Возрастание роли процессов управления и координации средствами НАКУ КА. Предъявление новых требований к оперативности и качеству планирования применения средств НАКУ КА.  
 Прогнозируемое увеличение временных затрат на выполнение технологических циклов планирования, превышающих нормативные значения.





# Состояние космической инфраструктуры

Любой элемент КИ (ЦУП, РТС, в целом НКУ КА), является «штучным», «эксклюзивным» продуктом

Технические связи существуют, как правило, в рамках отдельных организаций, при этом, реализуются они на элементах КИ не обладающими в полной мере такими свойствами как масштабируемость, совместимость, расширяемость, прозрачность и другие свойства характерные для современных АСУ

Элементы КИ и в целом НАКУ (НКУ), как правило, взаимосвязаны между собой через определенные экономические, производственные и правовые связи, при этом технические связи зачастую отсутствуют

Наличие множества, зачастую диаметрально противоположных, подходов к решению проблем управления ОГ КА и обработки целевой информации (например, однопутный подход к управлению ОГ КА и многопунктный подход).

## СИСТЕМА ИЗБЫТОЧНА, НО НЕДОСТАТОЧНА

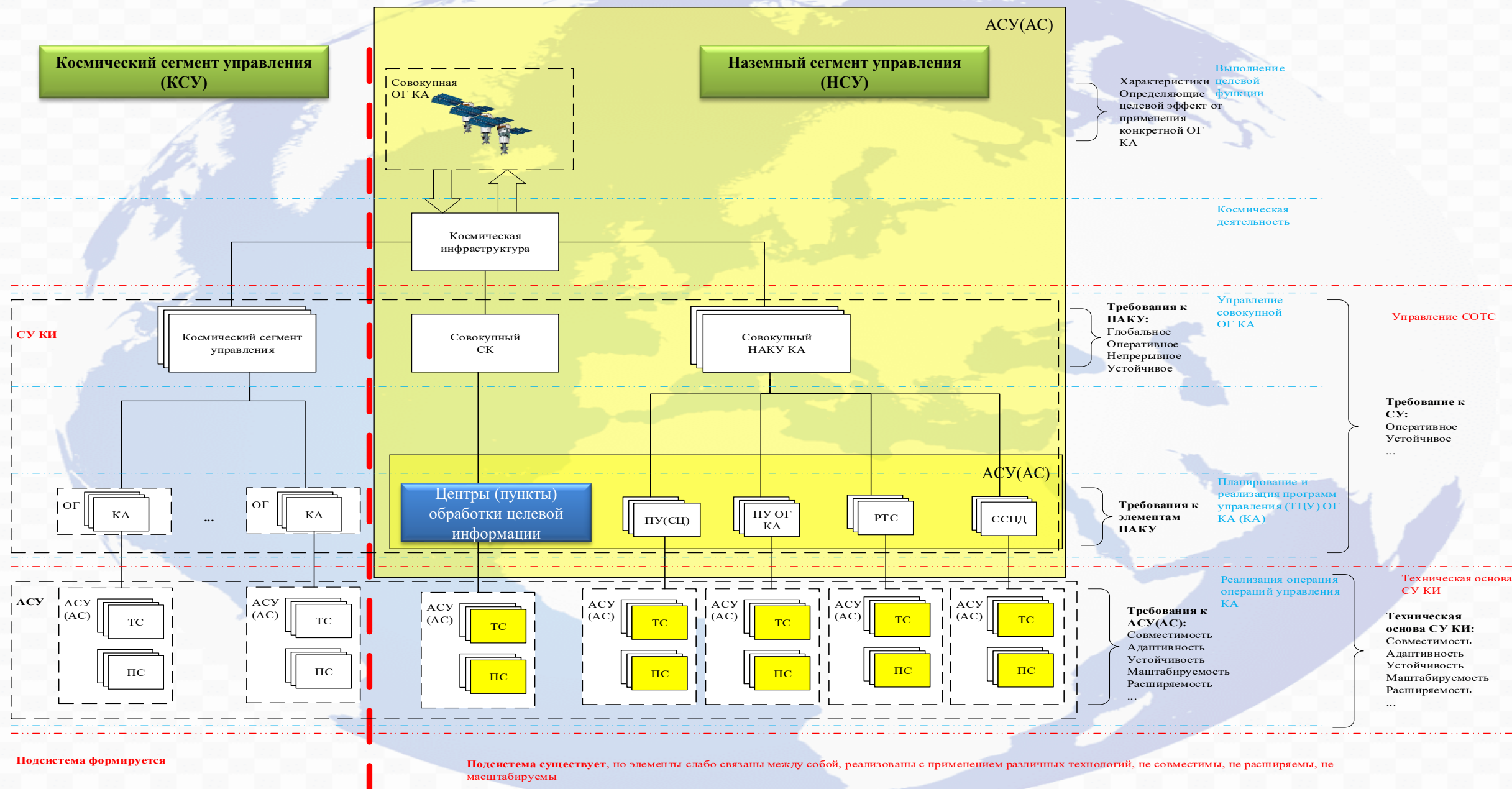
Организации занимающиеся КД	НАКУ ГКЦ	НКУ ФГУП КСС	НКУ АО ГКС	НКУ ООО	НАКУ КА НСЭП	... ?
Количество КИПов	14	6	7	5	6	... ?
Элементы КИ	ЦУПы, ПУ, КИС, РТС, СЕВ, ССПД, ПОЦИ и т.д.					... ?

?  
Не счетное множество элементов, с тенденцией увеличения мощности этого множества

Очень скромные возможности совокупной системы

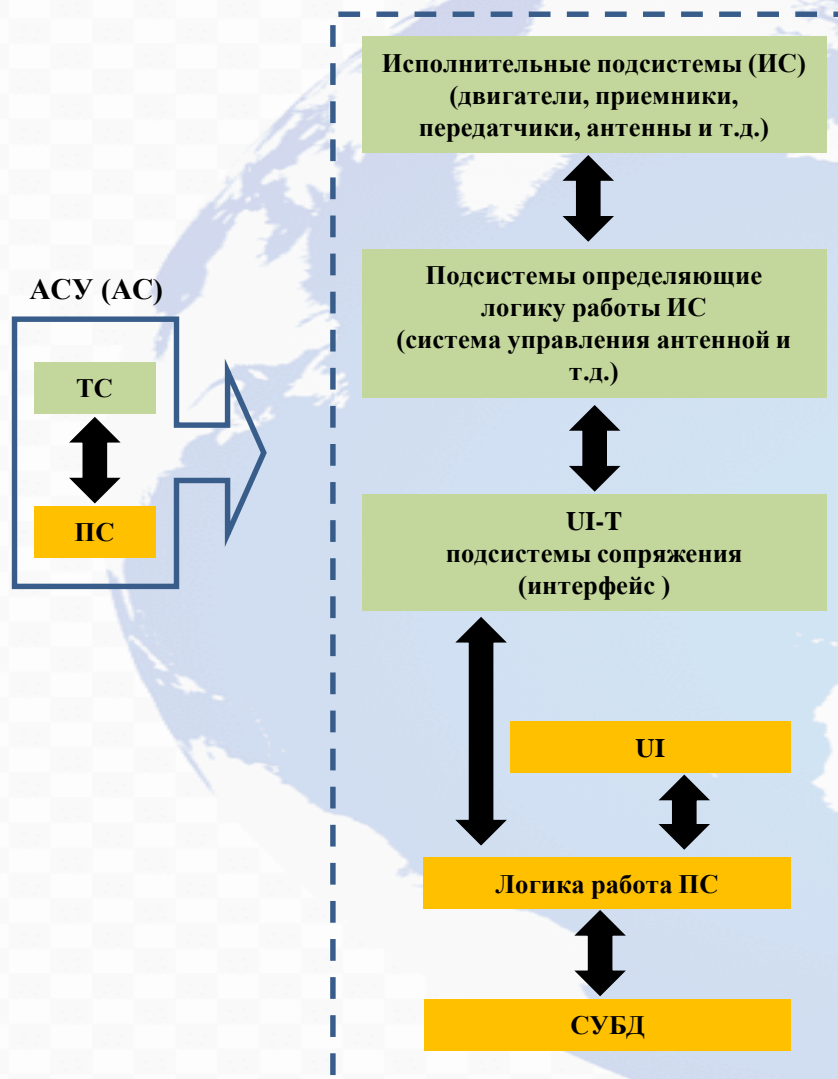
Сейчас ~ X КА на орбите → Планируется ~ Y КА или больше  
→ Сколько еще нужно элементов КИ, чтобы управлять ОГ КА ИЛОНА МАСКА → ?

# Космическая инфраструктура



# Сравнение монолитной и микросервисной архитектуры

## МОНОЛИТНАЯ ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА



### ПЛЮСЫ

Простота и легкость разработки всей монолитной системы

Производительность

Совместное использование данных всеми элементами системы

Простота синхронизации работы элементов системы

Легкость общего тестирования системы

### МИНУСЫ

Сильная связанность всех коммонеров системы

Сложность масштабирования монолитной системы

Ориентирована на определенный технологический стек

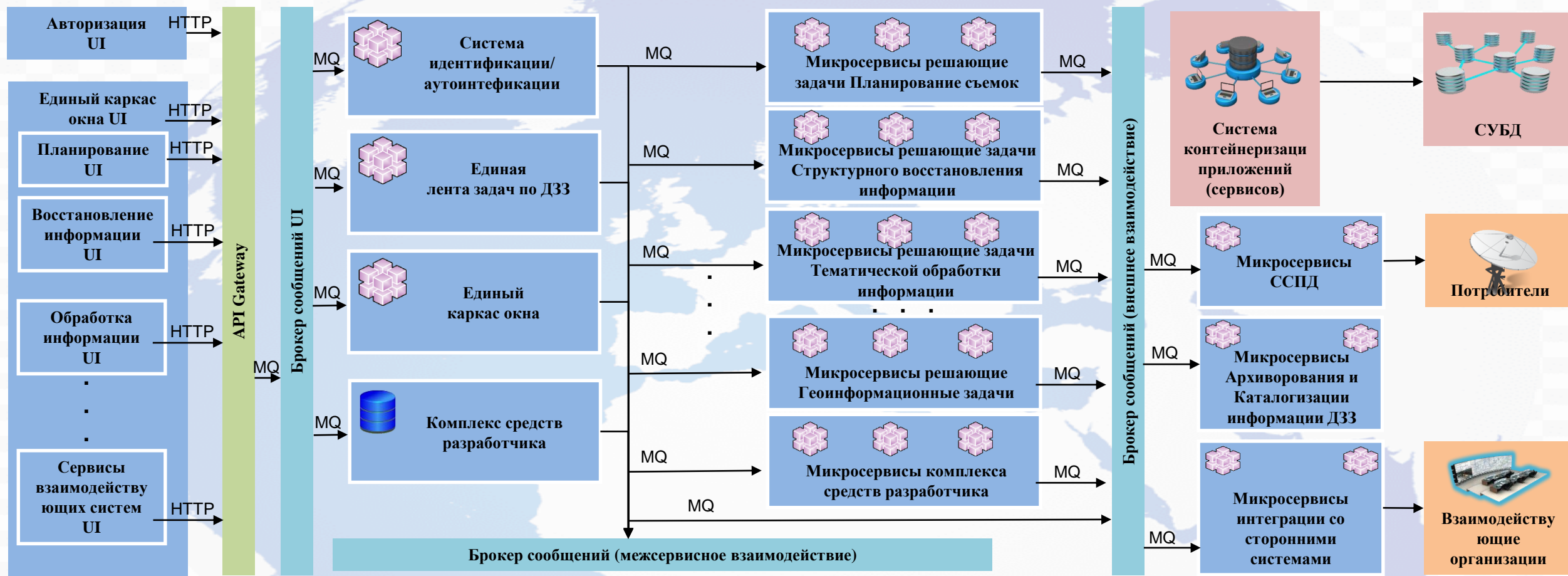
Сложность в развертывании системы (модернизации, обновлении)

Слабая отказоустойчивость



# Сравнение монолитной и микросервисной архитектуры

## МИКРОСЕРВИСЫЙ ПУНКТ ПРИЕМА И ОБРАБОТКИ ЦЕЛЕВОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЗЗ



Скрытие подробности внутренней реализации системы, предоставляя API на уровне пограничных сервисов. Это делает систему более гибкой, позволяет заменять сервисы и части системы без риска потери функционала.

Применение МСА позволяет изолировать сбои внутри микросервиса, что позволяет сохранять стабильность системы – отказоустойчивость

Сократить время от идеи создания системы до ввода в эксплуатацию.

Масштабируемость создаваемых систем

Расширяемость

Быстрый ввод в проект нового сотрудника

Свободный стек используемых технологий

Гибкость

# Многообразие походов (методов) по совершенствованию управления ОГ КА

## Основные направления развития организации управления ОГ КА

Переход на однопунктный (малопунктный) метод управления

Расширение возможностей существующего НАКУ КА

## Основные подходы к решению проблем совершенствования организации управления ОГ КА

Повышение автономности КА

Развертывание специальных ОГ КА (включая многоспутниковые ОГ КА), обеспечивающих функционирование целевых ОГ КА.

Разработка новых протоколов обмена информацией между КА

Переход к новым способам управления бортовой аппаратурой (интеллектуально-ситуационной)

Существенное повышение информативности всех каналов связи, включая каналы КИС

Совершенствование навигационно-баллистического обеспечения. Применение навигационной аппаратуры потребителя.

Унификация средств НАКУ КА  
Создание необслуживаемых КИС

Создание КА на базе унифицированных платформ

Внедрения в АСУ КА элементов искусственного интеллекта

Модернизация СЕВ

Повышение автономности функционирования КА

Улучшение системы управления элементами космической инфраструктуры, системы планирования

Унификация программно-аппаратных комплексов ЦУПов, создание единых ЦУП КА

Создание автоматизированной система контроля состояния средств НАКУ КА.  
Повышение наблюдаемости НАКУ КА.  
Создание ПК оперативного оповещения специалистов об изменении ситуации.

Создание подвижных (перебазируемых) пунктов управления, средств НАКУ КА.  
Использование мобильных измерительных пунктов для контроля пусков ракет космического назначения

Интеграция НКУ и НСпК

Совершенствование информационно-телеметрического обеспечения (Разработка новых методов формирования, передачи и обработки ТМИ, сжатия ТМИ, обработки в БКУ, применение пакетной ТМИ)

Внедрение новых передовых технологий по управлению КА (ретрансляционные и сетевые технологий управления КА и д.р.);

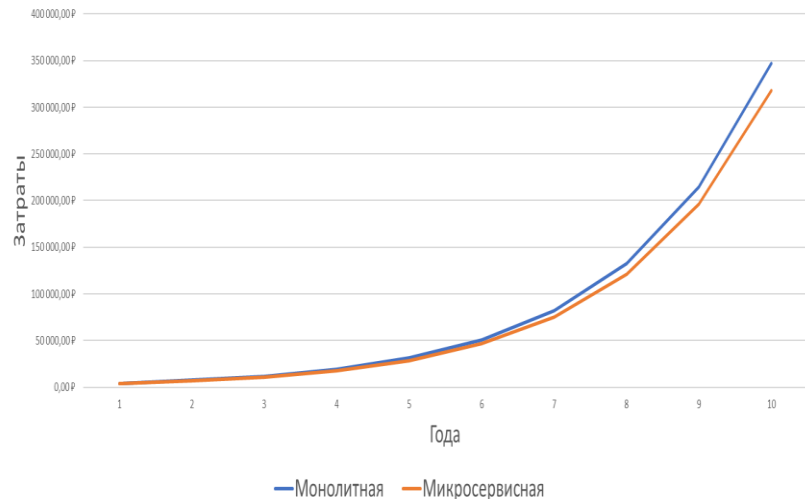
**МИКРОСЕРВИСНАЯ АРХИТЕКТУРА ПОЗВОЛЯЕТ:**

**Повысить эффективность управления всей совокупной ОГ КА не только за счет перехода на новые методы управления ОГ КА, а так же и за счет создания условий позволяющих в достаточно ограниченный промежуток времени выбрать и реализовать метод управления ОГ КА, который в данных сложившихся условиях позволяет наиболее полно реализовать программы управления этой ОГ КА.**



# Сравнение затрат при модернизации системы построенных по разным архитектурам

Рост затрат на модернизацию



Затраты на создание системы по микросервисной архитектуре на 20% больше

Период модернизации – 10 лет

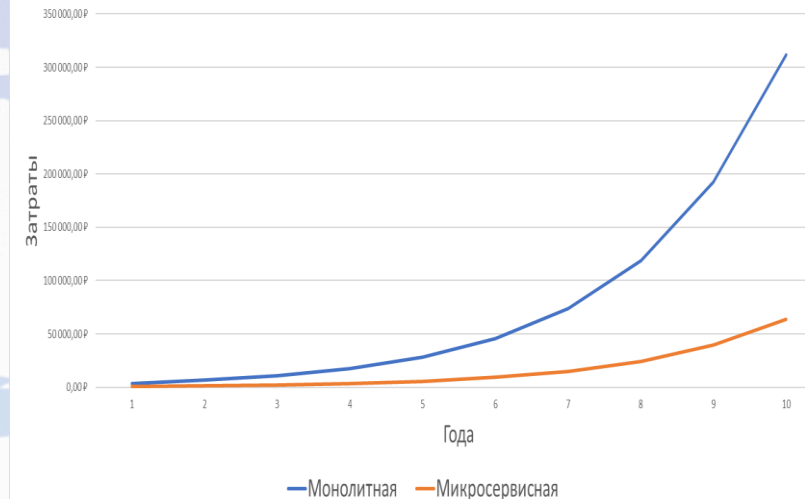
Учитываются этапы модернизации – улучшение самой системы, тестирование, сертификация

Ежегодно проводится модернизация:  
5-ти элементов системы (график слева)  
1-го элемента системы (график справа)

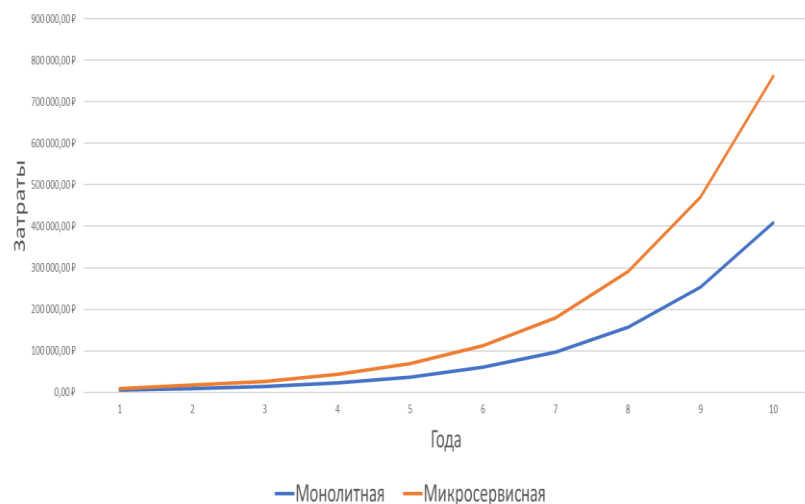
Этап тестирование микросервиса на 40% дороже

Система состоит из 12 элементов

Рост затрат на модернизацию



Рост затрат на модернизацию



Затраты на создание системы по микросервисной архитектуре на 20% больше

Период модернизации – 10 лет

Учитываются этапы модернизации – улучшение самой системы, тестирование, сертификация

Ежегодно проводится **полная модернизация:**

Этап тестирование микросервиса на **20% дороже**

Система состоит из 12 элементов



# Спасибо за внимание !

**Акционерное общество «Научно-производственная организация «Орион»  
(АО «НПО «Орион»)**

**Адрес:** 143090, Московская область, г.о. Краснознаменск, ул. Октябрьская, д. 7.

- **Телефоны** [+7 495 590-33-63](tel:+74955903363)
- **Email:** [info@npoorion.ru](mailto:info@npoorion.ru)
- **Web-сайт:** <https://www.npoorion.ru>