



ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ И ПРАКТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ  
ОРГАНИЗАЦИИ СКВОЗНЫХ ПРОЕКТОВ ПО РАЗРАБОТКЕ  
И ПРОДВИЖЕНИЮ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ КОМПОНЕНТОВ  
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Фефилов Иван Иванович  
Советник генерального директора АО «НИИЭТ»

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ СКВОЗНОГО ПРОЕКТА

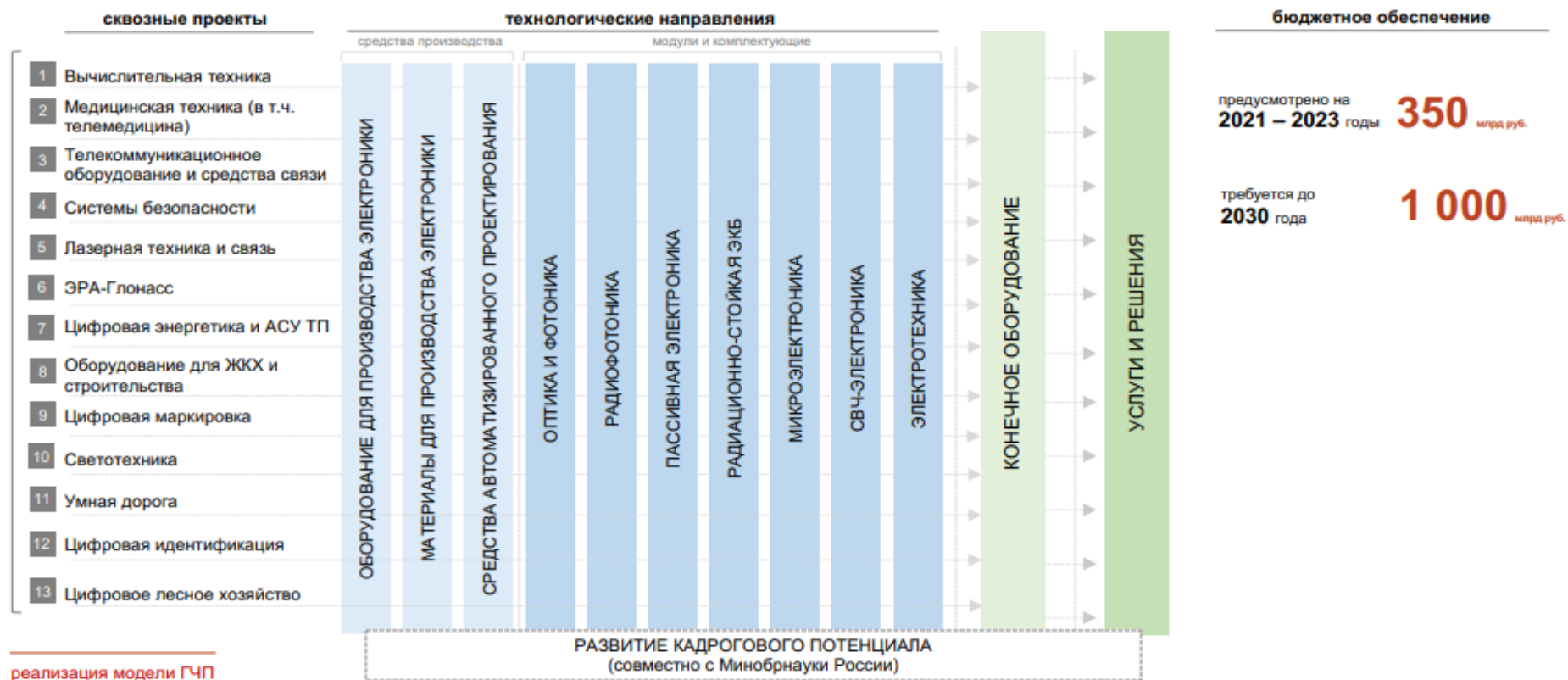
---

«Это комплекс мероприятий, включающий разработку и организацию производства радиоэлектронной продукции, в том числе создание встроенного программного обеспечения (ПО), адаптацию существующего ПО и вывод продукции на рынок» – Шпак В.В.

**ЦЕЛЬ СКВОЗНЫХ ПРОЕКТОВ – ОПЕРАТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЯ В ОБЛАСТИ ОТРАСЛЕВОЙ РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ.**



# СКВОЗНЫЕ ПРОЕКТЫ КАК МЕХАНИЗМ РЕАЛИЗАЦИИ СТРАТЕГИИ И ГОСПРОГРАММЫ РАЗВИТИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



# ПРИМЕР СКВОЗНОГО ПРОЕКТА В «ПОЗАПРОШЛОЙ» ПАРАДИГМЕ

## Сотовый телефон стандарта IS-95A (CDMA), 2001 год

С доступом к гражданским сетям связи. Аналог фирмы Qualcomm.



## СБИС: K1238XD1T

- *Сигнально-кодовые конструкции стандарта IS-95A*
- *Напряжение источника питания 3.3В*
- *Температура эксплуатации от -60 до +85 °С.*
- *Технология КМОП 0.35 мкм с пониженным потреблением энергии*
- *Размеры корпуса вместе с выводами 21,4 x 21,4 мм, кристалла - 5,3 x 5,4 мм*
- *Число вентиляей 105159, объем различной памяти 60 кбит*

### ДОСТОИНСТВА

- Жесткий контроль целевого использования средств
- Максимально возможный доступ к «закрытым» технологиям и исполнителям
- Волонтаристские решения – возможности создания СБИС в рамках проекта

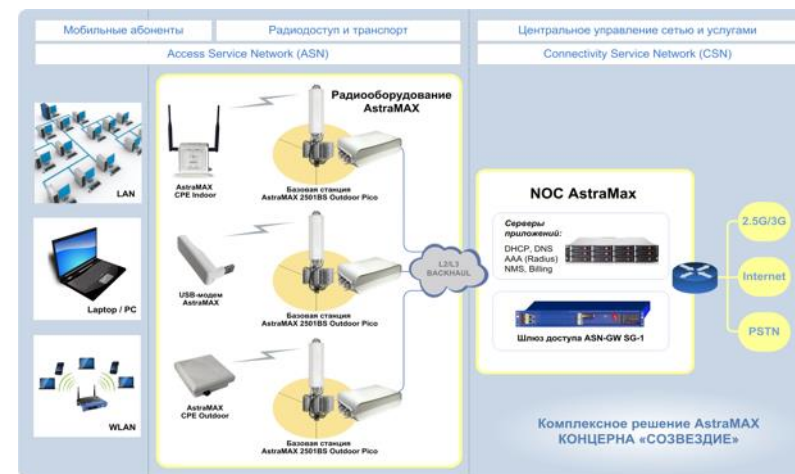
### НЕДОСТАТКИ

- Создана часть системы связи
- Закрытый проект
- Высокая себестоимость
- Ограниченная кооперация
- Ограничения научно-производственной базы
- Нет задачи продаж на открытом рынке

# ПРИМЕР СКВОЗНОГО ПРОЕКТА В «ПОЗАПРОШЛОЙ» ПАРАДИГМЕ

## Система связи WiMAX, 2011 год

Локализация компонентов системы  
и организация серийного производства



### ДОСТОИНСТВА

- Создана и испытана система связи
- Открытый проект
- Есть поддержка технического перевооружения со стороны государства
- Научно-производственная база не ограничена
- Решены базовые вопросы организации конкурентоспособного серийного производства

### НЕДОСТАТКИ

- Рынок не согласован и не гарантирован
- Требования проекта не согласованы с конечным потребителем и могут быть изменены без участия разработчика
- Пассивное участие в международной кооперации
- Критические компоненты не создаются, маржа ограничена внешними условиями
- Задача разработки и продажи поставлена только разработчику аппаратуры. Нет механизмов продвижения сквозного проекта
- Серийное производство не окупает затраты проекта

# НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОРИЕНТИРЫ



	БЫЛО	СТАЛО	БУДУЩЕЕ
<b>СТАНДАРТ</b>	Международный. Создан локально, как инициатива 1-го.	<b>Международный. Создается совместными усилиями мирового сообщества (через институты стандартизации - 3GPP и ITU). Стратегическое планирование. Инициатива многих.</b>	
<b>АРХИТЕКТУРА</b>	Аналоговое радио и цифровой модем. Телефонные сети ОП.	Программно-определяемое радио (SDR) IP-сети (ALL-IP Network).	<b>Программно-определяемое радио. Программно-определяемые сети (SDN) и технологии виртуализации (NFV).</b>
<b>РЕШАЕМЫЕ ЗАДАЧИ</b>	Переход от аналоговых систем к цифровым. Передача данных.	Эффективное использование частотного спектра. Высокоскоростная передача данных и мультимедиа.	<b>Рост мобильного трафика (сверхширокополосная связь и межмашинное взаимодействие). Значительное увеличение подключаемых устройств (IoT). Сокращение задержек. Новый спектральный диапазон.</b>
<b>ПЛАТФОРМЫ</b>	Специализированные. Созданы локально.	Специализированные. Поставляемые компоненты жестко привязанные к крупным производителям оборудования системы связи.	<b>Открытые/Программно-определяемые. Рост доли универсальных платформ. Специализированные программы на вычислителях с коммерческой архитектурой. Расширение участников, занимающихся поставками компонентов системы связи.</b>
<b>ЭКБ</b>	Созданные локально при наличии ТЗ.	В инициативном порядке, кто что может.	<b>Согласно Перечню критических компонентов.</b>

# ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОРИЕНТИРЫ



	БЫЛО	СТАЛО	БУДУЩЕЕ
<b>ЗАКАЗЧИКИ</b>	Государство	+ Локальный оператор	+ ТОП Операторы + Бизнес (Корпорации)
<b>РАЗРАБОТЧИК</b>	Государственное предприятие	+ Частное предприятие + Совместное предприятие	+ Распределенный Центр Технологических Компетенций (Институт Телекоммуникационных технологий)
<b>СОФИНАНСИРОВАНИЕ</b>	Отсутствовало	+ Разработчик + Локальный оператор	+ ТОП Операторы + Бизнес (Корпорации)
<b>КООПЕРАЦИЯ</b>	Ограничена	+ Внешние партнеры	+ Мировое сообщество
<b>УПРАВЛЕНИЕ</b>	Локальное. Централизованное	Совместное. Иерархическое	Распределенное горизонтальное с координационным центром
<b>ИНФРАСТРУКТУРА</b>	Закрытая	Локальная	Распределенная
<b>ЛОКАЛИЗАЦИЯ</b>	Собственными силами	+ С учетом локализации КД и ПД партнеров	+ Разработка Критических компонентов (ЭКБ, РЭА, ПО)
<b>СТАНДАРТИЗАЦИЯ И СЕРТИФИКАЦИЯ</b>	Отсутствовала	На уровне отдельных разработчиков	Государственная и корпоративная политика: ✓ Участие в международной стандартизации; ✓ Формирование отечественных стандартов; ✓ Создание отечественной сертификационной лаборатории.

# ОРГАНИЗАЦИЯ РАБОТ

ЦКП – Центр Коллективного Пользования  
СЛ – Сертификационная Лаборатория





# КЛЮЧЕВЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ

Для организации разработок сквозного проекта ЭКБ и ТКО необходимо:

1

Организовать Институт Телекоммуникационных Технологий с преимущественно горизонтальной структурой и гибкой технологией разработки (AGILE), основными функциями которого станут:

- координация отраслевого и межотраслевого взаимодействия
- анализ имеющихся технологических заделов
- формирование перечня критических компонентов
- координация и контроль разработок

2

Создать **распределенный кооперативный Центр Технологических Компетенций**, объединяющий ресурсы профильных институтов, вузов, предприятий МЭП и РЭП

3

Продолжить финансирование разработок всех ключевых компонентов сети 5G

4

Сформировать кадровый резерв

5

Активно участвовать в международных форумах по стандартизации, формировать отечественные стандарты

6

Рассмотреть возможность создания целевого **Оператора Программы**

# СКВОЗНОЙ ПРОЕКТ «ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И СРЕДСТВА СВЯЗИ» (СВЯЗЬ-ТКО)



## ЯКОРНЫЕ ПОТРЕБИТЕЛИ:

- Операторы
- Корпорации
- Индивидуальные абоненты
- Ведомства

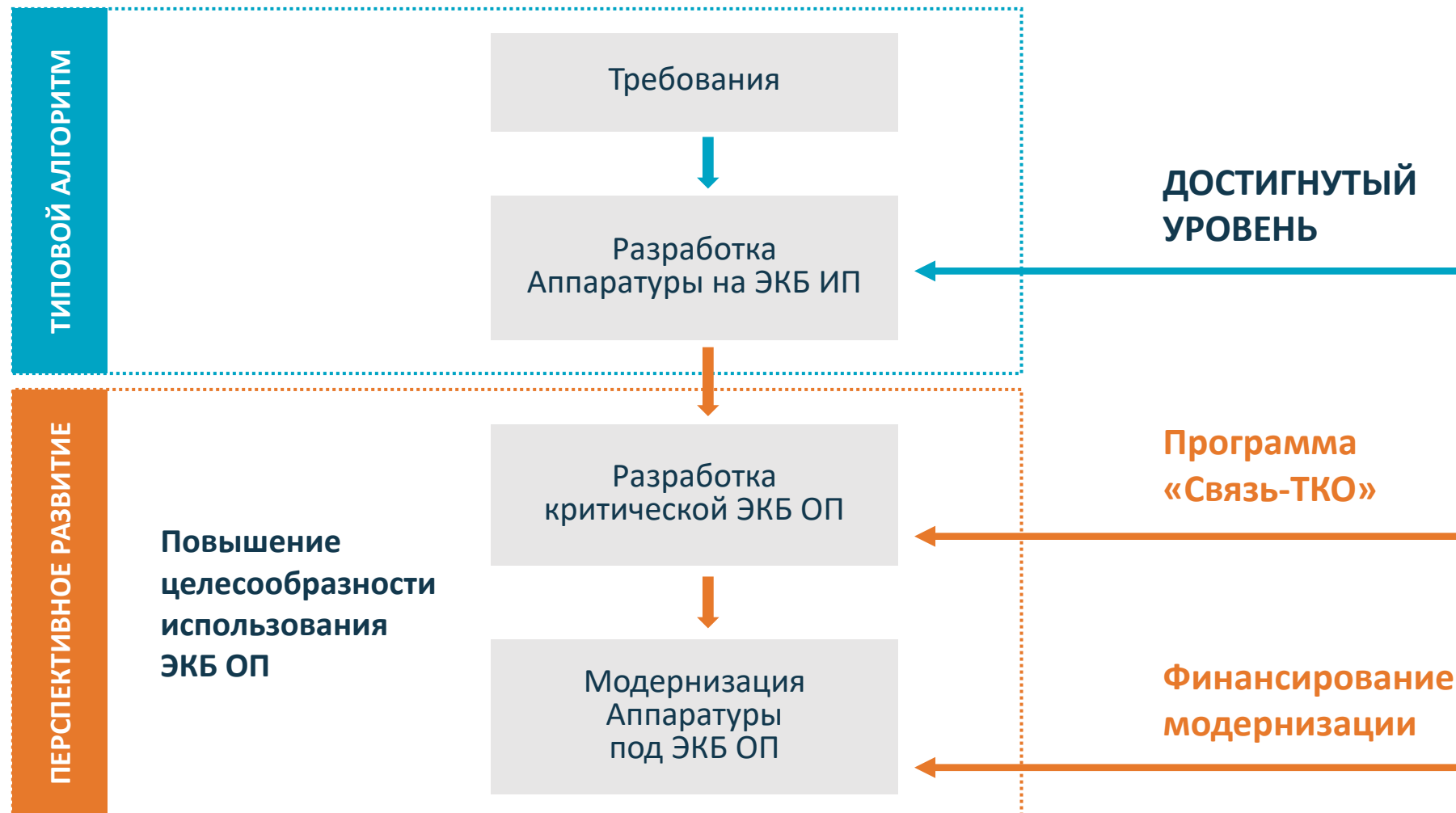
## КОНЦЕПЦИЯ РАЗВИТИЯ ЭКБ:

функциональное, конструктивное  
и технологическое развитие.

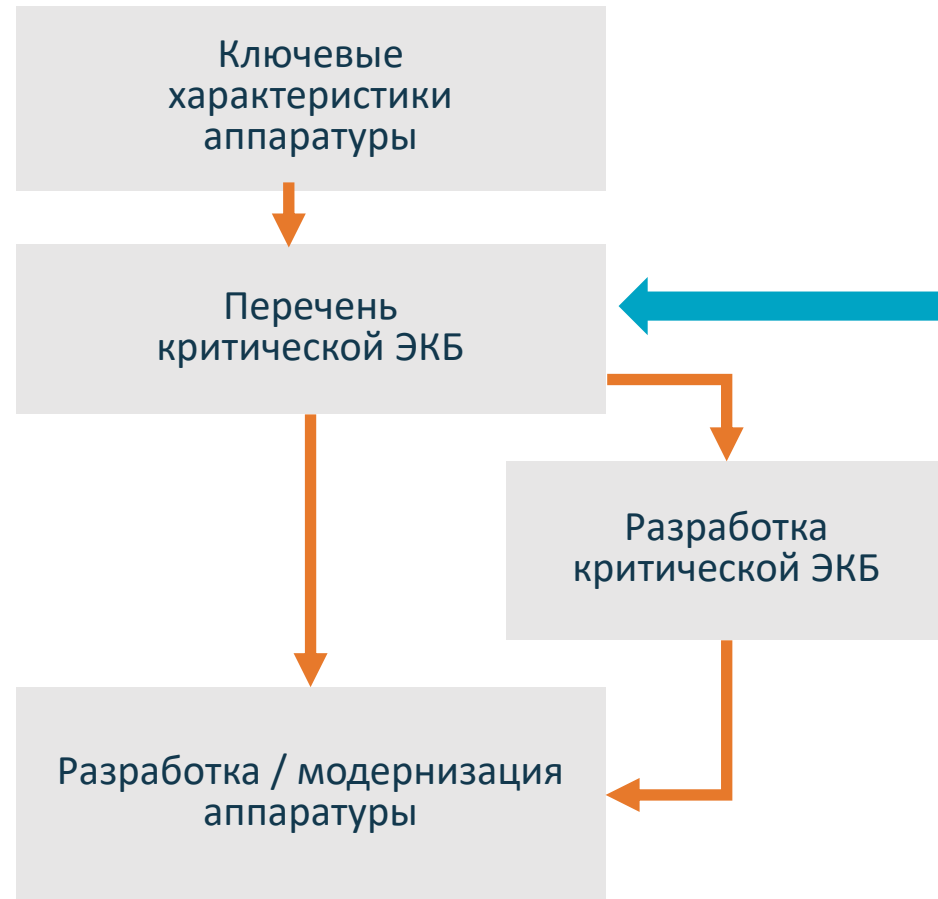
# ФОРМИРОВАНИЕ РЫНКОВ СБЫТА



# АЛГОРИТМ РАЗРАБОТКИ АППАРАТУРЫ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ



# РАЗРАБОТКА И/ИЛИ ЛОКАЛИЗАЦИЯ ЭКБ В РАМКАХ СКВОЗНЫХ ПРОЕКТОВ



### АЛГОРИТМ ФОРМИРОВАНИЯ ПЕРЕЧНЯ КРИТИЧЕСКОЙ ЭКБ/РЭА/ПО

---

Анализ технических требований к аппаратуре

---

Анализ алгоритмов аппаратуры, обеспечивающих функциональные характеристики, определение примерной архитектуры и требований к узлам / блокам / программным и аппаратным компонентам

---

**Унификация узлов / блоков** аппаратуры

---

**Определение требований** к ЭКБ

---

**Анализ имеющегося технологического задела**

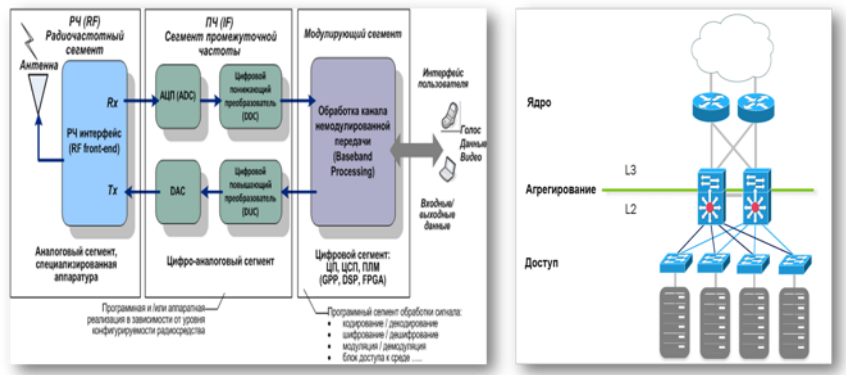
---

Анализ возможности и целесообразности изготовления ЭКБ на отечественных предприятиях

# ЦЕЛЕВЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЭКБ – ТРЕБОВАНИЯ К АППАРАТУРЕ

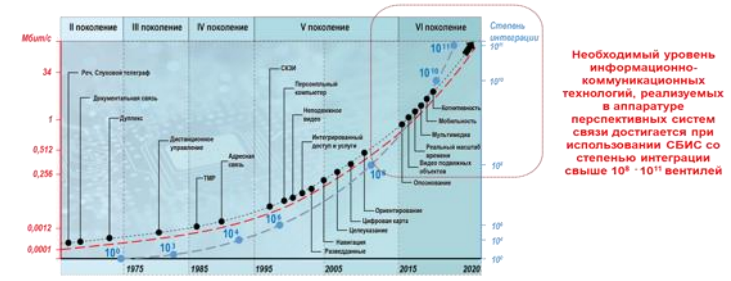
(на примере аппаратуры связи 6-го поколения связи ТЗУ ВС РФ)

## АРХИТЕКТУРА И СОСТАВ ОБОРУДОВАНИЯ



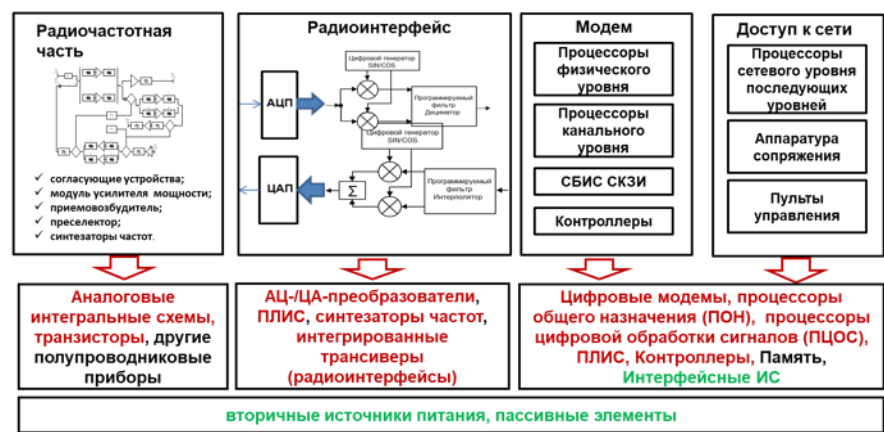
## СЕРВИСЫ ТКО И СТЕПЕНЬ ИНТЕГРАЦИИ ЭКБ

**Определение основных показателей и необходимого уровня микроэлектронной технологии**  
 Для решения современных задач при разработке аппаратуры систем связи 6-го поколения требуется степень интеграции СБИС  $\sim 10^{10}$  (28 нм)



**Необходимый уровень информационно-коммуникационных технологий, реализуемых в аппаратуре перспективных систем связи достигается при использовании СБИС со степенью интеграции выше  $10^8 \cdot 10^{11}$  транзисторов**

## СОСТАВ ПЕРЕЧНЕЙ И КЛАССИФИКАЦИЯ ЭКБ



## КЛЮЧЕВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ТРЕБОВАНИЯ

**Требования к высокотехнологичной ЭКБ для аппаратуры систем связи 6-го поколения**

- ✓ многоядерные процессоры с тактовой частотой 1,5-1,7 ГГц, архитектурой ARM+DSP, контроллер DDR3, контроллер параллельной асинхронной шины EMIF, порты McBSP или I2S, SPI, UART, I2C, умножитель тактовой частоты.
- ✓ микросхемы памяти RAM синхронная типа LPDDR объемом не менее 128 Мбайт.
- ✓ микросхемы памяти ROM Flash типа NAND объемом не менее 1Гбайт.
- ✓ микросхемы памяти NOR (последовательный интерфейс SPI) объемом не менее 128 Мбайт.
- ✓ СБИС со степенью интеграции выше  $10^8 \cdot 10^{11}$  типа «Система-на-кристалле», «Система-в-корпусе».
- ✓ АЦП - ЦАП 14 - 20 разрядов частотой преобразования до 500 МГц, SNR более 75дБ, SFDR более 90дБ, аддитивный джиттер до 100 fs, DNL меньше 0,5LSB, INL меньше 2LSB.
- ✓ ПЛИС объемом не менее 1 млн. транзисторов. Состав: не менее 4PLL, блочные двухпортовые ОЗУ не менее 16 шт. по 8 кбайт (не менее), встроенные аппаратные ядра.

1. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ: маршрут проектирования, операционная система и развитые библиотеки поддержки (chip support library, CSP);
2. АППАРАТНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ: эмуляторы, отладчики и опорные разработки;
3. ИНФОРМАЦИОННАЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДДЕРЖКА

В связи со значительными объемами разработанного специального программного обеспечения низкого уровня, для процессоров цифровой обработки сигналов и контроллеров при их размещении целесообразно использовать совместимые архитектуры.

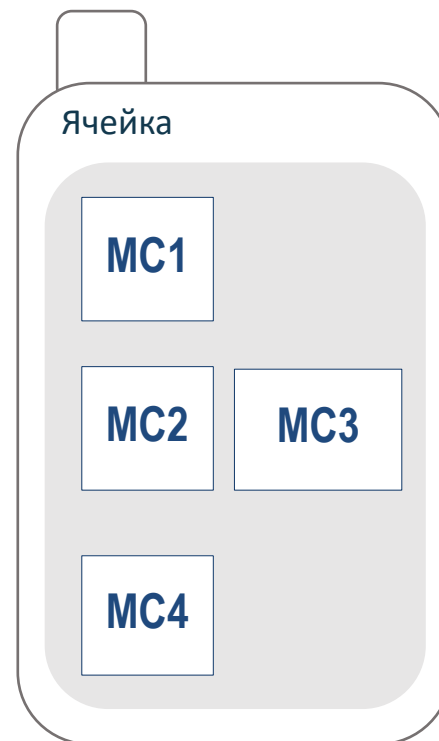
# «УМНАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ» – ПЕРЕХОД НА НОВЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ С УЛУЧШЕНИЕМ МАССОГАБАРИТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК

## ПЕРЕХОД К ПЕРЕДОВЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ «СБОРКИ»

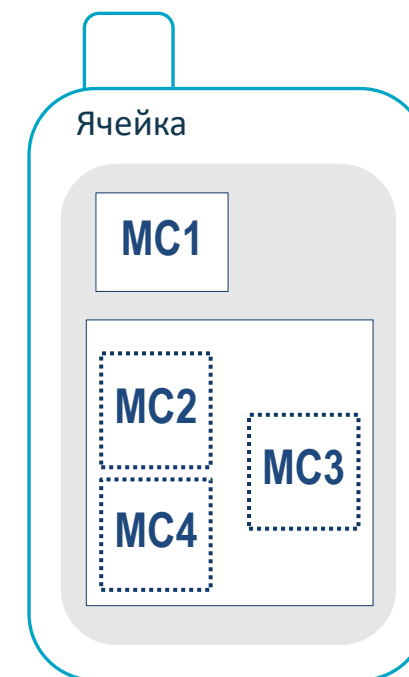
**3D-ИНТЕГРАЦИЯ** нескольких кристаллов в одну «систему-в-корпусе», которая может использовать как разрабатываемые, так и уже имеющиеся на внутреннем и внешнем рынках доступные бескорпусные компоненты.

- унификация компонентов
- рост доли отечественной ЭКБ
- улучшение массогабаритных характеристик
- возможности замещения компонентов **pin-to-pin** при дальнейшей модернизации

## АППАРАТУРА до модернизации



## АППАРАТУРА после модернизации



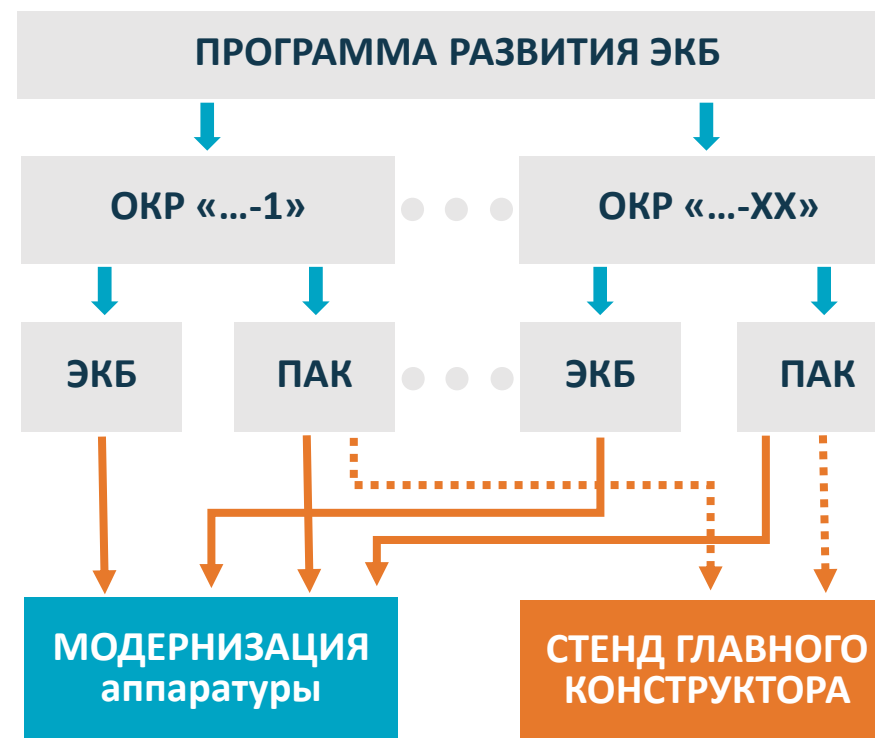
(\* ) МСх – микросхема или другой электронный компонент

# ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ, РАЗРАБОТЧИКОВ АППАРАТУРЫ ЭКБ И ПО - ОБЪЕДИНЕННЫЙ СТЕНД ГЛАВНОГО КОНСТРУКТОРА

В ходе выполнения **каждого** ОКР Программы предусмотрена разработка и изготовление программно-аппаратного комплекса (ПАК).

В рамках **ПАК** выполняется программирование, тестирование и конфигурирование отдельного компонента ЭКБ для целевой разрабатываемой аппаратуры.

ПАК всех ОКР интегрированы в **Стенд Главного Конструктора**, с помощью которого производится интеграция компонентов в целевую систему.



**Разработчик аппаратуры участвует в проектировании ЭКБ.  
Заказчик Системы финансирует Сквозной проект.**



# ВЫВОДЫ

---



**Востребована комплексная программа развития ЭКБ - «Связь-ТКО», что соответствует концепции Сквозных проектов.**

- ✓ Государство должно стремиться гарантировать долю рынка ТКО отечественного происхождения.
- ✓ Игроки рынка – **участники сквозного проекта** должны стремиться принимать участие в **софинансировании разработок и проектировании компонентов систем.**

# ПЛАНЫ

---

**Расширяем возможности** (строим два «моста» интеграции ЭКБ – «системы-на-кристалле» и «системы-в-корпусе»)

**Управляем себестоимостью** (развиваем сборку в «пластик»)

**Захватываем новые рынки** (для перехода на новые частотные диапазоны и новые параметры силовых устройств внедряем актуальные технологии, например GaN)

**Повышаем скорость передачи информации** (создаем оптические компоненты)

**Повышаем скорость вычислений и решаем вопросы криптографии будущего** (повышаем информированность о компонентах квантовых компьютеров).

вчера - «железо», сегодня - «софт»  
вчера - «блок», сегодня - «модуль»  
вчера - «модуль», сегодня - «чип»  
вчера - «ток», сегодня - «свет»  
вчера - «бит», сегодня - «кубит»



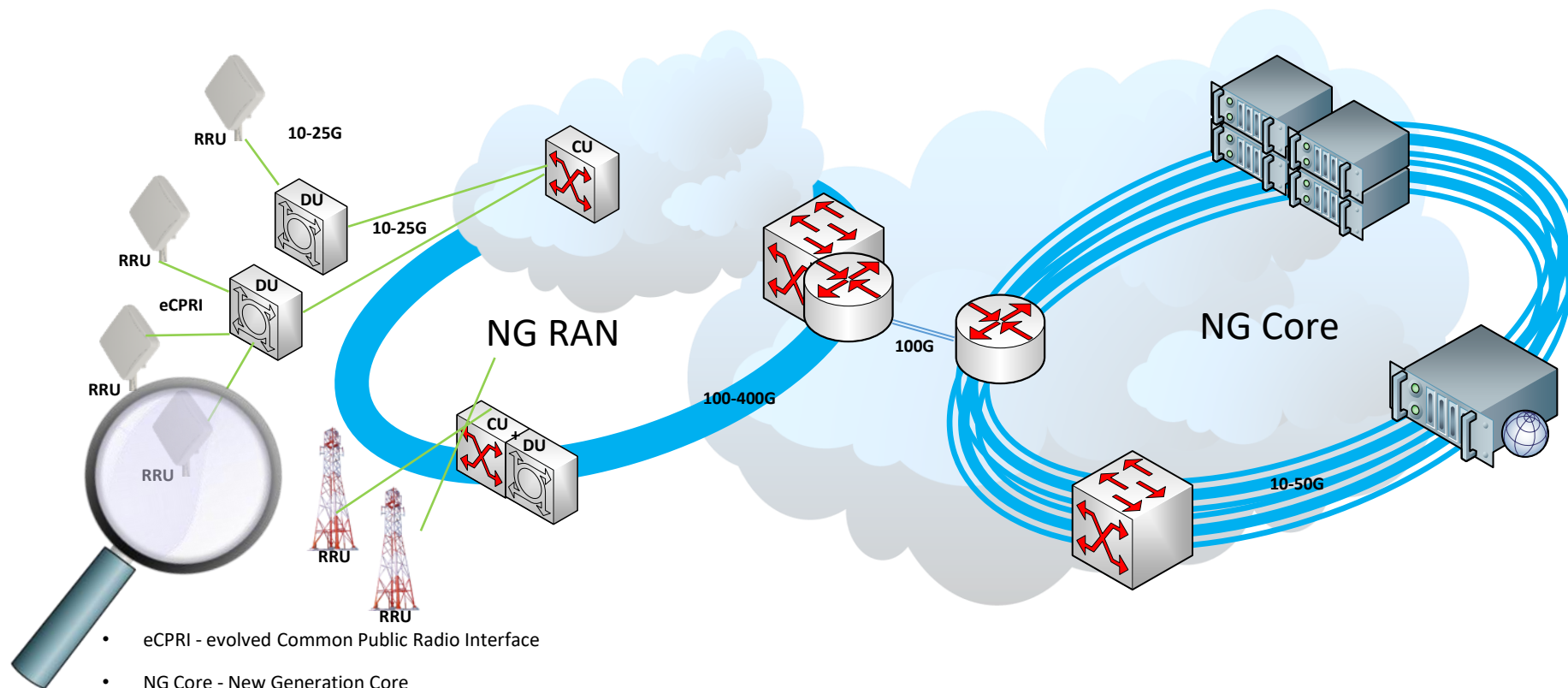
## Что – завтра?

**То, что недоступно одному уму, доступно многим единомышленникам.**

# Проект 5G

The background features a complex network of thin white lines connecting various nodes, some of which are highlighted with small blue and white dots. The overall aesthetic is clean and futuristic, typical of a technology-themed presentation.

# АРХИТЕКТУРА СЕТИ 5G И ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ОКОНЕЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ



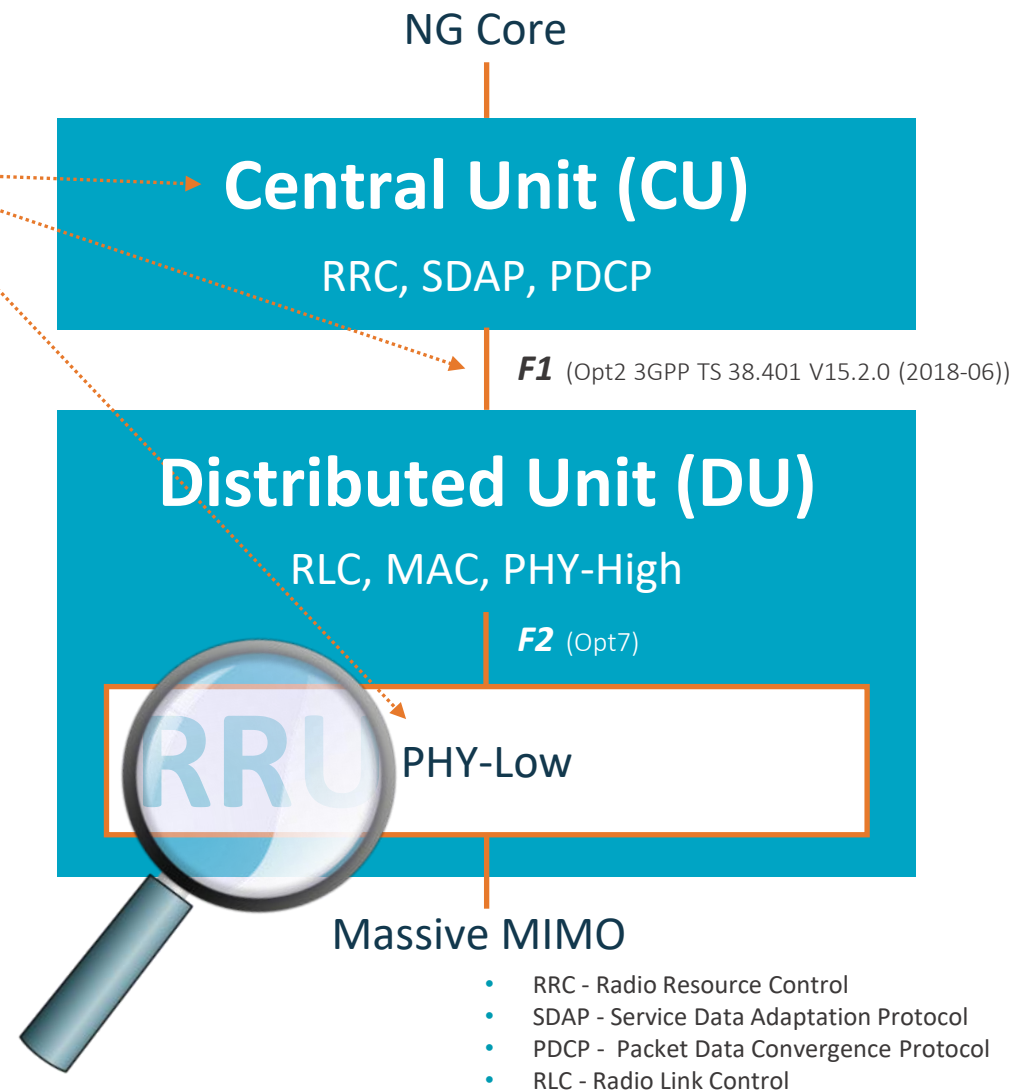
**Оборудование инфраструктуры:** блоки RRU, Вычислители CU

**Оконечное оборудование:** Блоки питания; Модули Интернета вещей; Модули специализированных систем доступа: LPWAN, V2X.

# АРХИТЕКТУРА БАЗОВОЙ СТАНЦИИ 5G - gNodeB

## Разрабатываемая отечественная критическая ЭКБ

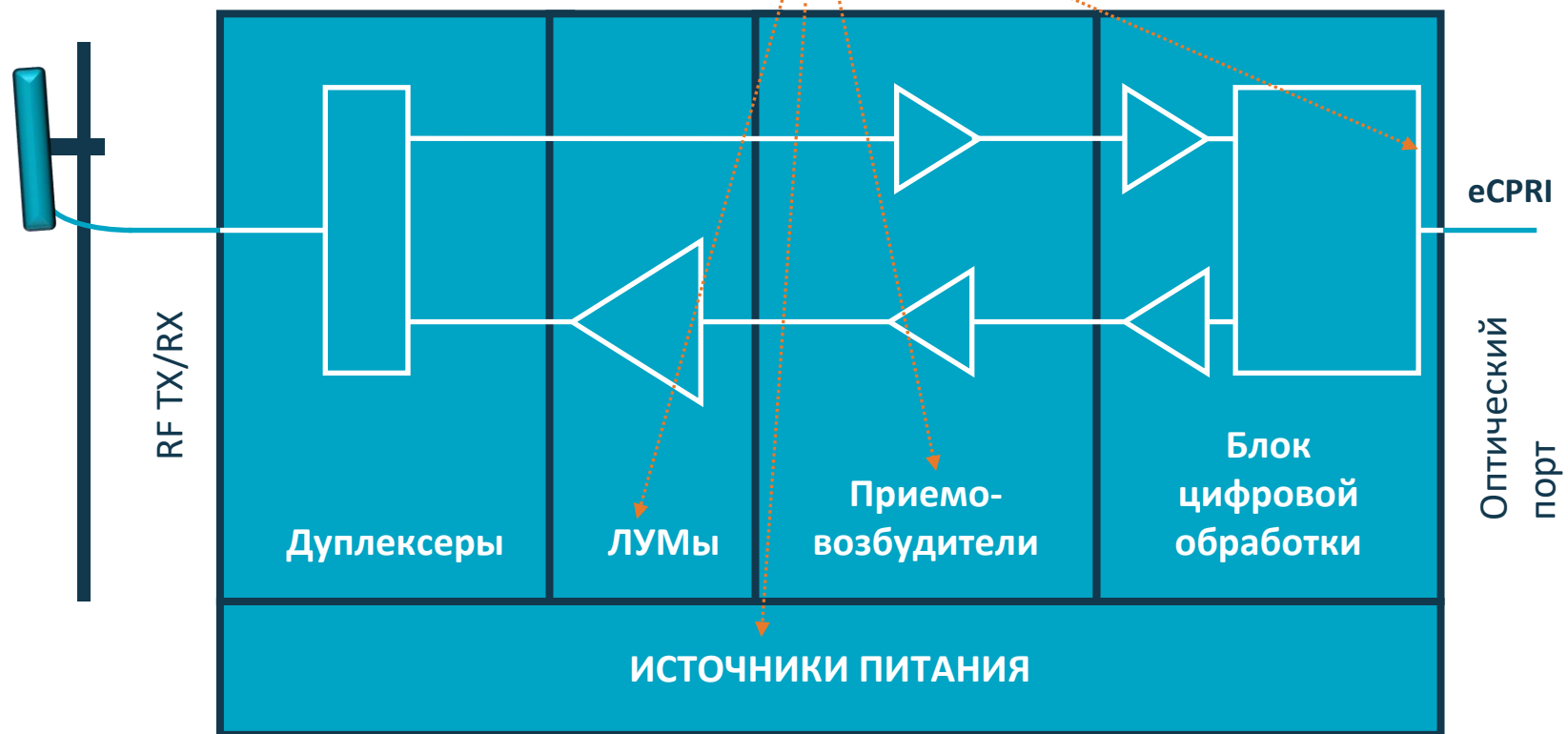
- ✓ Многоядерные процессоры от МЦСТ, Элвис
- ✓ Процессоры ЦОС от НИИЭТ
- ✓ ПЛИС от СКТБ Электроника
- ✓ Встраиваемые контроллеры от НИИЭТ, Миландр
- ✓ RF-компоненты от НИИЭТ, ЗНТЦ, НИИМА Прогресс
- ✓ 3D-интеграция от НИИЭТ, ЗНТЦ, GSNanotech
- ✓ Сборка в “пластик” от GSNanotech, НИИЭТ
- ✓ Навигация от НИИМА Прогресс, Элвис
- ✓ Силовая электроника от НИИЭТ, ЗНТЦ
- ✓ Оптика от ЗНТЦ



# ЛОКАЛИЗАЦИЯ RRU НА ОСНОВЕ ЭКБ ОП



Модернизируемая / Разрабатываемая отечественная критическая ЭКБ

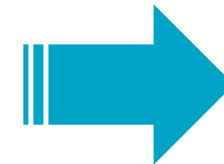


• eCPRI - evolved Common Public Radio Interface

# ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ RRU КАК ОСНОВА ФОРМИРОВАНИЯ ТРЕБОВАНИЙ К ЭКБ

## Требования к RRU

НАИМЕНОВАНИЕ	ЗНАЧЕНИЕ
Диапазон частот	FR1: 3,4 – 3,8; 4,8 – 4,999; FR2: 25,25 – 29,5 ГГц*
Ширина полосы частот	FR1: 5 – 100; FR2: 50 - 400 МГц
MIMO	4x4 Tx/Rx*
Мощность (пиковая)	4x20 Вт*
Виды модуляции	BPSK, QPSK, 16-, 64-, 256 QAM
Чувствительность приемника 5МГц	не хуже -90 дБм*
Чувствительность приемника 100МГц	не хуже -76 дБм*
Блокирование	-20 дБм
Интерфейс подключения к gNB-DU	оптический порт CPRI (eCPRI)*
Потребляемая мощность	не более 350 Вт
Размеры	не более 500x350x200 мм
Масса	не более 15 кг
Температура эксплуатации	от -40 °С до +55 °С



**Требования  
к ЭКБ**

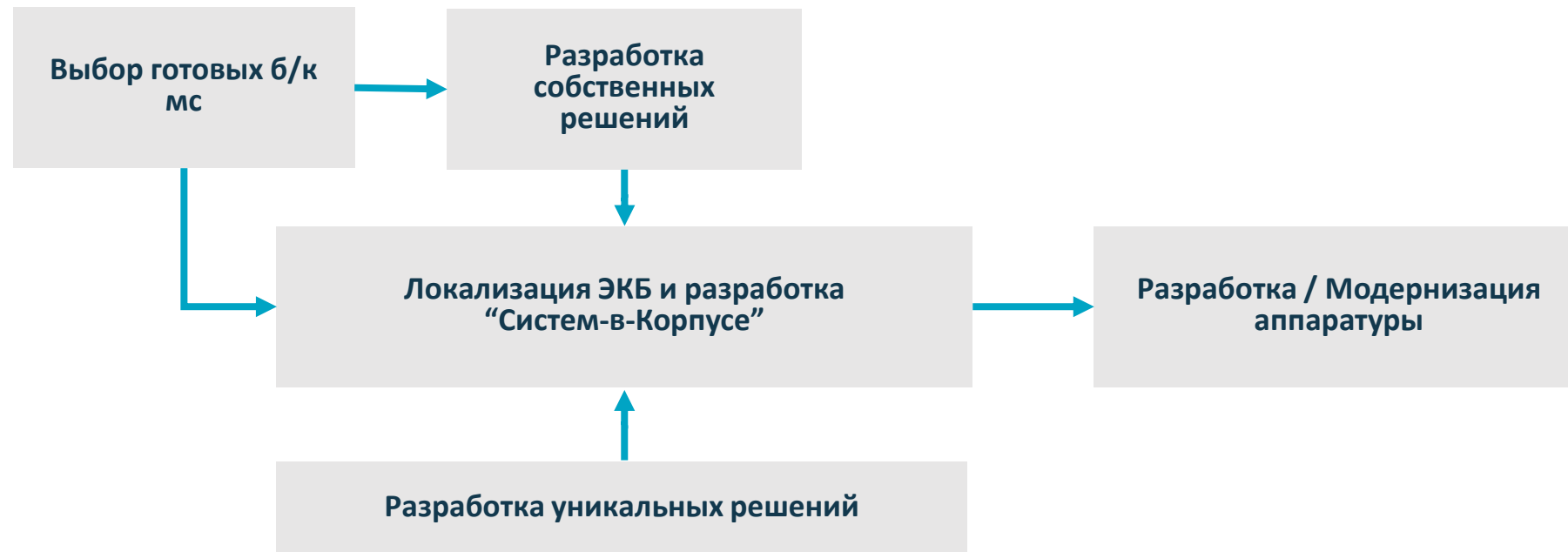
\*Параметры подлежат уточнению в ходе проекта

# ОСОБЕННОСТИ ЛОКАЛИЗАЦИИ ЭКБ ОКОНЕЧНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

## Направление разработки критических компонентов:

ЭМ и СвК доверенных систем и создание локализованной ЭкБ для NB-IoT и V2X

## Методология:







# СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ

АО «НИИЭТ»  
394033, Россия, г. Воронеж,  
ул. Старых Большевиков, д. 5

Тел: +7 (473) 222-91-70

E-mail: [niiet@niiet.ru](mailto:niiet@niiet.ru)

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