

«Интегральная фотонная компонентная база для высокоскоростных систем телекоммуникаций»

А.А. Ковалев – АО «ЗНТЦ»

П.С. Приходько – АО «Росэлектроника»

В.В. Светиков – ФГБУН ИОФ РАН

Мировые тренды развития производственных технологий

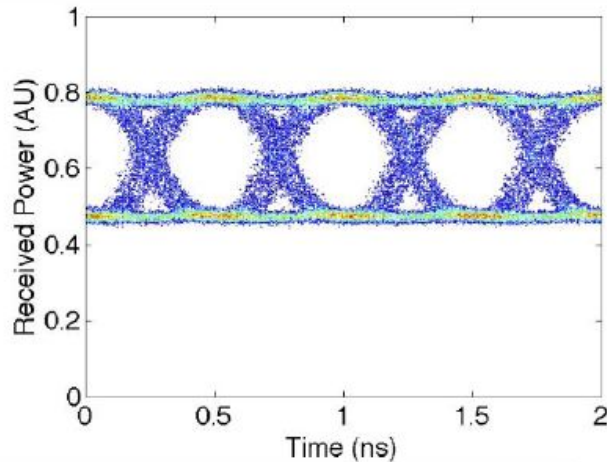
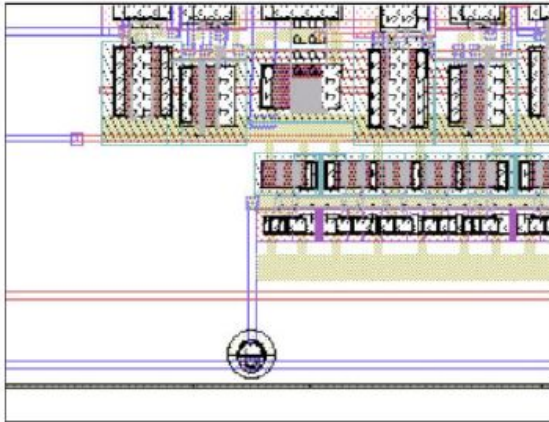
Базовые планарные фотонные технологии

Возможность прямой интеграции фотонных волноводов с КМОП

Moore's Law
Silicon Photonics
The Remaining Challenges

Filtering
Polarization
Modulation, Switching, and Control
Detection and Integration

Direct Integration with CMOS

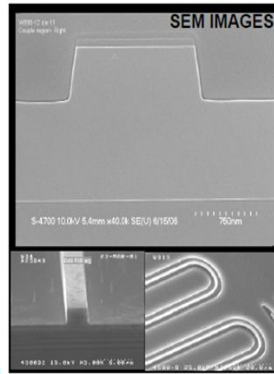
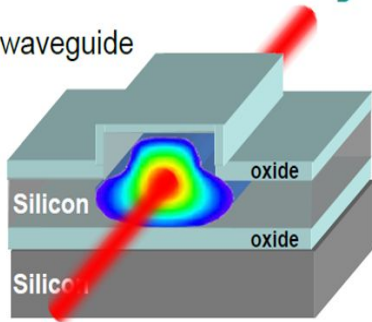


Results

- **Approach:** Integrated modulators directly into Sandia's CMOS process enabling dense, low-capacitance drive.
- **Results:** Successful integration with "error-free" operation at 2Gb/s, limited by CMOS speed.

Guiding Light with Si Waveguides

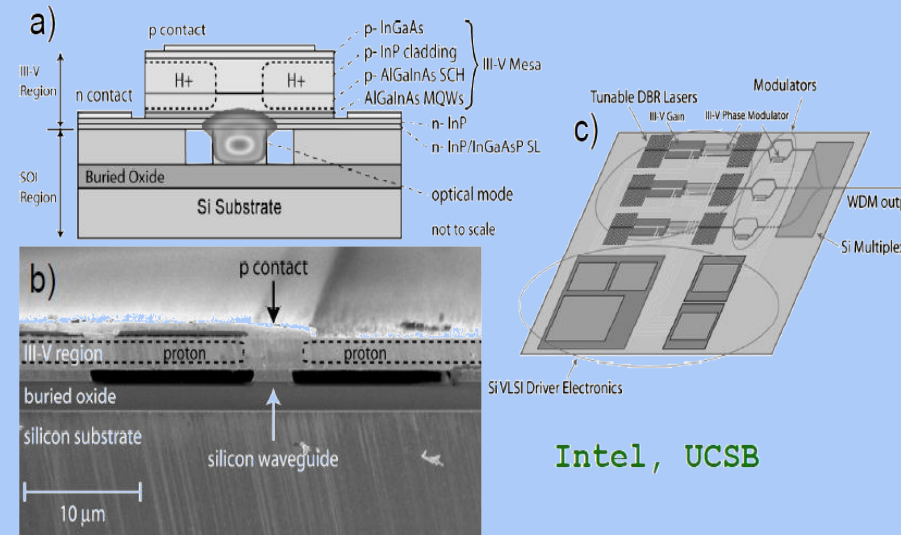
Rib waveguide



- Proven area for silicon -> CMOS processing
- High index = small structures
- Splitters, couplers, gratings, AWGs, modulators have all been demonstrated

Source: Mario Paniccia, Intel

ELECTRICALLY-PUMPED HYBRID LASER and IC LAYOUT



Intel, UCSB

Игроки на целевом рынке фотоники



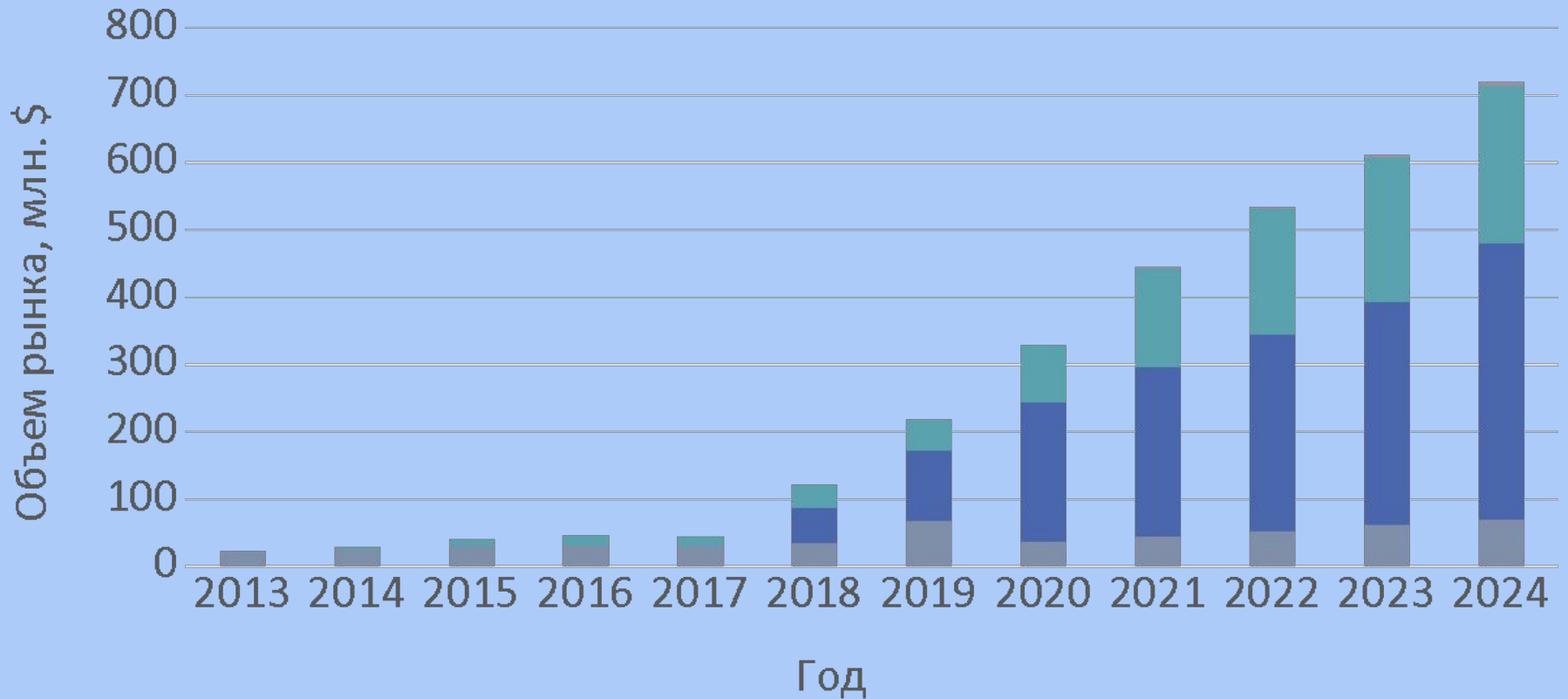
Silicon photonics players and their development status

(Source: Silicon Photonics for Data Centers and Other Applications 2016, October 2016, Yole Développement)



Анализ рынка кремниевой фотоники

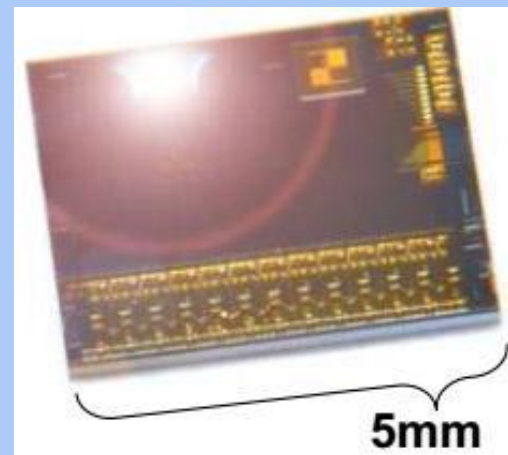
Структура рынка на 2013-2024 гг., млн. \$



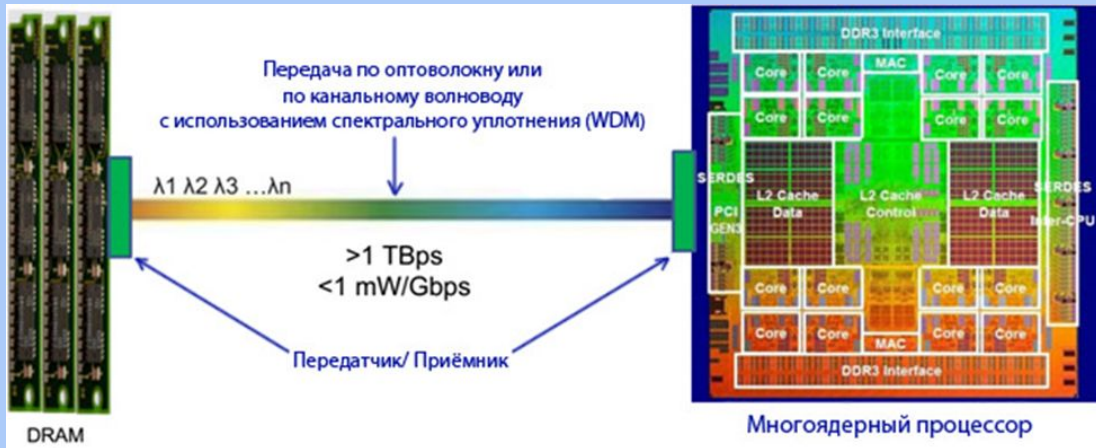
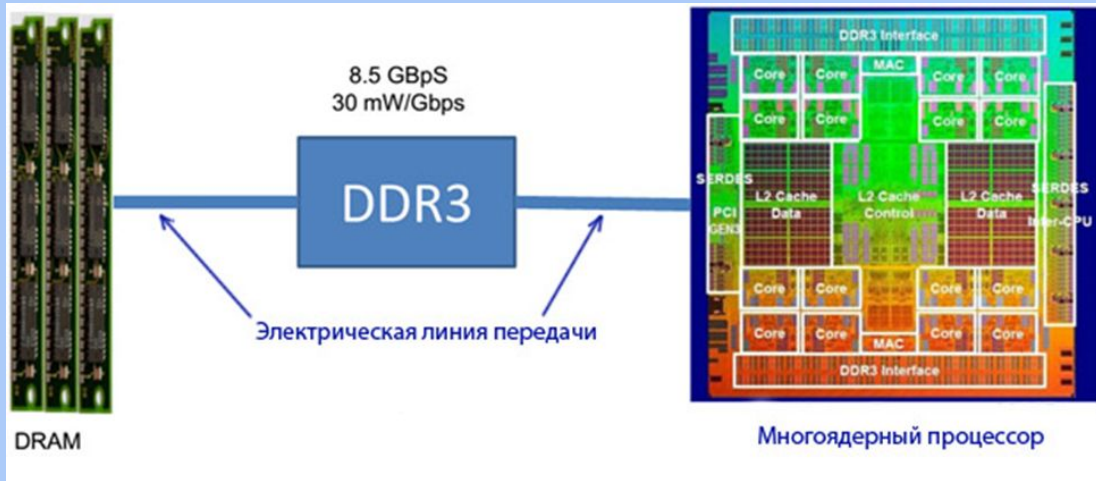
■ Другое ■ Телекоммуникации ■ Дата-центры ■ Суперкомпьютеры

Эволюция развития интегральной фотоники

Передающий оптический модуль



Эффективность применения интегральной фотоники



РАСПРЕДЕЛЕНИЕ СИСТЕМЫ ФИНАНСОВЫХ ИНСТИТУТОВ ПОДДЕРЖКИ

Институциональные инвесторы



- Подходы к разработке технологических приоритетов ДК Аэронет



АГЕНТСТВО
СТРАТЕГИЧЕСКИХ
ИНИЦИАТИВ



РБК

Цели и задачи ДК Аэронет-2035

(утв. 24.06.16 г. президиумом Совета по модернизации экономики и инновационному развитию России)

Образ будущего (2035 год)

Мощная диверсифицированная отрасль беспилотных авиационно-космических систем и услуг на их основе:

- Разработчики и производители БАС, МКА
- Поставщики комплектующих и решений (ПО, полезные нагрузки, системы управления и защиты)
- Сервисы B2G, B2B и B2C

\$35-40 млрд. в год, из них до 60% – экспорт
50000 занятых
производительность труда – \$ 0,7-0,8 млн. в год на человека

Сервисные компании работают в 5 крупнейших сегментах:

- ДЗЗ и мониторинг
- Сельское хозяйство
- Перевозка
- Поиск и спасание
- Космические с-мы

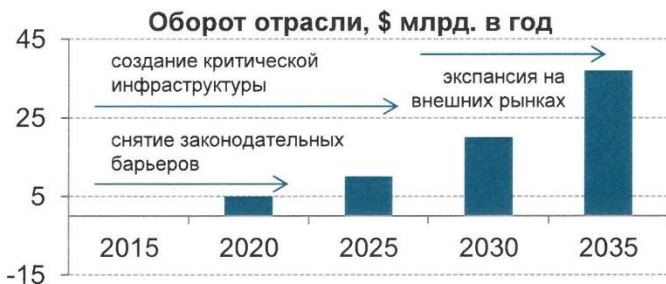
бизнес построен на основе самоорганизующихся, распределенных сетей БВС и МКА

Россия – крупный экспортер беспилотных систем, решений и сервисов:

Сегмент	Перевозка	Сельское хозяйство	ДЗЗ и мониторинг	Поиск и спасание
доля России на мировом рынке, %	35-40%	20-25%	15-20%	15-20%

Цель программы – достигнутое по **ключевым**

показателям видение будущего российской отрасли БАС и положения России на мировом рынке.



Задачи программы:

Развитие сегментов

- ДЗЗ и мониторинга
- Сельского хозяйства
- Перевозки грузов (в перспективе и людей)
- Поиска и спасания
- Космические системы

Технологии

- Инфраструктура:

Законодательство, Образование, Популяризация, Наземная и космическая инфраструктура

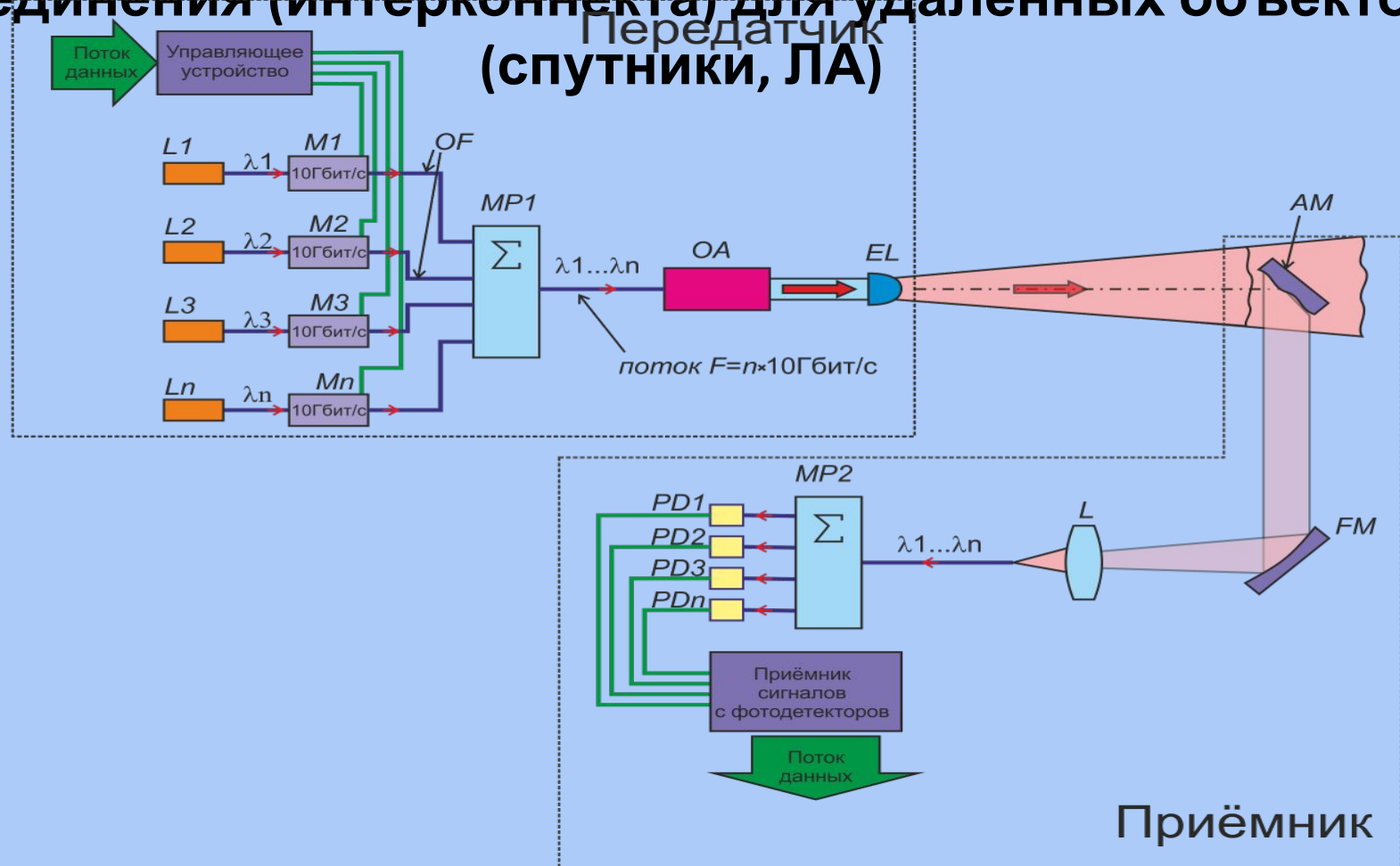
- **Технологические ограничения ДК
Аэронет**

- 1. Беспроводной канал связи, использующих отличную от радиочастотной коммуникационную среду (оптическую, акустическую, квантовую и пр.) с уровнем вероятности нарушения работы в результате радиопротиводействия $10E-10$
- 2. Технологии синтеза активных фазированных антенных решеток в элементах конструкции ЛА. Технологии

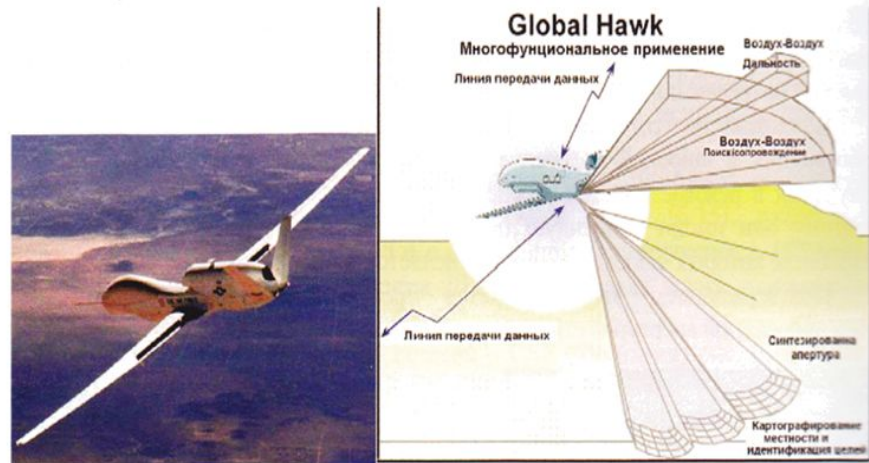
ФОТОНИКИ

Оптическое соединение

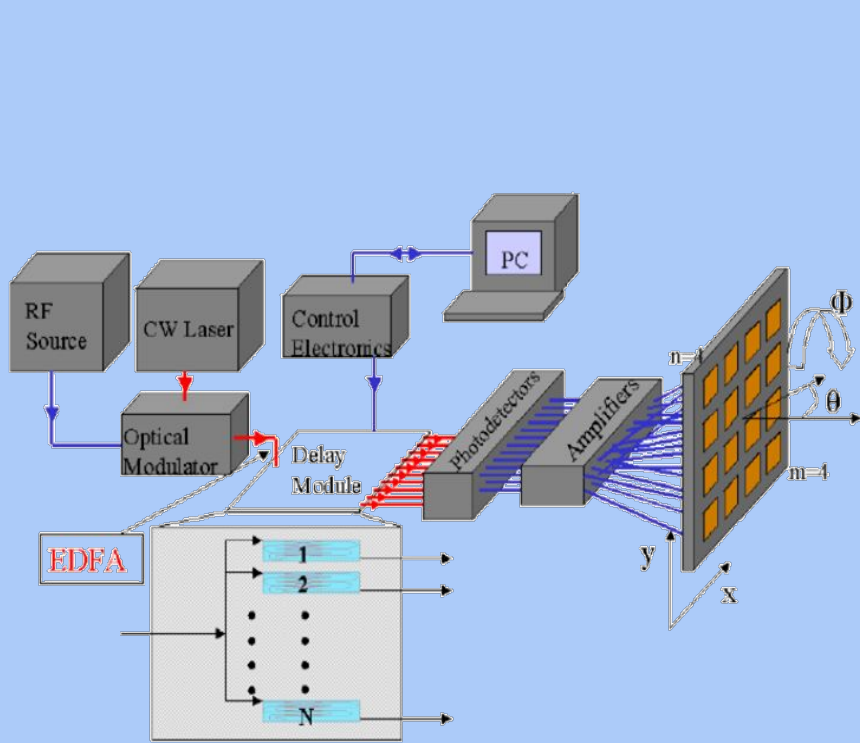
Проект архитектуры беспроводного оптического соединения (интерконнекта) для удалённых объектов



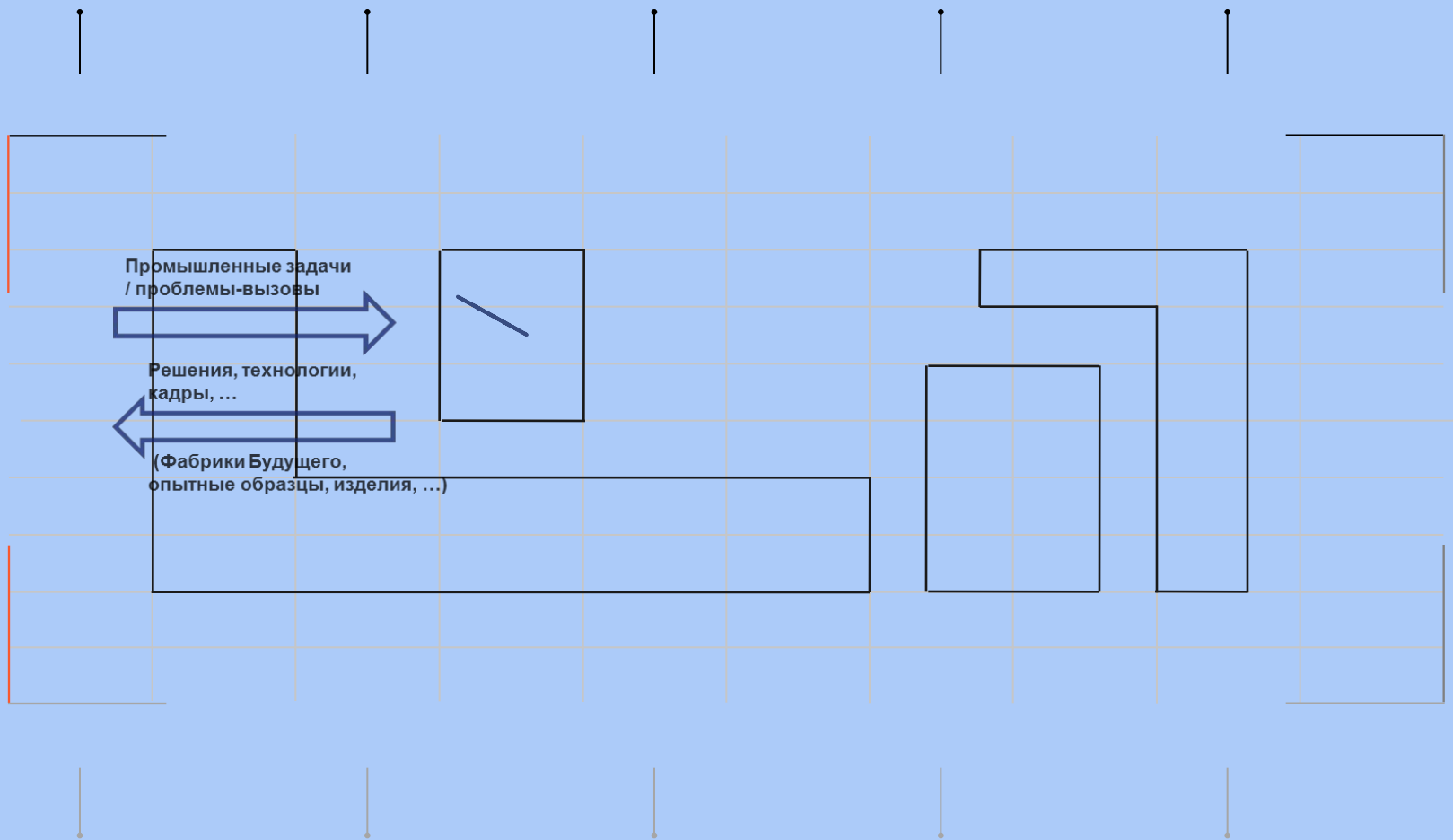
Приёмник



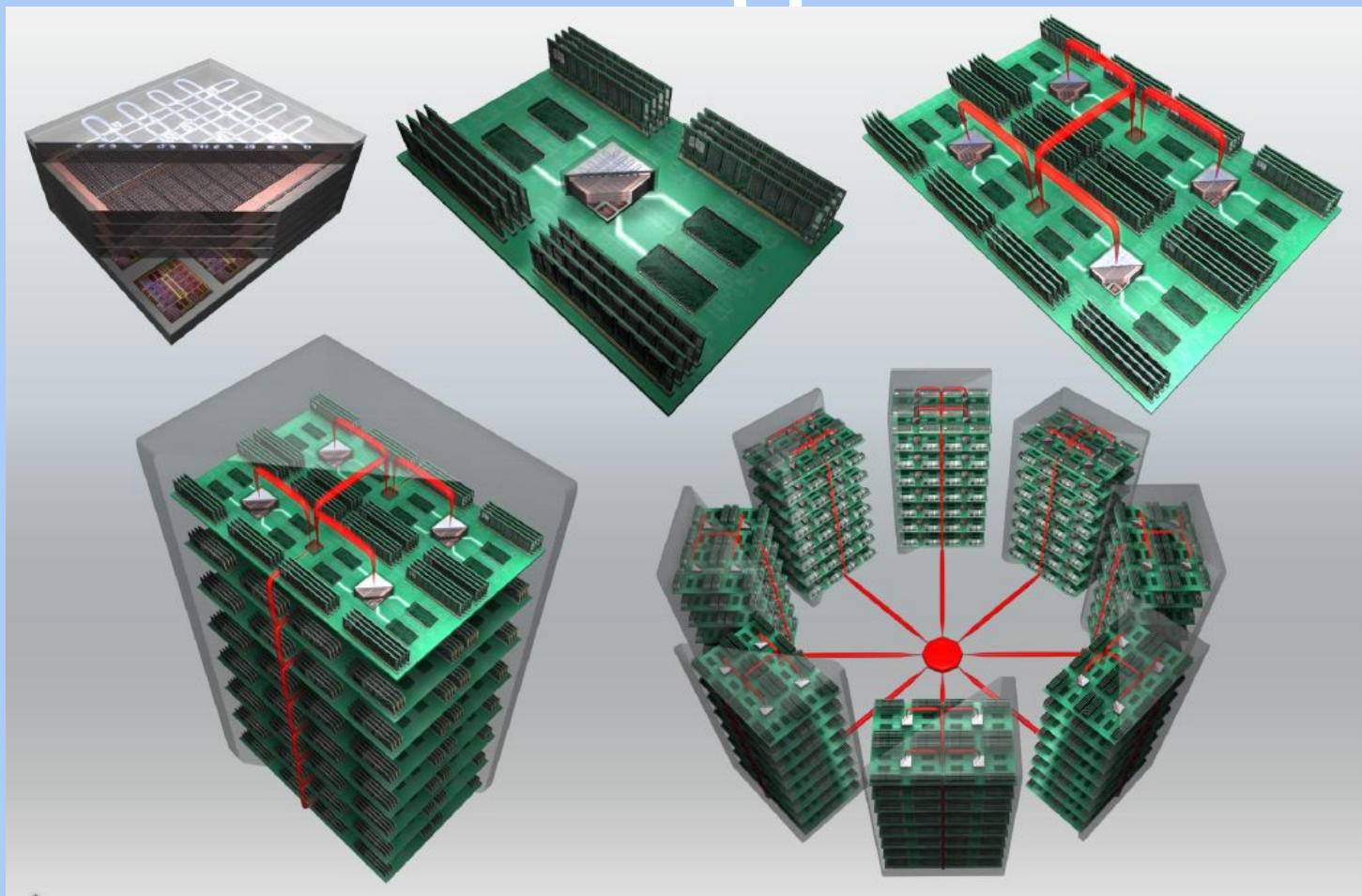
Внешний вид стратегического БПЛА RQ-4 Global Hawk (слева) и применение его многофункциональной АФАР (справа)



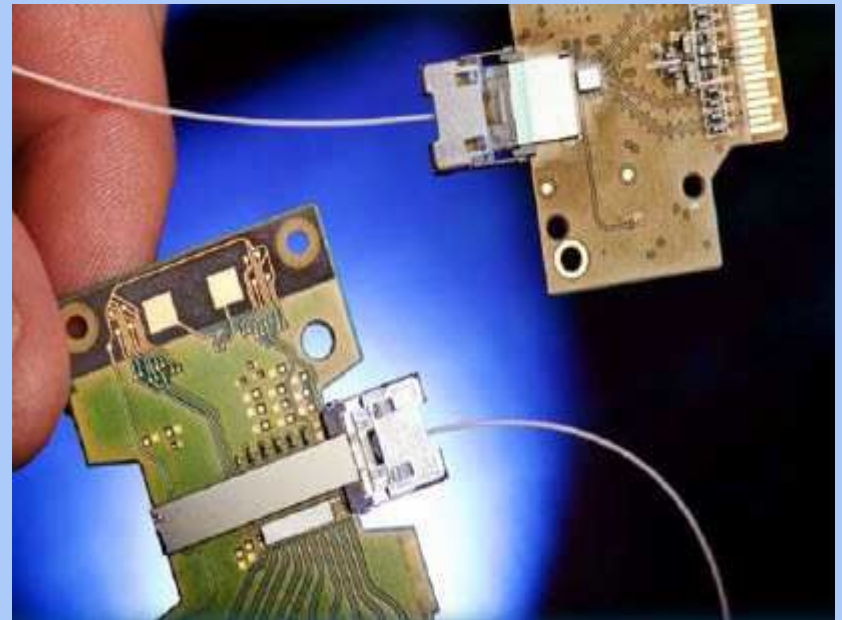
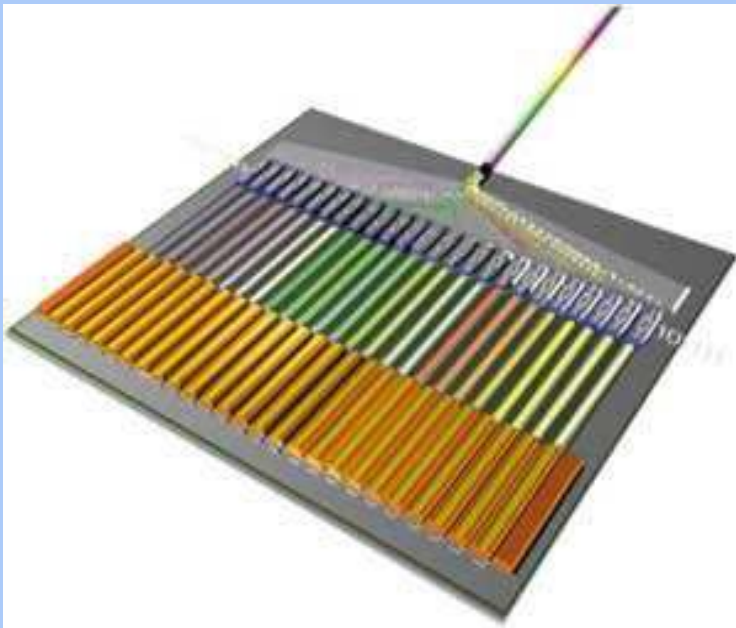
Schematic of the antenna system architecture for demonstrating the proposed true time delay devices.



Уровни системной иерархии фотонной коммуникации для больших данных



Приборы кремниевой фотоники



Проект ЗНТЦ и АО
«Росэлектроника»

Оптические одномодовые интегральные сплиттеры

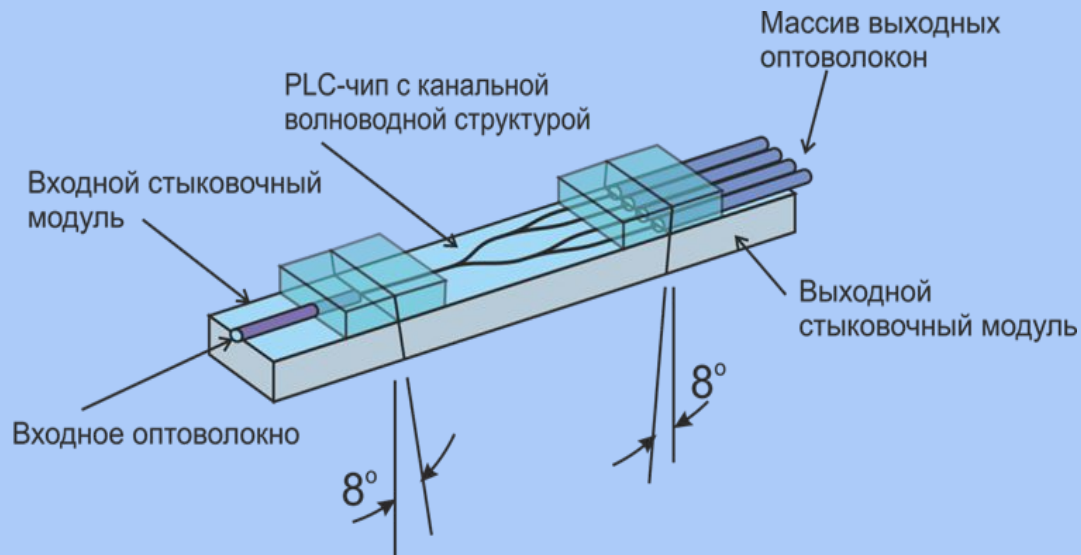
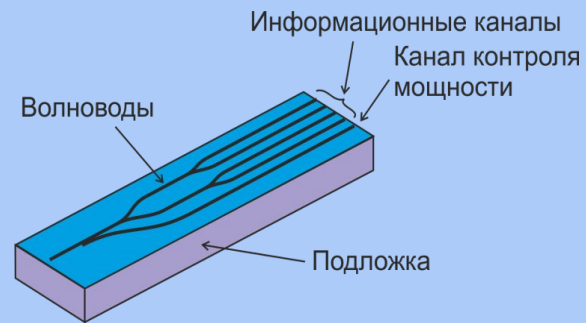
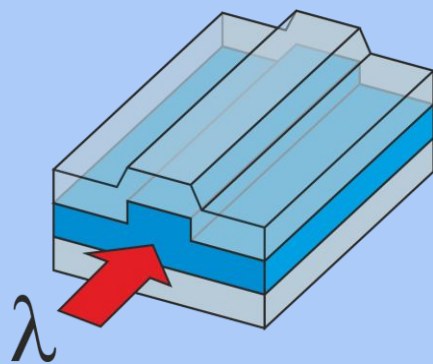
направление ДК
«наземная инфраструктура»,
«ДЗЗ и мониторинг»

Дорожная карта «Аэронет»

Полное название проекта

Разработка конструкции и технологии с
изготовлением прототипов оптических
интегральных PLC-разветвителей для

Конструкция планарного сплиттера

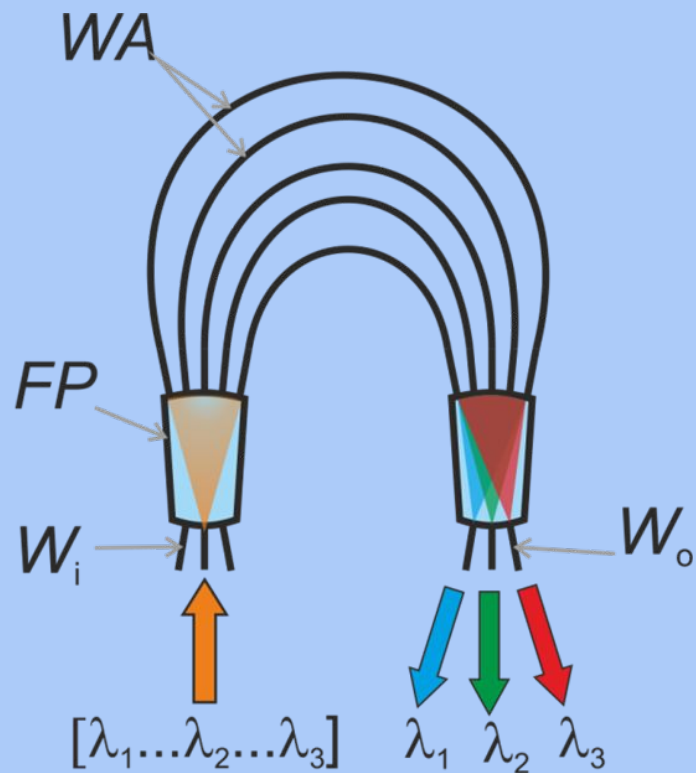


Проект ЗНТЦ и АО
«Росэлектроника»
**Мультиплексоры и
демультиплексоры**

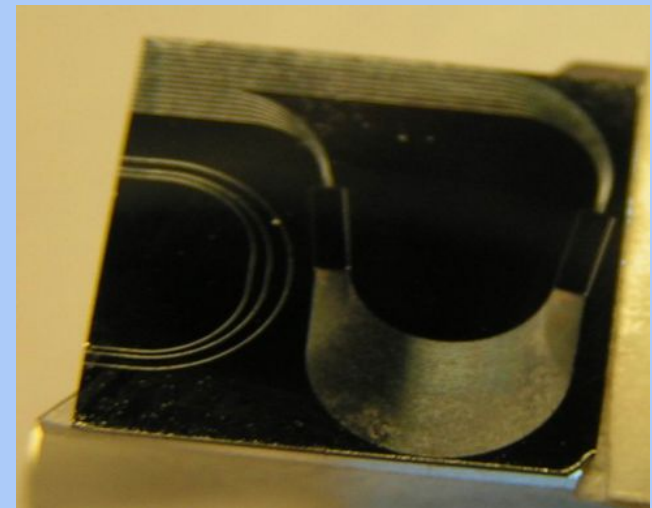
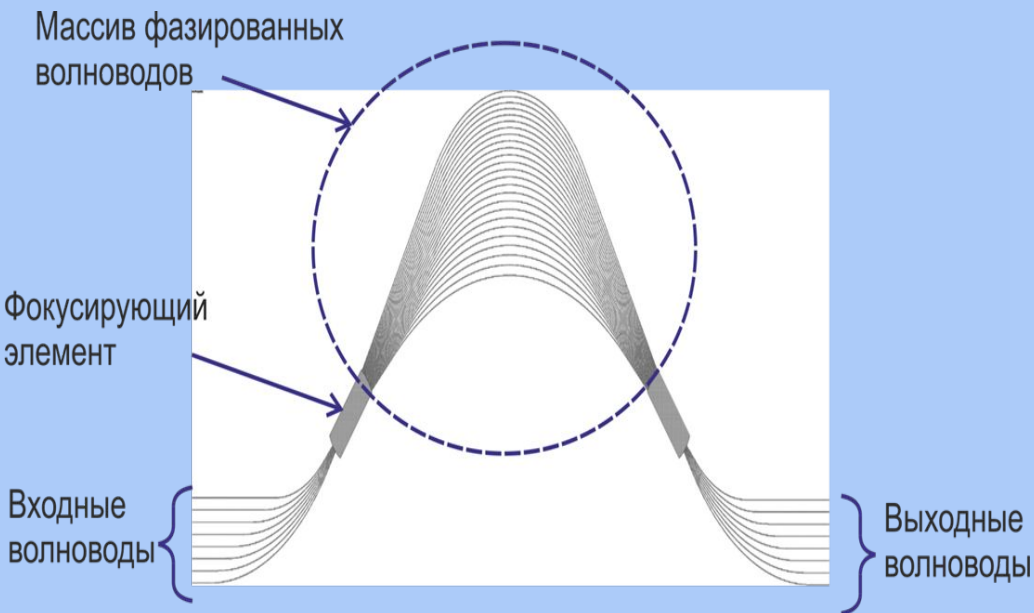
**Направление ДК
«наземная инфраструктура»,
«ДЗЗ и мониторинг»
Дорожная карта «Аэронет»
Полное название проекта**

Разработка и изготовление прототипов
оптических интегральных (де-)
мультиплексоров для WDM-систем с

Конструкция интегрального DWDM-мультиплексора на основе фазированной решётки



Конструкция и топология интегрального AWG-мультиплексора



Фотонная элементная база для систем связи и АФАР

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

ПРИХОДЬКО ПАВЕЛ СЕРГЕЕВИЧ

Главный специалист

АО «Росэлектроника»

psprikhodko@ruselectronics.ru

www.ruselectronics.ru