



# Спецстойкие микросхемы - взгляд в будущее.

Перспективные технологии и проекты по созданию ИМС для  
аппаратуры космического применения.

Директор по маркетингу  
Новоселов Алексей Юрьевич

**Санкт-Петербург**

**18.09.2019**

# История успеха

Начиная с 2014 года АО «ПКК Миландр» разработал и освоил в серийном производстве более **20 типов** различных спец. стойких микросхем.

Выручка компании по спец стойкой ЭКБ в 2018 году составила более **300 млн** рублей.

Потребителями спец стойкой ЭКБ являются более **50** предприятий



АО «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
КОМАНДНЫХ ПРИБОРОВ»



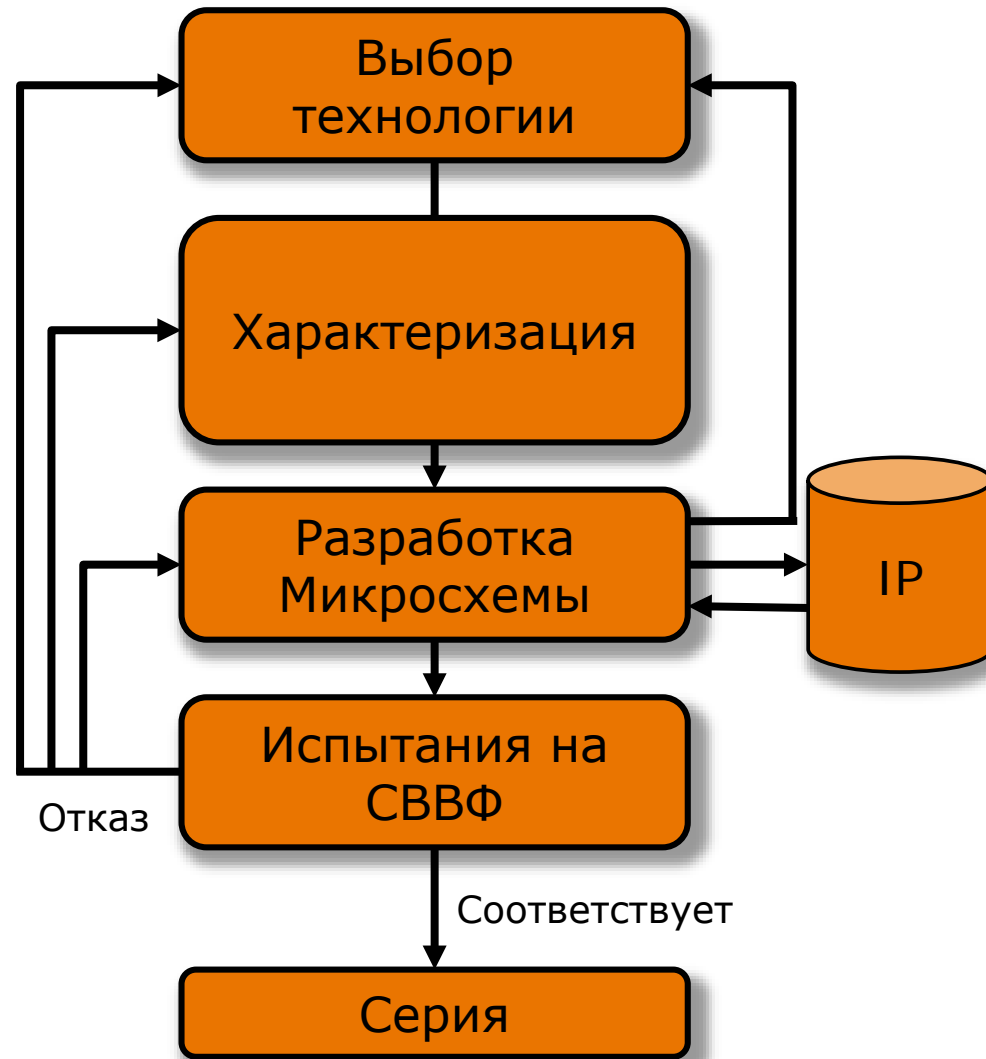
# История успеха

Микросхема	Назначение	7И1	7И6	7И7	7С1	7С4	7К11, 7К12	Статус
1986BE8T	32-х разрядный микроконтроллер	5Ус	6Ус	5Ус	5Ус	5Ус	66 МэВ*см <sup>2</sup> /мг	Серия
1923BK014	32-х разрядный микроконтроллер	4Ус	5Ус	6*4Ус	5Ус	5Ус	60 МэВ*см <sup>2</sup> /мг	Серия
1645PY5Y	ОЗУ 4 Мбит	4Ус	5Ус	2*5Ус	50*5Ус	13*5Ус	61 МэВ*см <sup>2</sup> /мг	Серия
1645PT3Y	Однократно программируемое ПЗУ 1 Мбит	4Ус	3*5Ус	6Ус	50*5Ус	10*5Ус	68 МэВ*см <sup>2</sup> /мг	Серия
1923KX014	64 канальный цифровой мультиплексор	4Ус	5Ус	1,2*5Ус	5Ус	5Ус	60 МэВ*см <sup>2</sup> /мг	Серия
1923KN014	64 канальный аналоговый мультиплексор	4Ус	3*4Ус	5Ус	5Ус	5Ус	60 МэВ*см <sup>2</sup> /мг	Серия
1923NB015	16 битный АЦП	4Ус	5Ус	5*4Ус	5Ус	5Ус	60 МэВ*см <sup>2</sup> /мг	Серия
1310NM025	Преобразователь угол-код	4Ус	5Ус	5*4Ус	4Ус	2*4Ус	60 МэВ*см <sup>2</sup> /мг	Серия
1310NH015	DC-DC источник питания до 2А	5Ус	5Ус	5Ус	5Ус	5Ус	60 МэВ*см <sup>2</sup> /мг	Испытания
1310EY015	ШИМ контроллер для DC-DC источников питания	4Ус	4Ус	4Ус	4Ус	4Ус	60 МэВ*см <sup>2</sup> /мг	Испытания
ГК385-П	Тактовый генератор до 60 МГц	4Ус	4Ус	4Ус	4Ус	4Ус	60 МэВ*см <sup>2</sup> /мг	Испытания
1986BE81T	32-х разрядный микроконтроллер	5Ус	6Ус	5Ус	50*5Ус	5Ус	-	Испытания

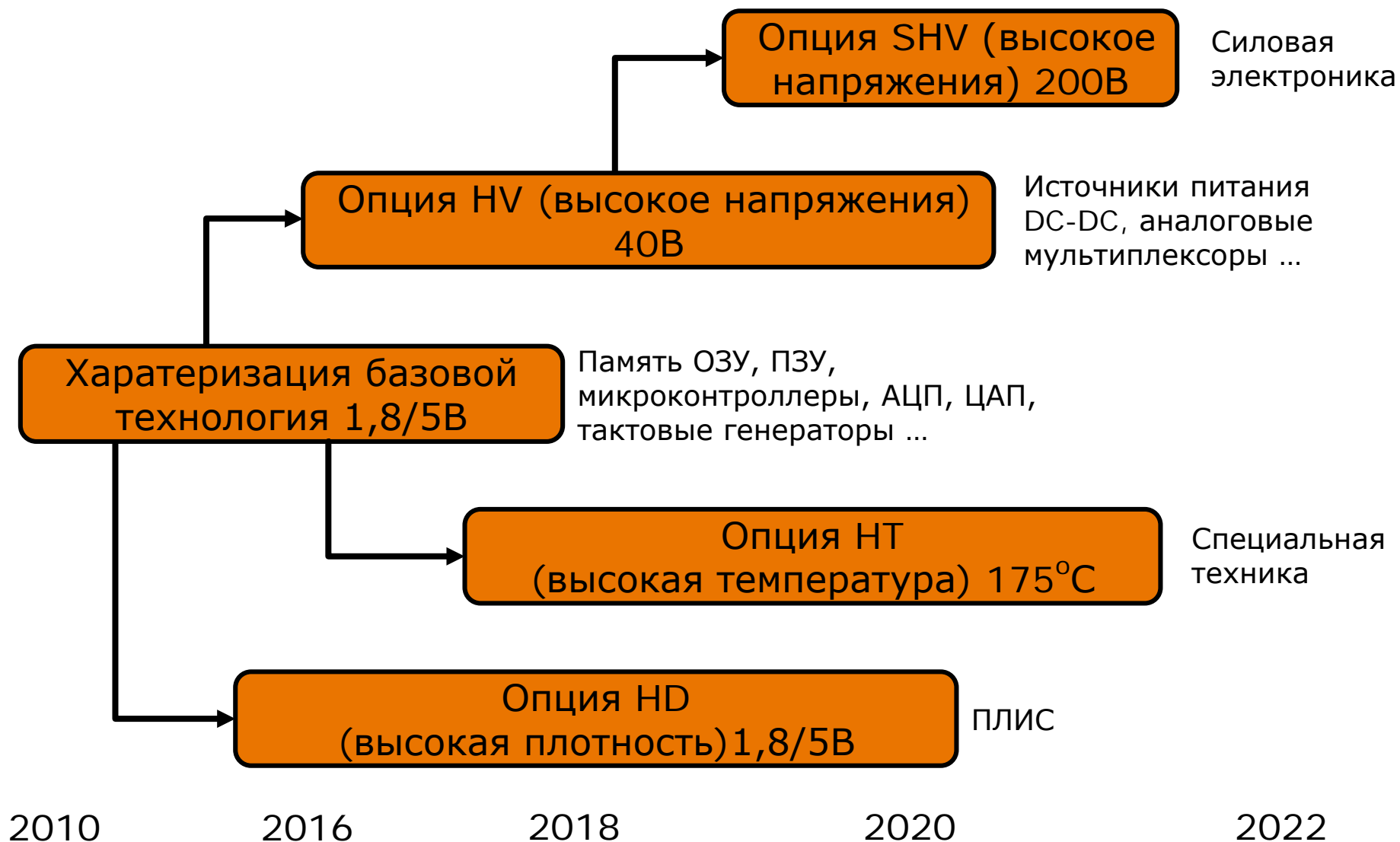
# Характеризация технологии по уровням СВВФ

Характеризация это:

- Учет накопленной дозы в моделях транзисторов
- Учет мощности дозы в моделях транзисторов
- Разработка дополнительных правил проектирования DRC
- Разработка библиотечных элементов и IP с подтвержденными уровнями стойкости
- Набор статистики



# Дорожная карта RAD HARD 180 нм КМОП-КНИ



# Набор IP RAD HARD 180 нм КМОП-КНИ

## Аналоговые IP

LDO	Встроенный регулятор напряжения на 1,8В с током нагрузки до 200 мА
BLDO	Встроенный регулятор напряжения на 1,8В с током нагрузки до 20 мА
PMU	Система управления питанием с функцией диагностики
PLL	Схема умножения тактовой частоты до 150 МГц
HSI	Встроенный RC генератор 8 МГц
LSI	Встроенный RC генератор 40 кГц
HSE	Активная часть для внешнего кварцевого резонатора 2...30 МГц
LSE	Активная часть для внешнего кварцевого часового резонатора 32 кГц
REF	Программируемый источник опорного тока и напряжения
COMP	Компаратор сигналов с программируемыми параметрами
ADC	12 битный АЦП последовательного приближения до 1 Мвыб/с
DAC	12 битный ЦАП последовательного приближения
SDADC	16 битный сигма-дельта АЦП до 0,5 кГц
AMUX	Мультиплексор аналоговых сигналов
RAM	СОЗУ данных от 64 x 40 до 8К x 40
ROM	Масочное ПЗУ 2К x 40
OTP	Однократно программируемое ПЗУ (antifuse) от 128x12 до 8Кx40
SPW PHY	Приемопередатчик SpaceWire до 200 Мбит/с
ETH PHY	Приемопередатчик Ethernet до 10 Мбит/с
PADIO	Набор универсальных площадок ввода-вывода

# Набор IP RAD HARD 180 нм КМОП-КНИ

## Цифровые IP

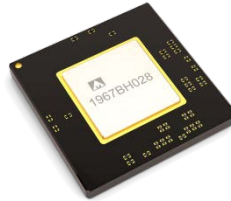
RISC V	32-х разрядное процессорное ядро RISC V (отечественная разработка)
ID CACHE	Контроллер кэш памяти
EXT BUS	Специализированный контроллер внешней памяти с ECC
TRIG UNIT	Блок вычисления тригонометрических функций
MIL1553	Контроллер интерфейса МКПД ГОСТ 52070-2003
SPI	Контроллер последовательного синхронного интерфейса SPI
UART	Контроллер последовательного асинхронного интерфейса UART
CAN	Контроллер интерфейса CAN
SPW MAC	Контроллер интерфейса SparceWire
ETHERNET MAC	Контроллер интерфейса Ethernet 10/100 Мбит/с
RTC	Батарейный домен с часами реального времени
CCSDS	Контроллер приема и передачи телеметрической информации
CRC	Контроллер расчета контрольных сумм по произвольным полиномам
ECC	Контроллер расчета корректирующих кодов по произвольным матрицам
TIMER	Универсальные таймер счетчики с широким функционалом
DMA	Контроллер прямого доступа в память
USB	Контроллер USB2.0 интерфейса 12 Мбит/с
ARINC	Контроллер интерфейса ARINC 429
CRYPTO	Контроллер криптографических стандартов

# Что дальше ?

**180 нм – это 200 МГц, 100 Мбит/с, 8 Мбит памяти...**

## Как делать «большие» процессоры?

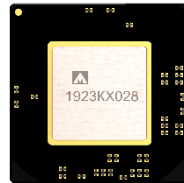
1967BH028  
Процессор ЦОС  
450 МГц



65 нм CMOS TSMC

## Как делать высокоскоростные интерфейсы?

1923KX028  
Коммутатор Ethernet  
16 портов 1Gbit/s



40 нм CMOS TSMC

## Как делать большую память ?

1645PU7Я  
72 Мбит СОЗУ

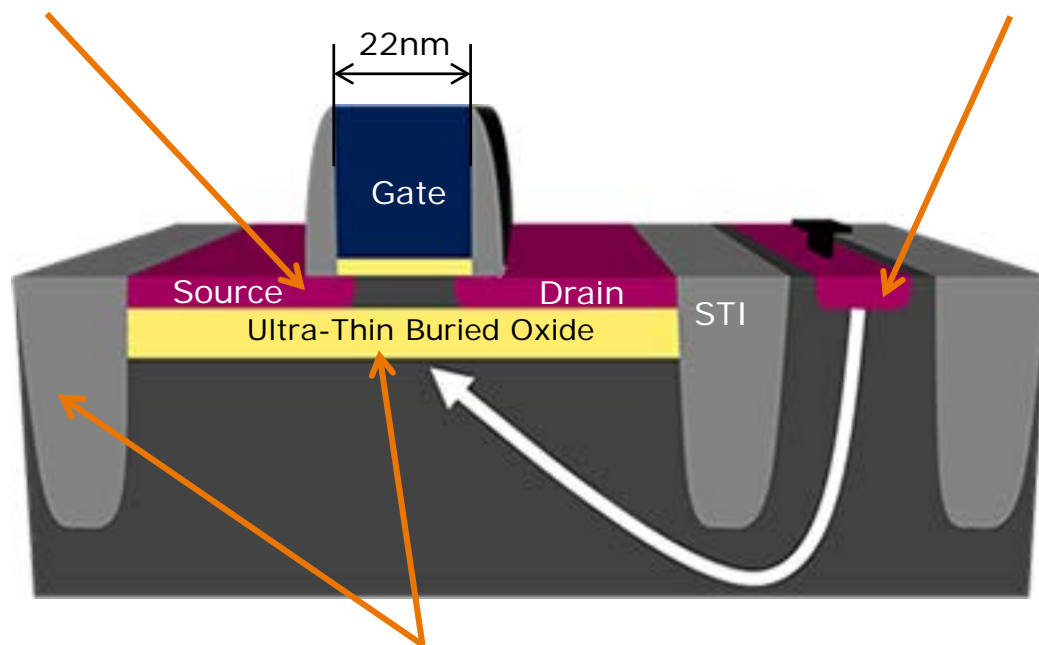


40 нм CMOS TSMC

# Технология 22 нм FDX SOI

Ультратонкий активный слой:  
+ скорость транзисторов  
+ минимизация сбоев от ТЗЧ (7К9-7К12)  
+ высокий уровень бесбойной работы (7И8)

Смещение подложки:  
+ регулировка  
производительность/потребление  
+ увеличение уровня  
накопленной дозы (7И7)



Полная электрическая изоляция:  
+ снижение токов утечки  
+ иммунитет к тиристорному эффекту (7И6)

# Тестовый кристалл FDX22 MLDR173\_T1

Сегменты кристалла:

Dig

LD

OTP

SG\_EG

- Блоки однопортовой SRAM 1024x8, компиляторы R1PV, S1C
- Блок 2х портовой SRAM 512x8, компилятор R2PL
- Генератор тактовой частоты до 100 МГц
- Блоки генерации отрицательного и положительного смещения кармана (-2В, +2В)
- Триггеры с различным функционалом и быстродействием, включая DICE.
- Элементы логики и мажоритарные элементы
- Варианты регистровой памяти 32x32

# Тестовый кристалл FDX22 MLDR173\_T1

Сегменты кристалла:

Dig

LD

OTP

SG\_EG

Предназначен для измерения характеристик полупроводниковых приборов: NMOS и PMOS транзисторы, предназначенные для работы в составе сложно-функциональных (СФ) блоков с напряжениям питания  $3.3V \pm 10\%$  ,  $5.0 V \pm 10\%$  ,  $6.5V \pm 10\%$

Блок тестирования токов утечки.

# Тестовый кристалл FDX22 MLDR173\_T1

Сегмента кристалла:

Dig

LD

OTP

SG\_EG

- Матрица 2x2 комбинированных ячеек RAM+OTP с возможностью управление временем и напряжением программирования
- Фьюзы – резисторы с возможностью управления током и временем пережигающего импульса, 4 типа
- NFET- фьюзы, набор транзисторов с диодным включением с регулировкой амплитуды и длительности прожигающего импульса

# Тестовый кристалл FDX22 MLDR173\_T1

Сегмента кристалла:

**Dig**

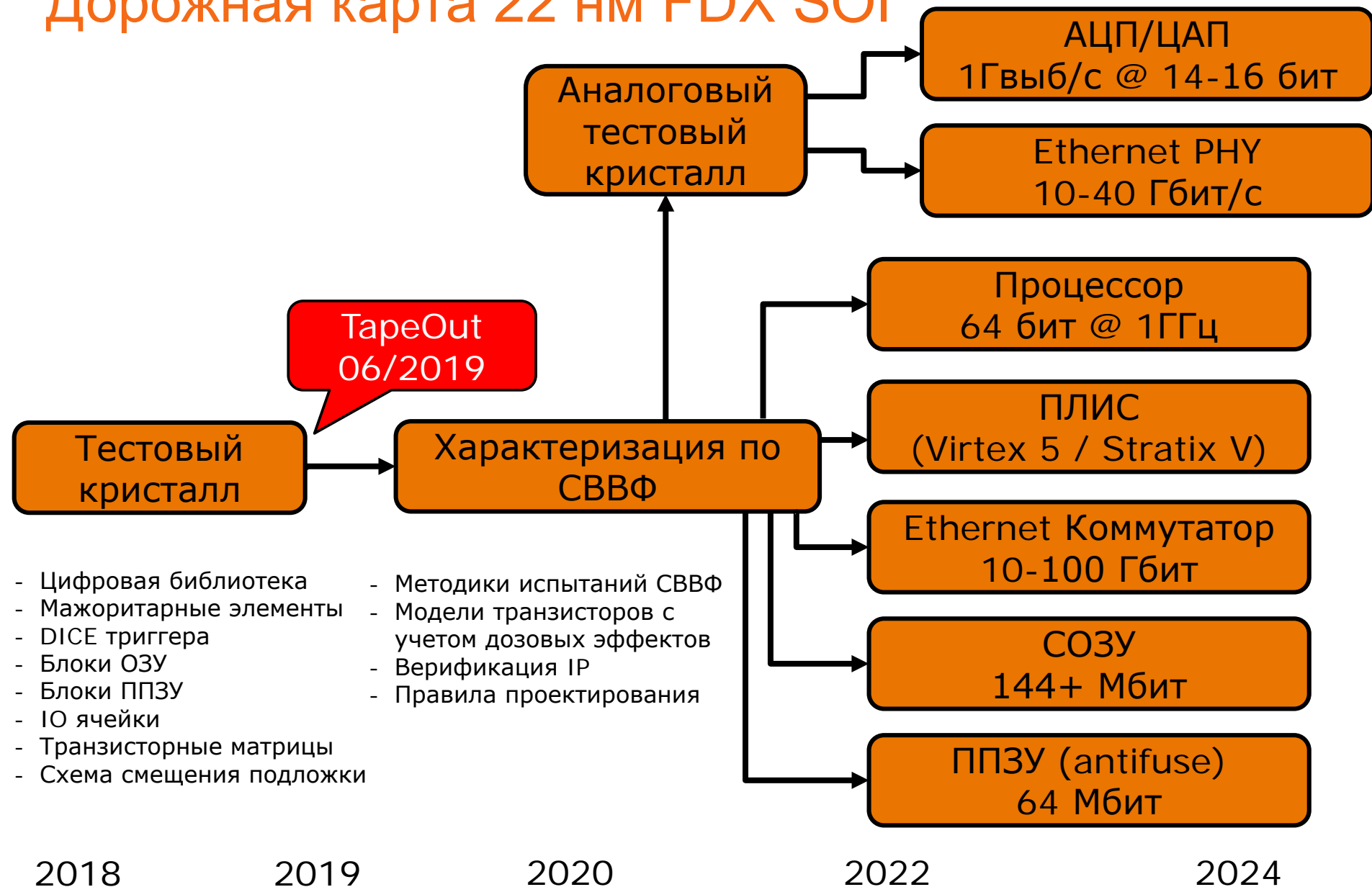
**LD**

**OTP**

**SG\_EG**

- блок измерения характеристик приборов с номинальным напряжением питания 0,8В
- блок измерения характеристик NMOS и PMOS транзисторов с номинальным напряжением питания 1,8В
- тестовые структуры биполярных транзисторов

# Дорожная карта 22 нм FDX SOI



2018

2019

2020

2022

2024

Спасибо!

