



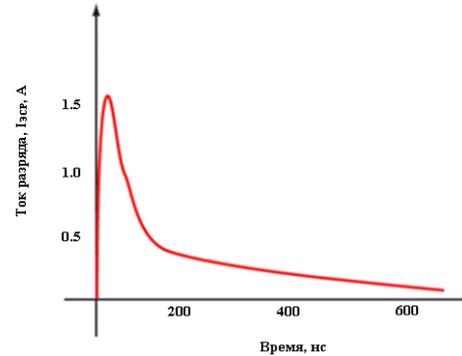
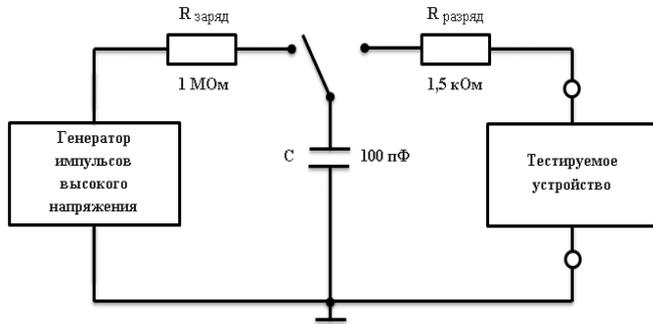
*АО «Научно-исследовательский  
институт молекулярной электроники»*

**Методика автоматизированной генерации и анализа  
базовых конструктивов для проектирования блоков  
динамической и статической защиты интегральных схем  
от ЭСР**

А.А. Новиков,  
С.А. Ильин, С.К. Кочанов, О.В. Ласточкин  
Отдел №21 (ОРБ)



## HBM

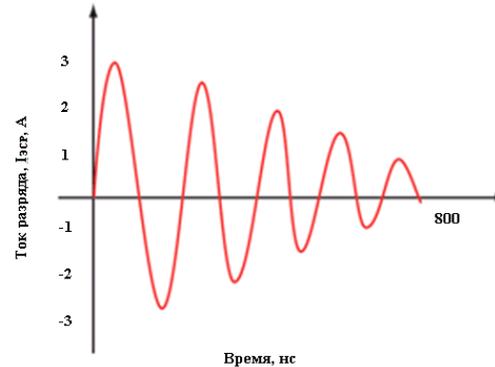
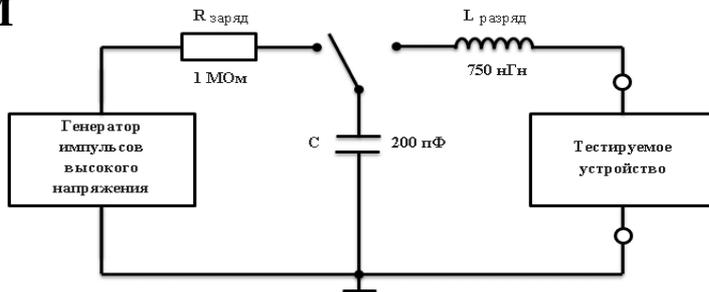


Воздействие, кВ: 0.5-2.5

Продолжительность импульса, нс: ~150

Время нарастания сигнала, нс: 2-10

## MM

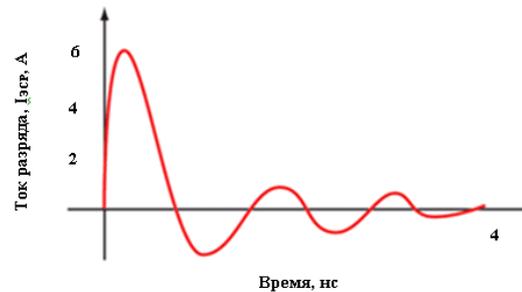
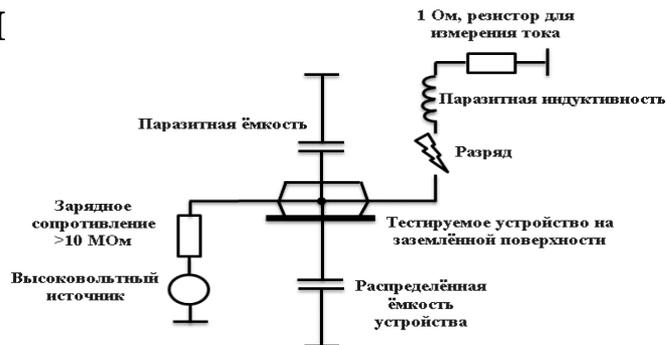


Воздействие, кВ: 0.1-0.2

Продолжительность импульса, нс: ~80

Время нарастания сигнала, нс: н.д.

## CDM



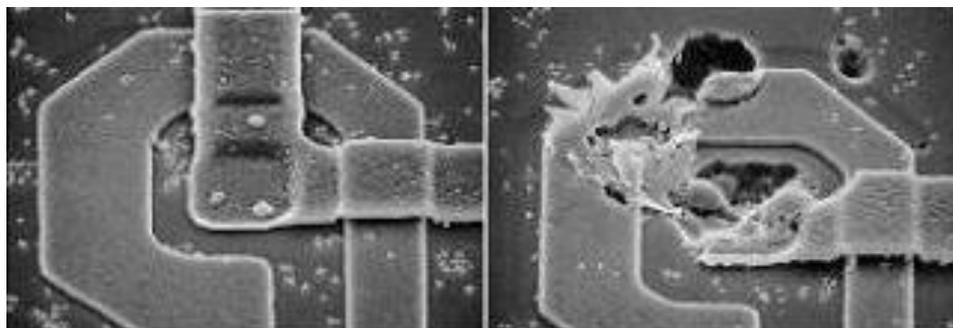
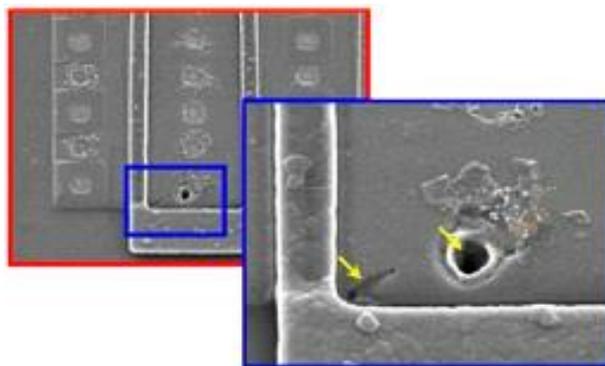
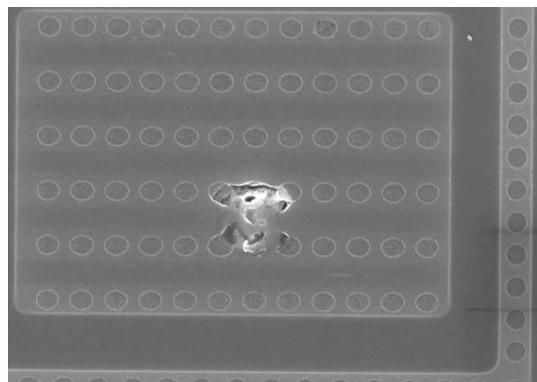
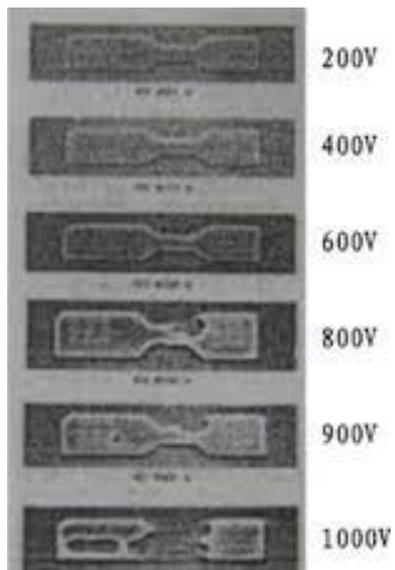
Воздействие, кВ: 0.25-1.0

Продолжительность импульса, нс: ~1

Время нарастания сигнала, нс: <0.4



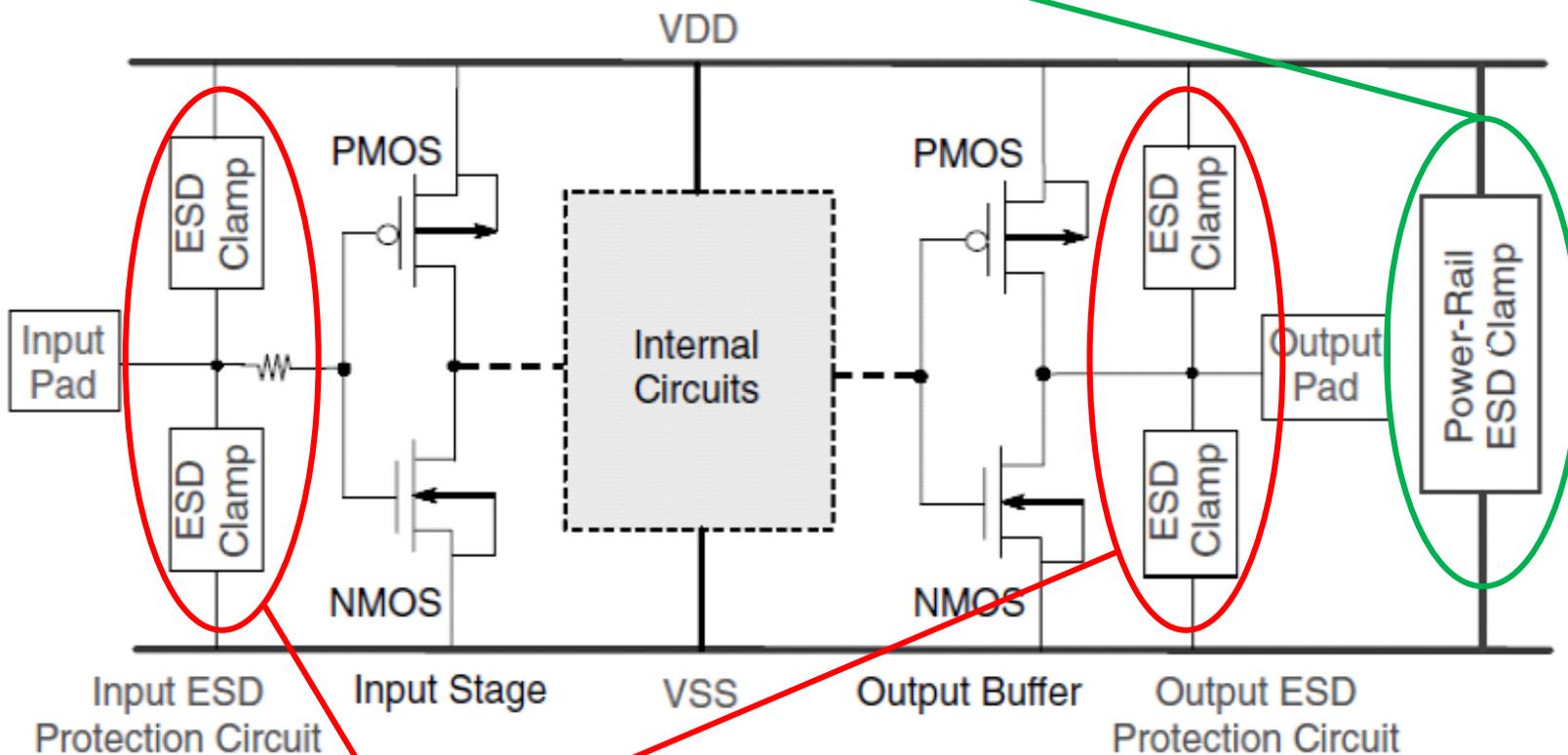
# Повреждения при ЭСР



- Разрыв тонких оксидных плёнок в полупроводниковых устройствах, как следствие пробоя диэлектрика
- Плавление проводников и элементов металлизации
- Запирание КМОП-устройств вследствие возникновения паразитных тиристорных р-п-р-п структур
- Дegradaция параметров и появление скрытых дефектов в структуре элементов, не приводящие к немедленному выходу устройства из строя, но делающие работу ИМС неустойчивой, и провоцирующие эксплуатационные отказы в жёстких условиях
- Деформация контактных окон



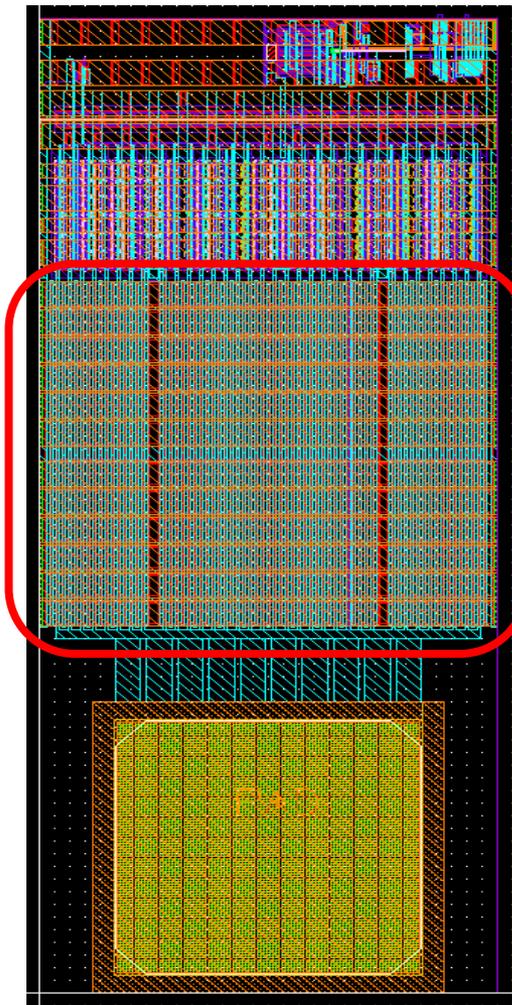
## Динамическая схема защиты



## Статические схемы защиты



Ячейка ввода-вывода



## Диоды

dn и dp  
 $w = 5,08 \text{ мкм}$   
 $m = 850$

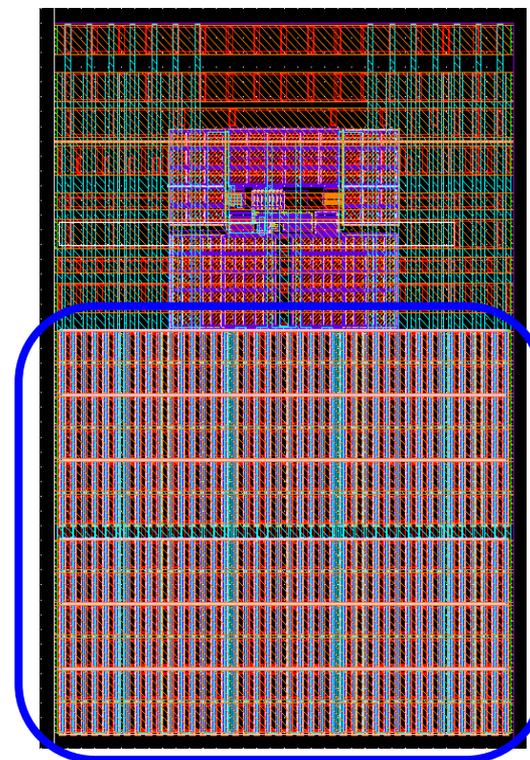
$S \approx 20515 \text{ мкм}^2$   
35,4%  
(от общей площади  
ячейки)

## Транзисторы

nmos\_h  
 $w = 9,44 \text{ мкм}$   
 $l = 300 \text{ нм}$   
 $m = 504$

$S \approx 23307 \text{ мкм}^2$   
40,1%  
(от общей площади  
ячейки)

Динамическая схема защиты

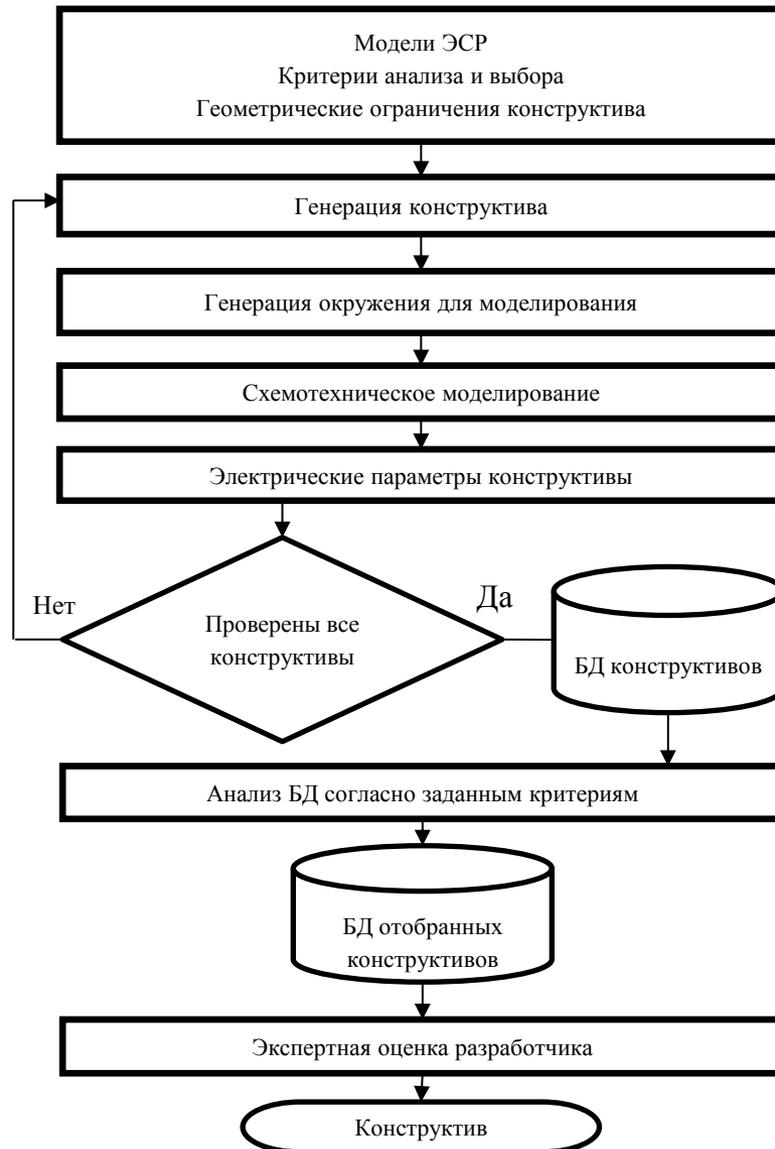




	КНИ 250нм	КНИ 180нм	КНИ 90нм
<b>Транзисторы</b>	nmos_a, pmos_a nmos_io_a, pmos_io_a, nmos_h, pmos_h (6 элементов)	nmos_a, pmos_a, nmos_a_hv, pmos_a_hv, nmos_a_vhv, pmos_a_vhv nmos_io_a, pmos_io_a, nmos_hv, nmos_vhv, nmos_h, pmos_h, nmos_hv, pmos_hv, nmos_vhv, pmos_vhv (16 элемент)	nmos_a, pmos_a, nmos_a_hv, pmos_a_hv, mos_io_a, pmos_io_a, nmos_io_a_hv, pmos_io_a_hv, nmos_hv nmos_h1, pmos_h1, nmos_h2, pmos_h2, nmos_h3, pmos_h3, nmos_h_hv, pmos_h_hv, nmos_io_h1, pmos_io_h1 (19 элементов)
<b>Диоды</b>	dn, dp (2 элемента)	dn, dp, dn_hv, dp_hv, dn_vhv, dp_vhv (6 элементов)	dn, dp, dn_hv, dp_hv, dn_poly, dp_poly, dnpoly_hv, dppoly_hv (8 элементов)
<b>Конденсаторы</b>	chkmim5, cmim5 (2 элемента)	cpoly_n, cpoly_n_hv, cpoly_n_vhv, chkmim5, cmim5 (5 элементов)	сronw, сropw, сronw_hv, сropw_hv, cfrm1m5, cmsbe, cmsbe, cm1m2, cm2m3, cm3m4, cm4m5, cm5m6, cm6m7, cmimmk (13 элементов)
<b>Резисторы</b>	rndiff, rpdiff, rnpoly, rppoly, rhipod (5 элемента)	mdiff, rpdiff, rnpoly, rppoly, rhipod, rnw, rpw, rnw_hv, rpw_hv, rnw_vhv, rpw_vhv, rnps, m1res, m2res, m3res, m4res, m5res, m6res (18 элементов)	Rndiff, rpdiff, rndiffs, rpdiffs, rnw, rpw, rnw_hv, rpw_hv, rnpо, rppo, rpporpo, rnporpo, rhiporpo, rm1, rm2, rm3, rm4, rm5, rm6, rm7, rap, rpoi, rppoi (18 элементов)



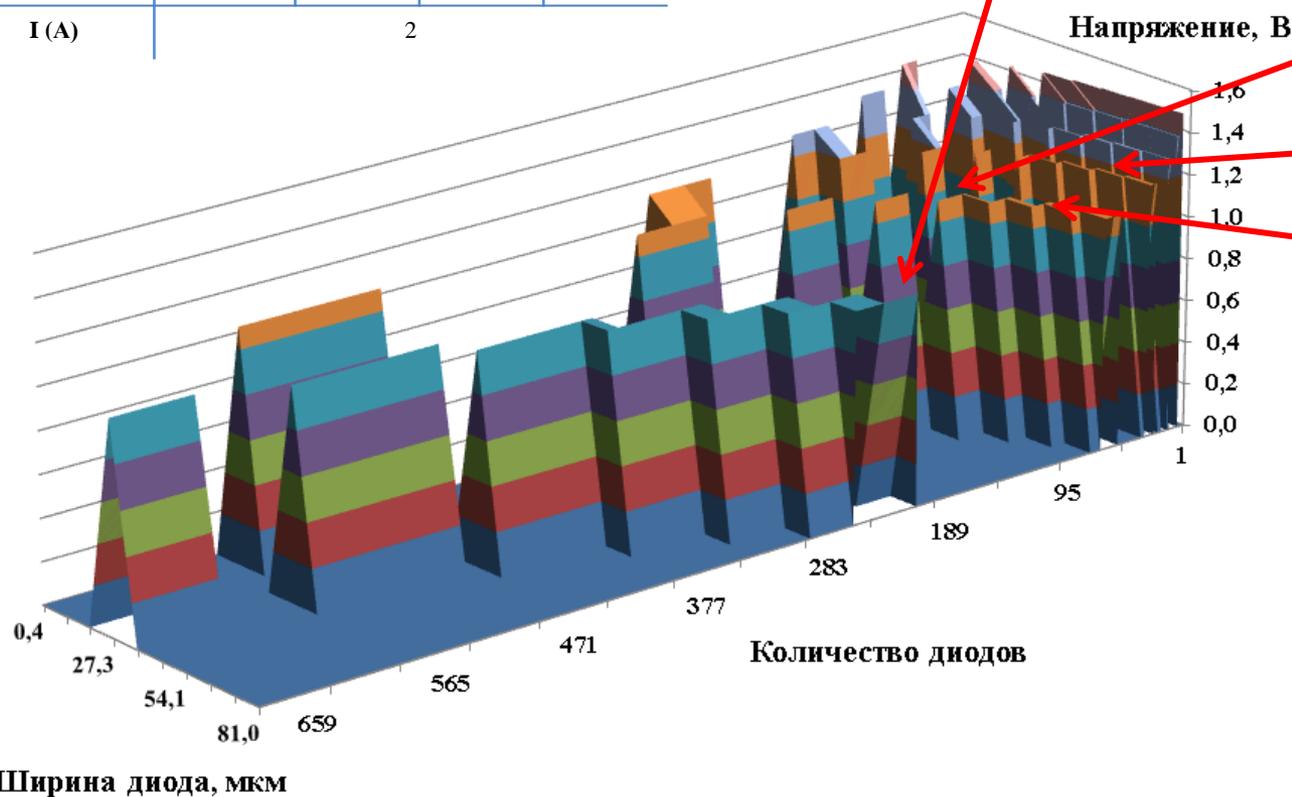
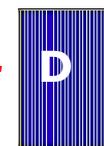
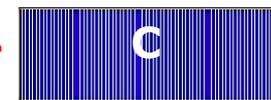
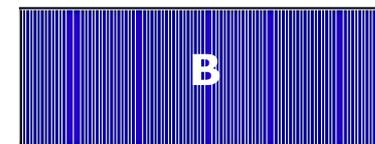
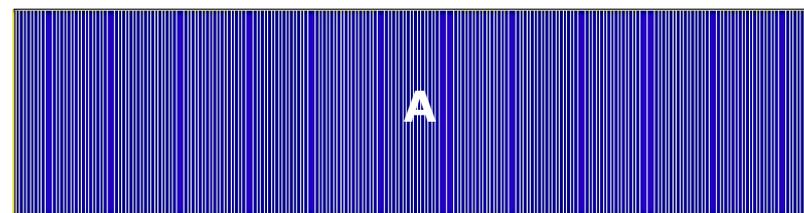
# Маршрут определения параметров базовых конструктивов защиты от ЭСР





# Компоненты статической схемы защиты

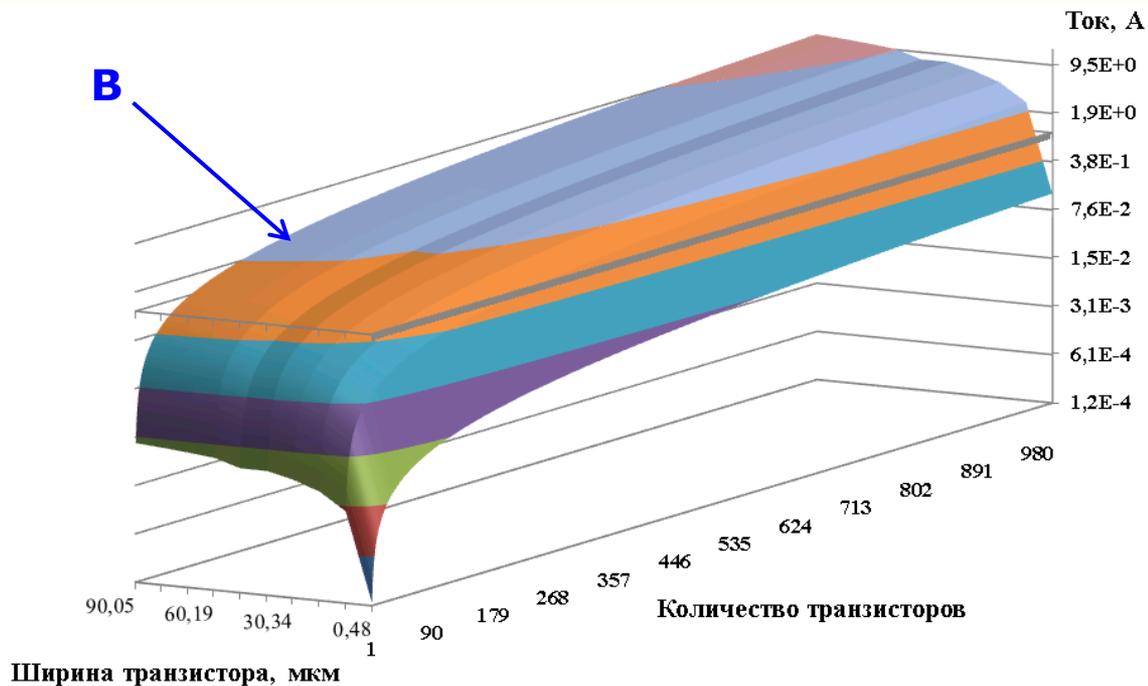
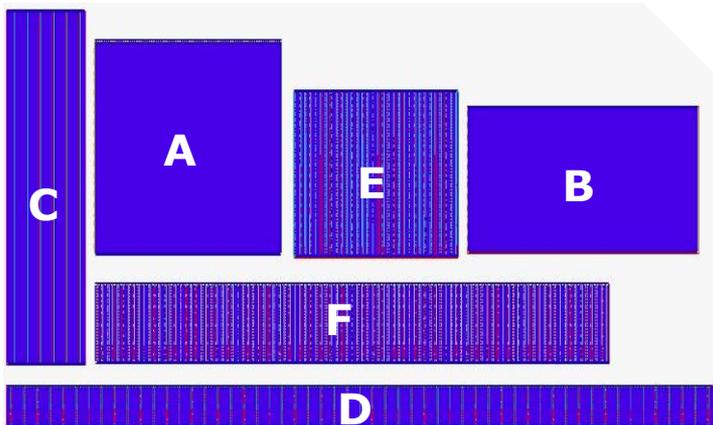
Компонент	A	B	C	D
	dn			
V (В)	1,0	1,1	1,2	1,3
W (мкм)	81,03	54,15	36,21	54,15
m	220	100	70	24
S (мкм <sup>2</sup> )	25453	7688	3698	1946
I (А)	2			



Ширина диода, мкм



# Компоненты динамической схемы защиты



	A	B	C	D	E	F
Компоненты	nmos_a	pmos_a	nmos_a_hv	pmos_a_hv	nmos_a_vhv	pmos_a_vhv
W (мкм)	60,19	40,29	80,1	10,43	40,29	20,38
L (нм)	180	180	320	320	500	500
m	170	210	59	539	103	323
S (мкм <sup>2</sup> )	7698	6437	5808	5373	5304	8005
I (A)				2		



# Варианты реализации статического и динамического компонентов схем защиты

		Параметры исходной конфигурации	Параметры выбранной конфигурации
Статическая схема защиты	Компоненты	<b>dn и dp</b>	<b>dn и dp</b>
	W (мкм)	5,08	54,14
	m	850	24
	S(мкм <sup>2</sup> )	20515	3872
Динамическая схема защиты	Компоненты	<b>nmos_h</b>	<b>nmos_a</b>
	W (мкм)	9,44	60,19
	L (нм)	300	180
	m	504	170
	S(мкм <sup>2</sup> )	23307	7698



Разработана методика автоматизированного поиска компонентов и элементов схем статической и динамической защиты СБИС от ЭСР, которая позволила:

- Полностью автоматизировать маршрут разработки компонентов защиты от ЭСР и сделать его технологически независимым
- Повысить эффективность определения наиболее пригодных структур компонентов для построения схем защиты от ЭСР
- Получить множество взаимозаменяемых вариантов реализаций конструктивов для различных моделей и требования к уровню воздействия ЭСР
- Сократить временные затраты на разработку и коррекцию базовых конструктивов защиты от ЭСР, особенно в случае разработки и внедрения новых технологий в условиях достаточно частых изменений DRM, технологий, моделей приборов, технологического маршрута