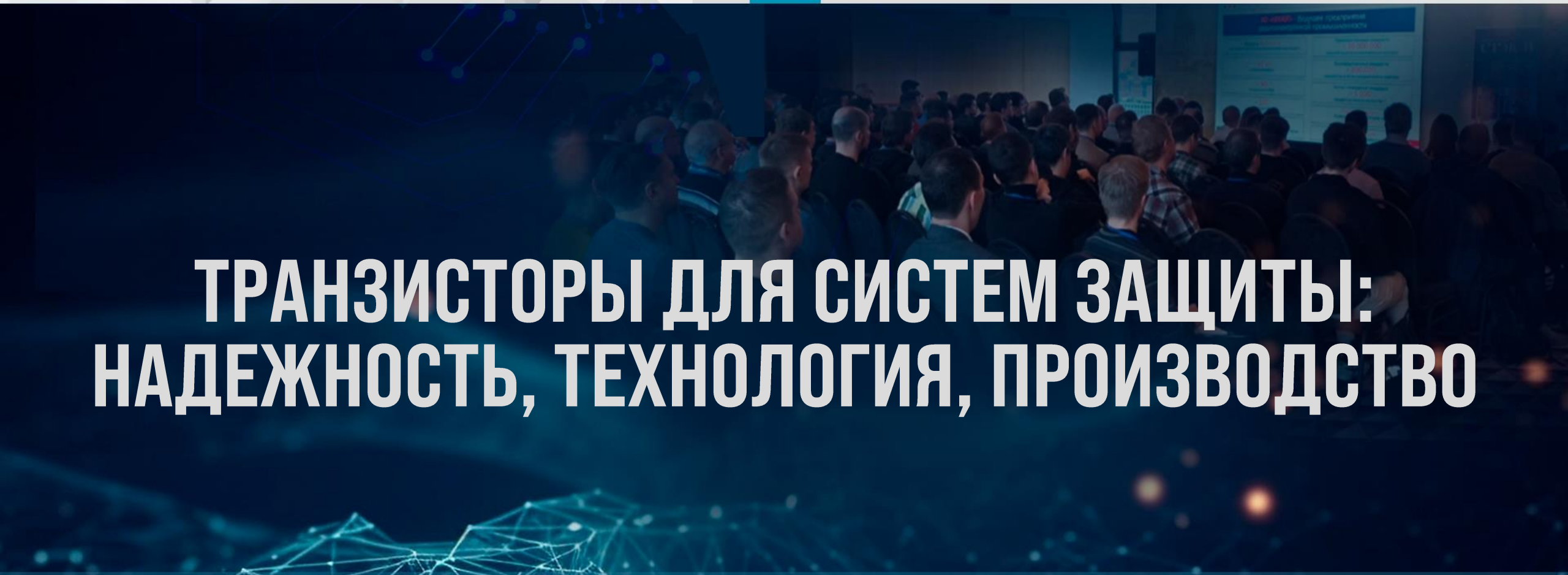
НИИЭТ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ
ЭЛЕМЕНТ

2026

II

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
АО «НИИЭТ»



ТРАНЗИСТОРЫ ДЛЯ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ: НАДЕЖНОСТЬ, ТЕХНОЛОГИЯ, ПРОИЗВОДСТВО

г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, д. 5.

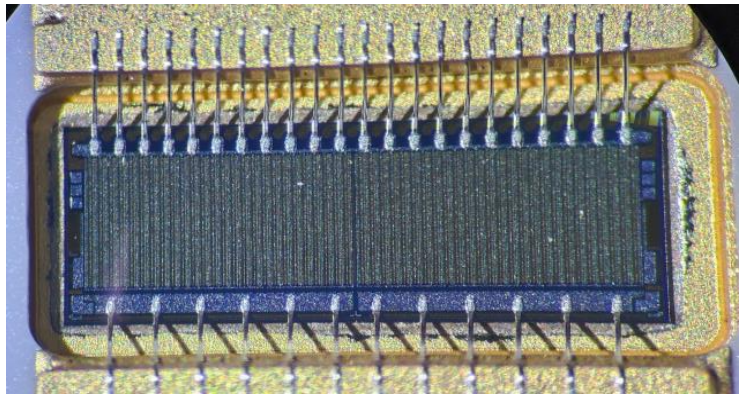
Приемная: +7 (473) 226-20-35
Отдел маркетинга и сбыта: +7 (473) 280-22-94

ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СВЧ ТРАНЗИСТОРЫ

Кремниевые LDMOS-транзисторы

Диапазон частот: до 1 ГГц

Преимущества:	Недостатки:
+ низкая цена	– проблемы отвода тепла
+ надежность	– низкие рабочие частоты
+ простота управления	– узкий рабочих диапазон частот

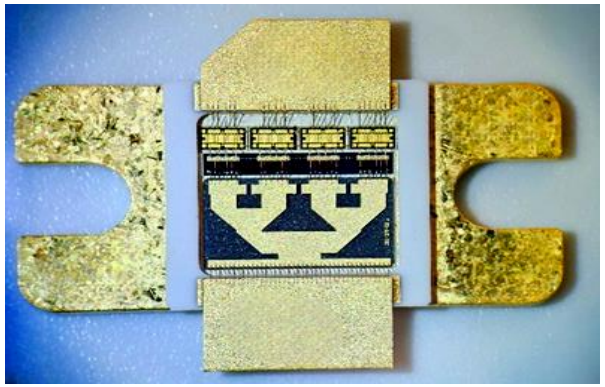




Нитрид-галлиевые транзисторы на подложке карбида кремния (GaN-on-SiC)

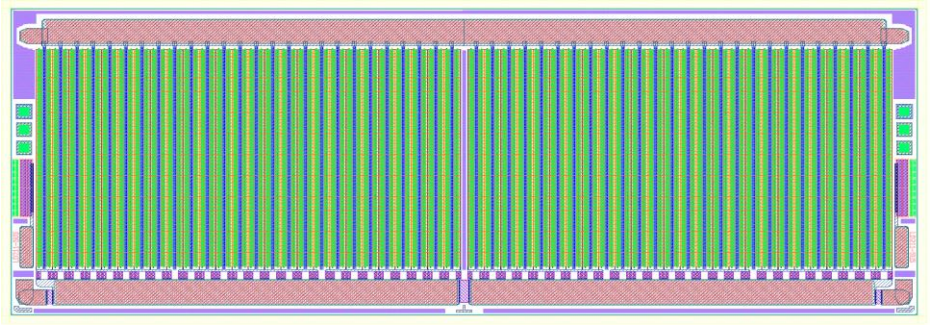
Диапазон частот: до 15 ГГц

Преимущества:	Недостатки:
+ высокие рабочие частоты	– высокая стоимость
+ широкий рабочих диапазон частот	– необратимый характер пробой структуры
+ большая максимальная рабочая температура	

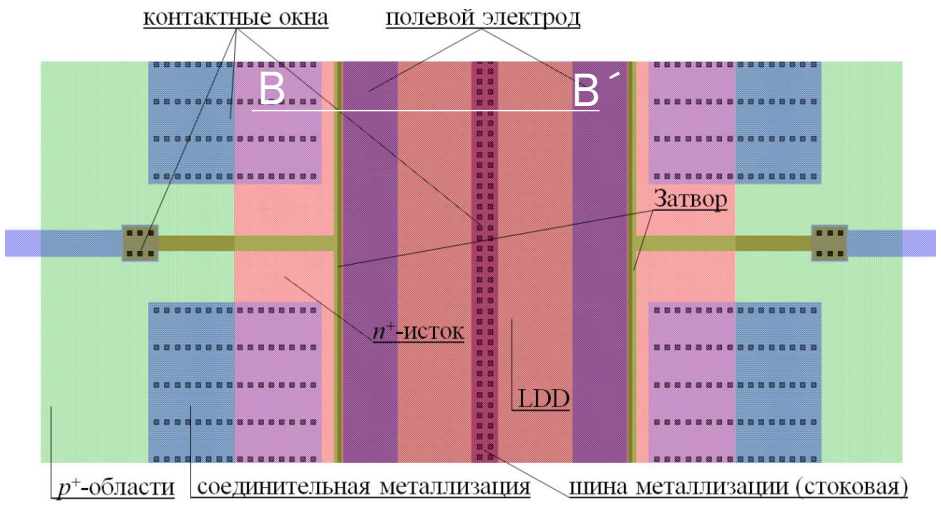




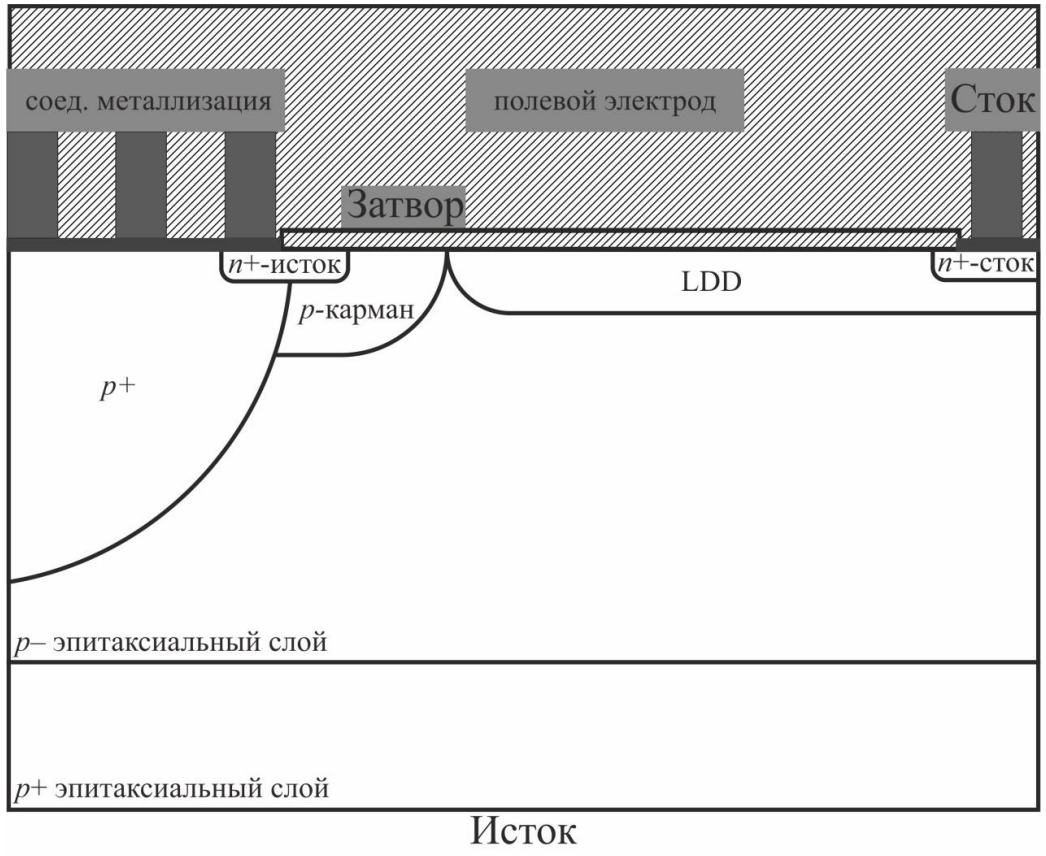
LDMOS-ТРАНЗИСТОРЫ



Топология LDMOS-транзисторного кристалла

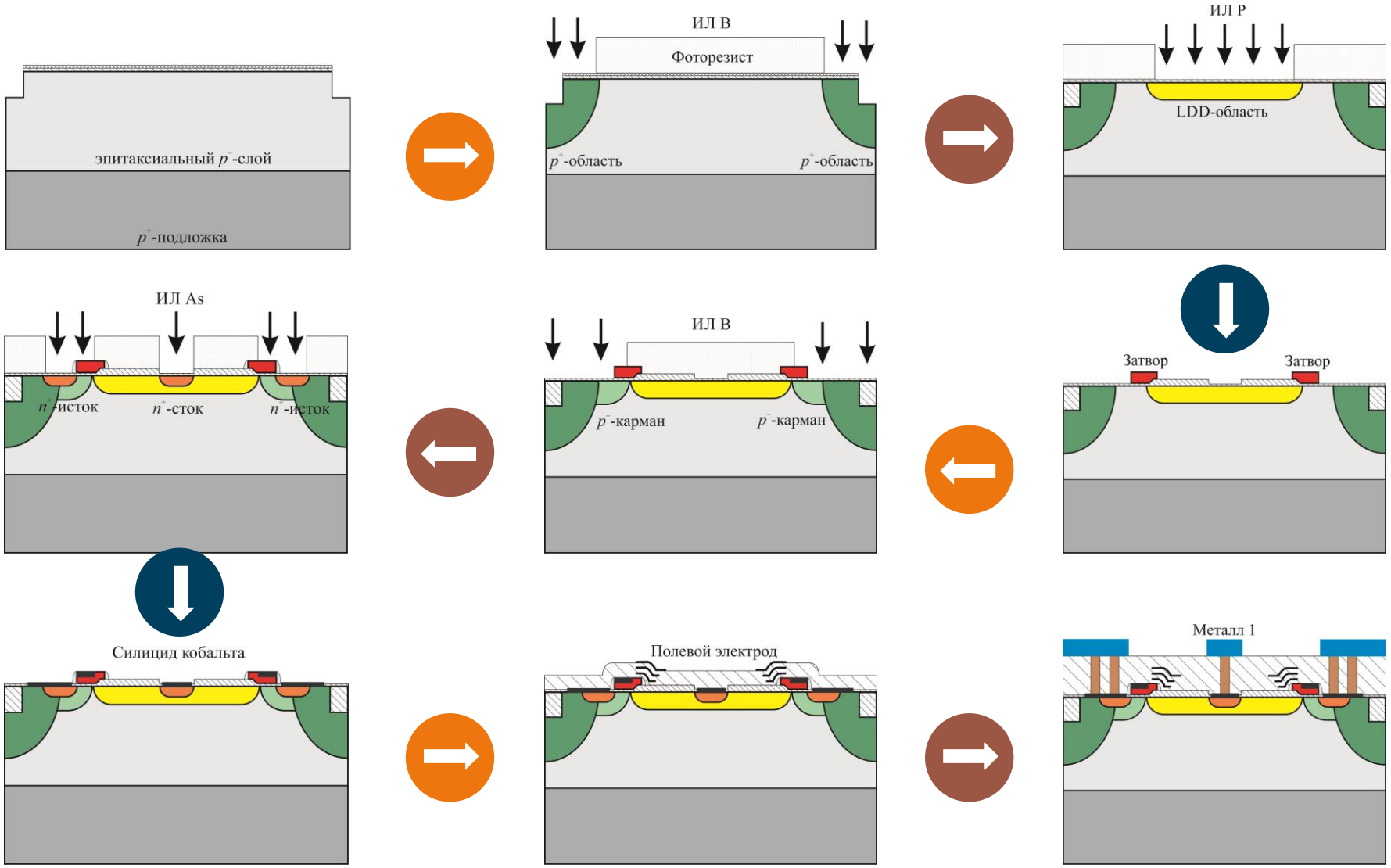


Топология элементарной ячейки
СВЧ LDMOS-транзистора

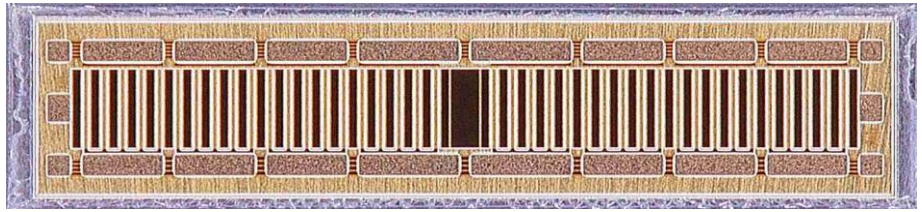


Схематическое изображение структуры вдоль среза B-B´

ПРОИЗВОДСТВО LDMOS-ТРАНЗИСТОРНЫХ КРИСТАЛЛОВ



GaN-ТРАНЗИСТОРЫ



Топология СВЧ GaN-транзисторного кристалла

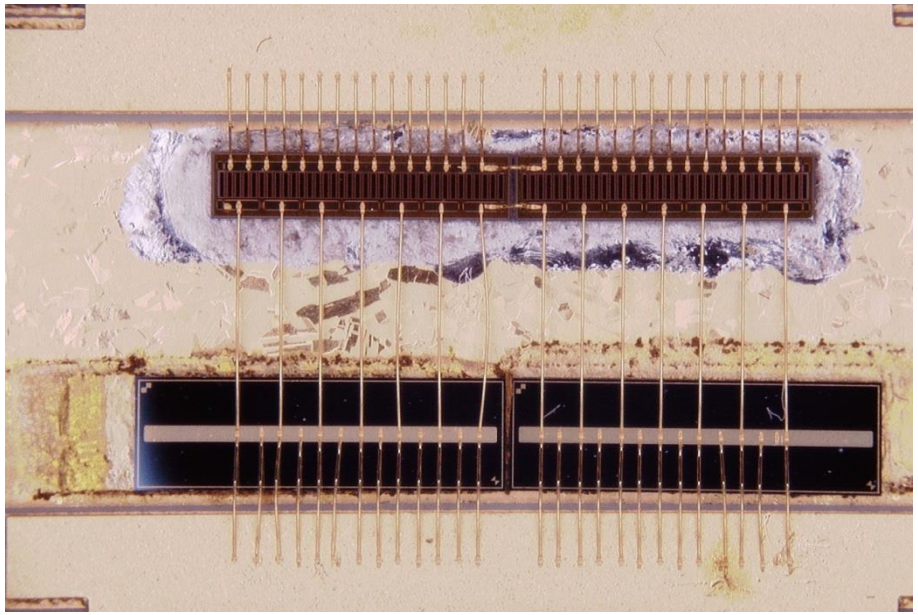


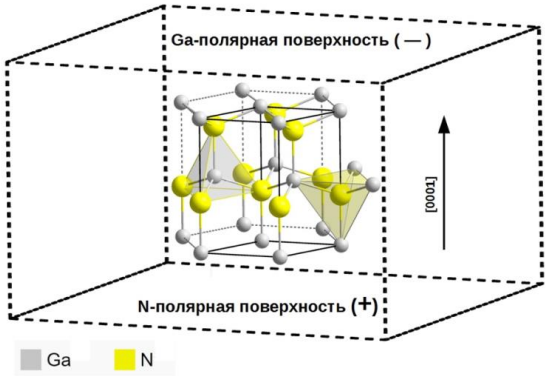
Фото разварки СВЧ GaN-транзистора



Двухмерный электронный газ (2DEG)

Схематическое изображение кросс-секции СВЧ GaN-транзистора

Кристаллическая решетка GaN



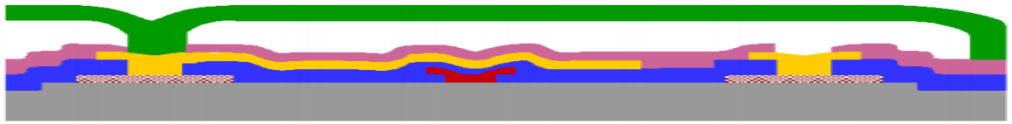
ПРОИЗВОДСТВО GaN-ТРАНЗИСТОРНЫХ КРИСТАЛЛОВ



Формирование омических контактов



Формирование затвора



Создание токоведущей металлизации



Создание первого слоя металлизации и ПЭ

ИСПЫТАНИЯ ТРАНЗИСТОРОВ

I. На соответствие электрическим параметрам
- Электростатические параметры
- Радиочастотные параметры

II. На стойкость к факторам внешней среды
- Механические воздействия
  одиночный удар
  вибропрочность
  линейное ускорение
- Климатические воздействия
  повышенная и пониженная температуры среды
  повышенная влажность
  повышенное и пониженное атмосферное давление
- Воздействие электростатического потенциала

III. Испытания на надежность

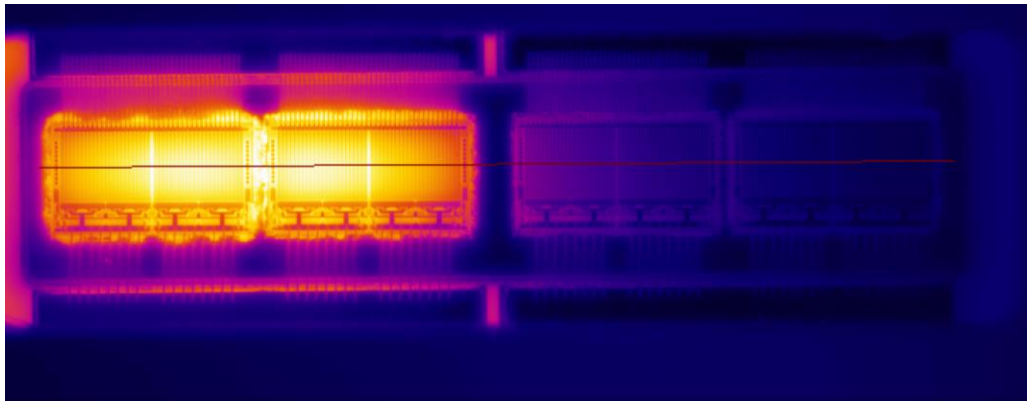


Стенд измерения радиочастотных параметров

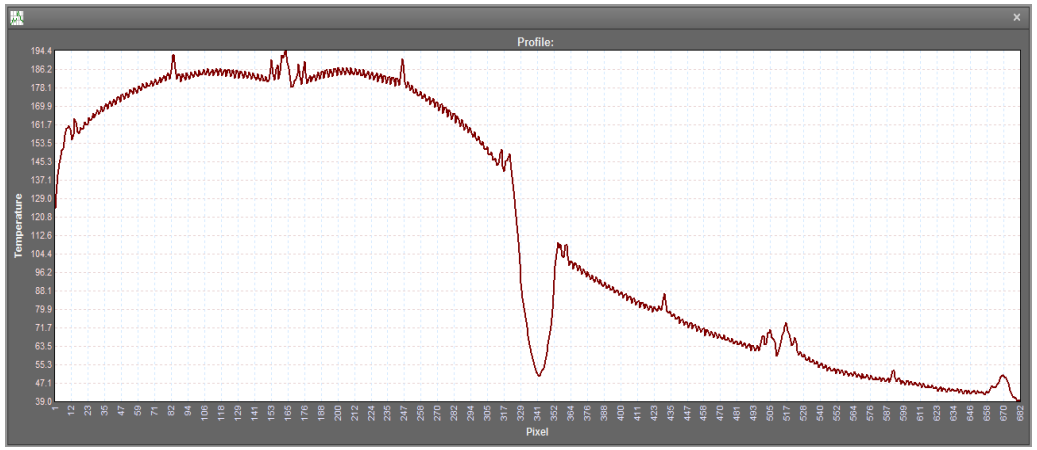


Стенды испытания на надежность «СИТ»

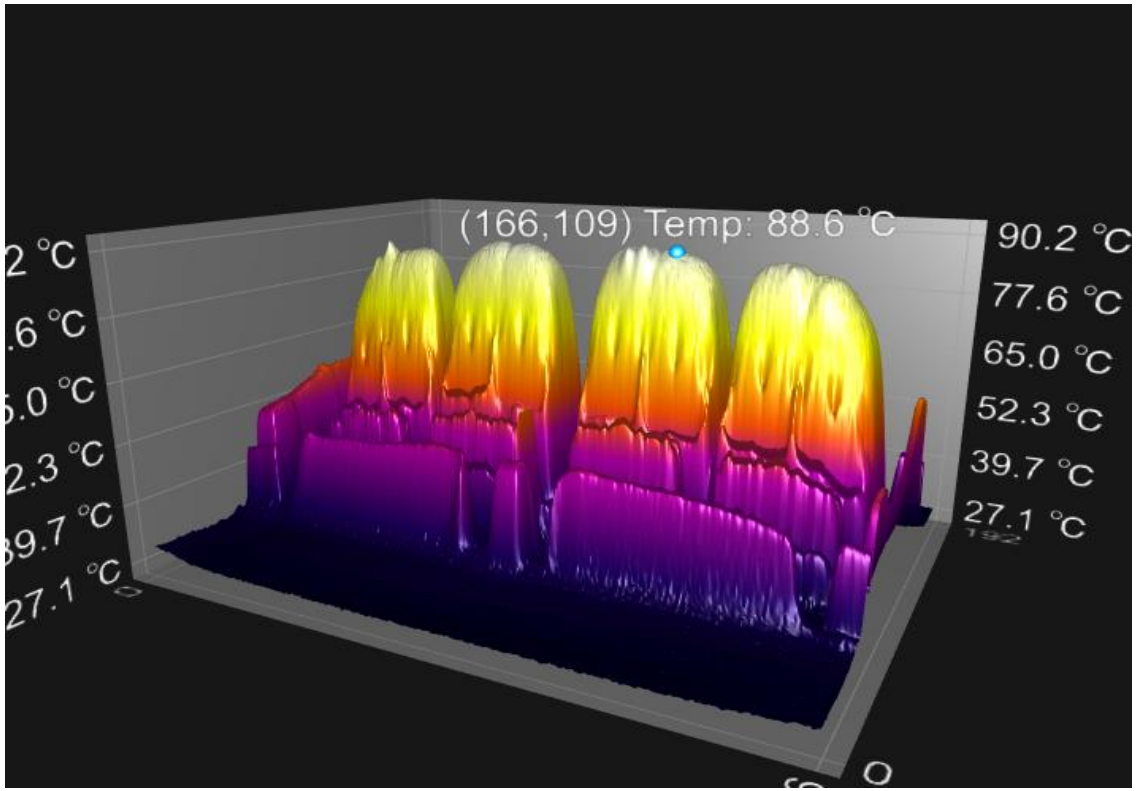
КОНТРОЛЬ ТЕПЛОВЫХ ПЯТЕН



Вид LDMOS-транзистора через ИК-камеру



Распределение температуры вдоль сечения LDMOS-транзистора

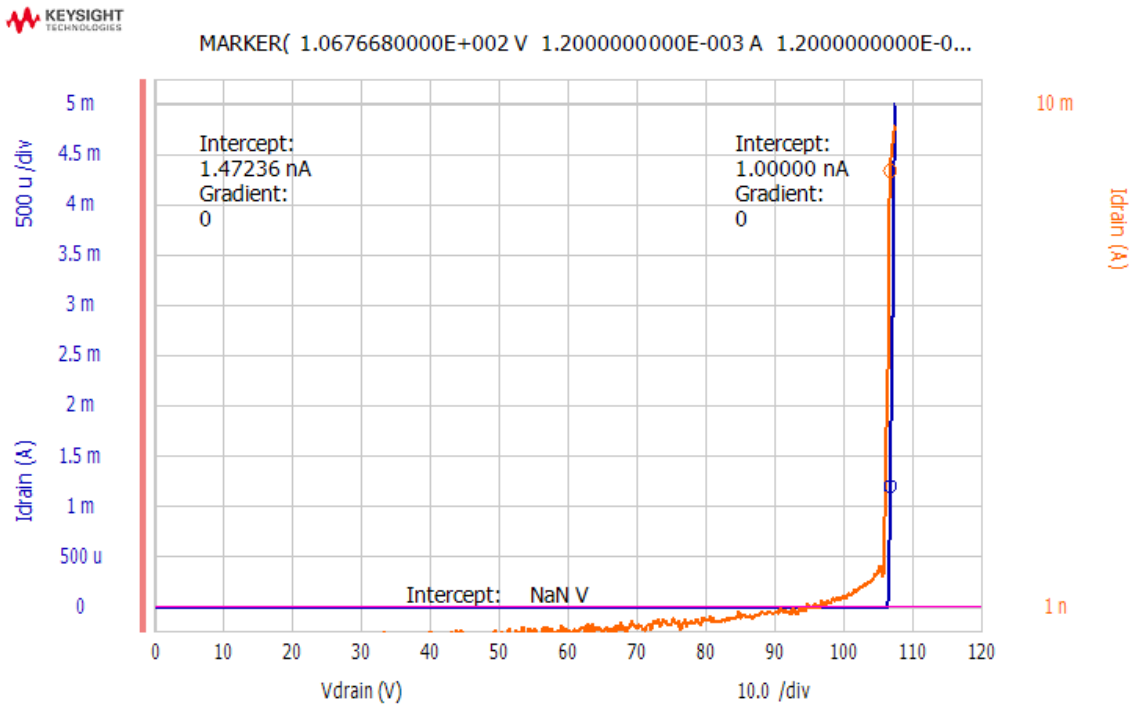


3D-распределение температуры на поверхности LDMOS-транзистора

ОТЛИЧИЯ СВЧ GaN- И LDMOS-ТРАНЗИСТОРОВ

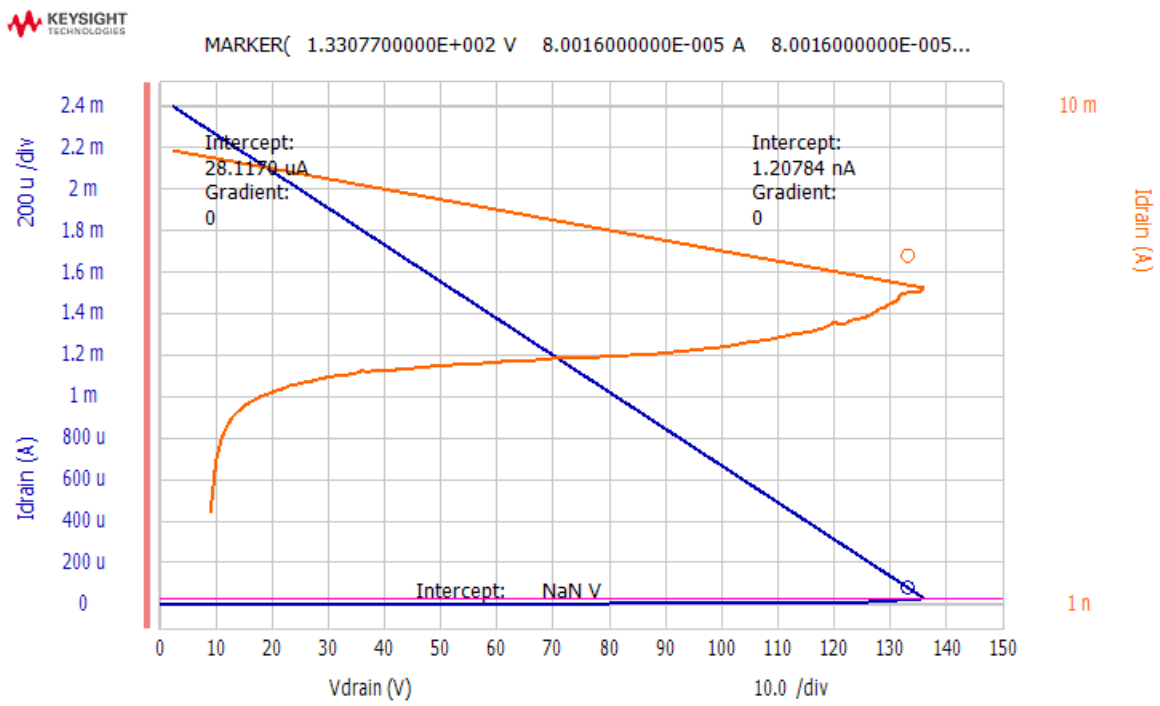
Особенности эксплуатации

LDMOS-транзисторы



Пробой LDMOS-транзистора

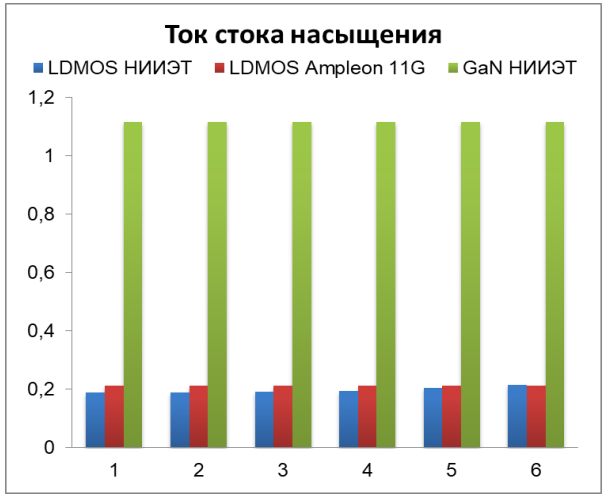
GaN-транзисторы

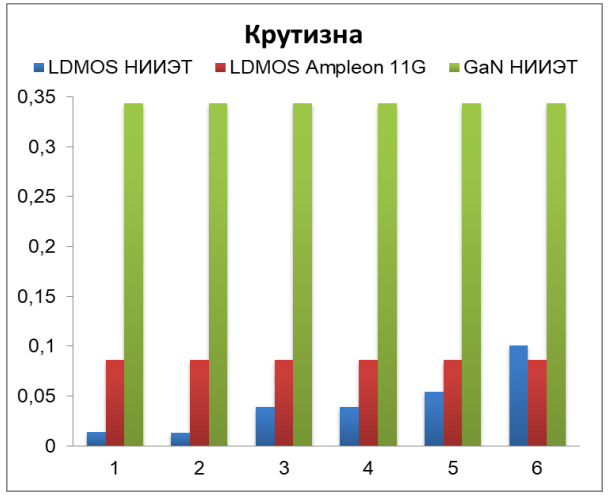


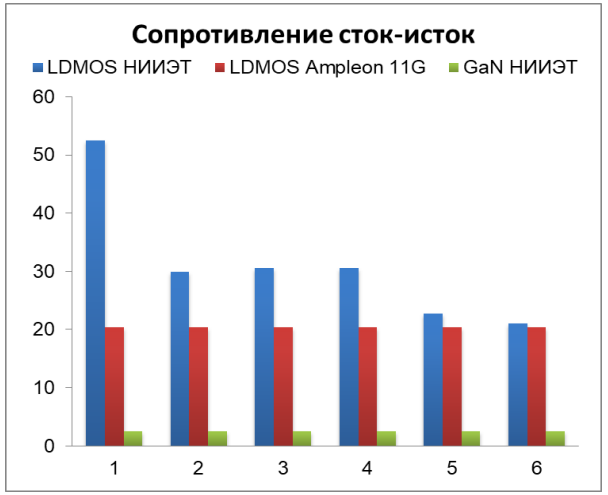
Пробой GaN-транзистора

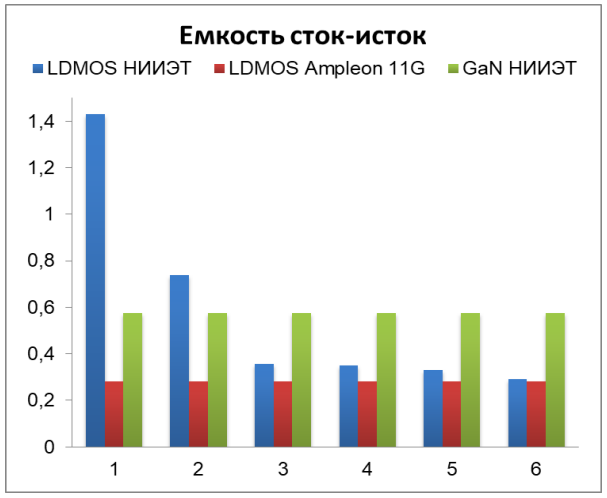
ОТЛИЧИЯ СВЧ GaN- И LDMOS-ТРАНЗИСТОРОВ

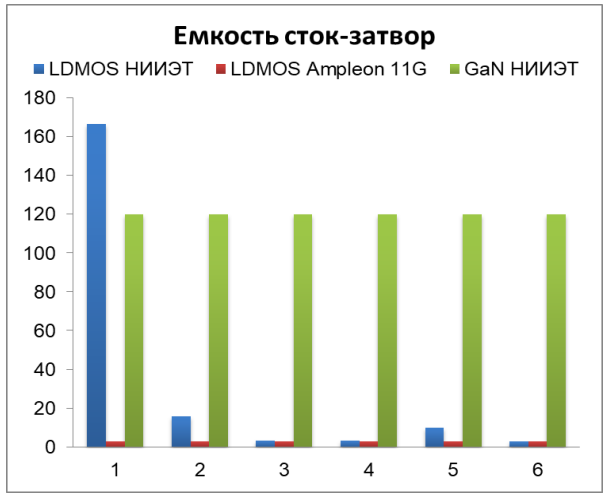
Удельные электрические параметры

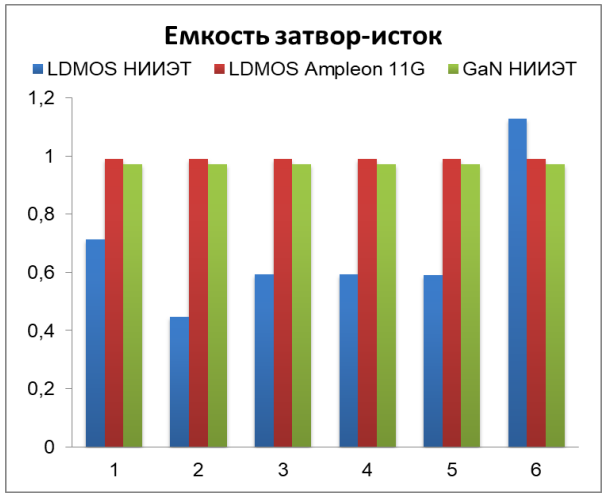








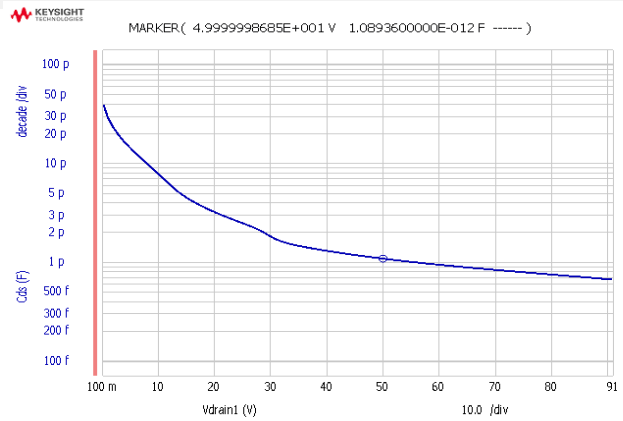




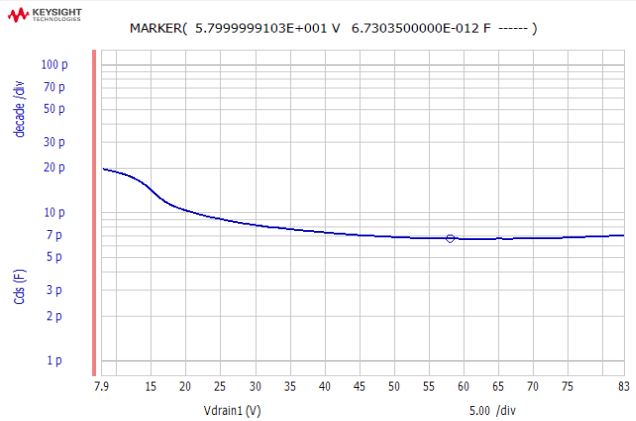
ОТЛИЧИЯ СВЧ GaN- и LDMOS-ТРАНЗИСТОРОВ

Поведение межэлектродных емкостей

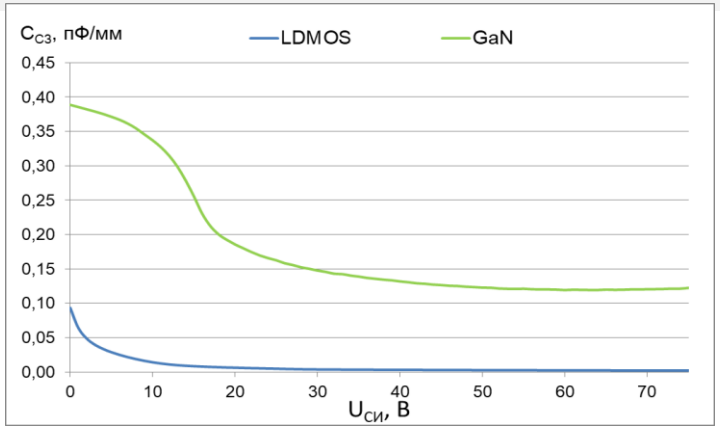
LDMOS-транзисторы



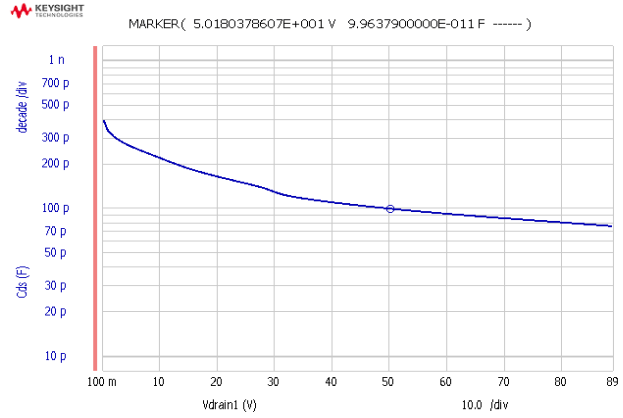
GaN-транзисторы

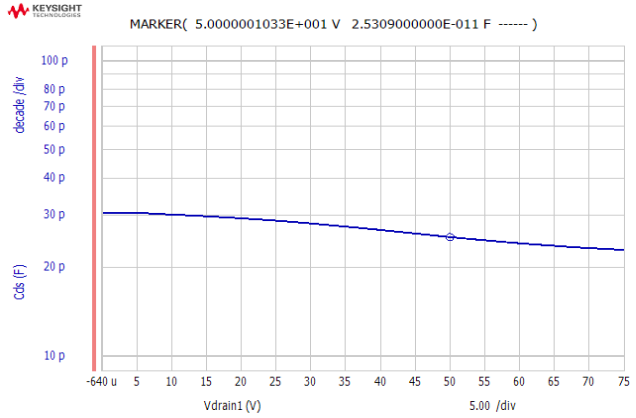


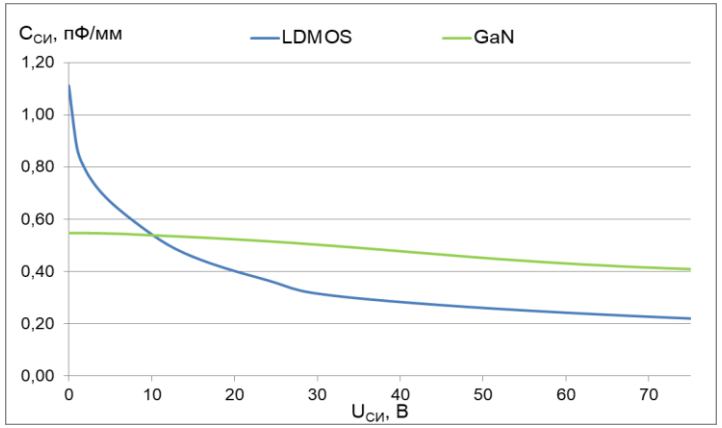
Удельные LDMOS vs GaN



Зависимость емкости сток-затвор от напряжения сток-исток





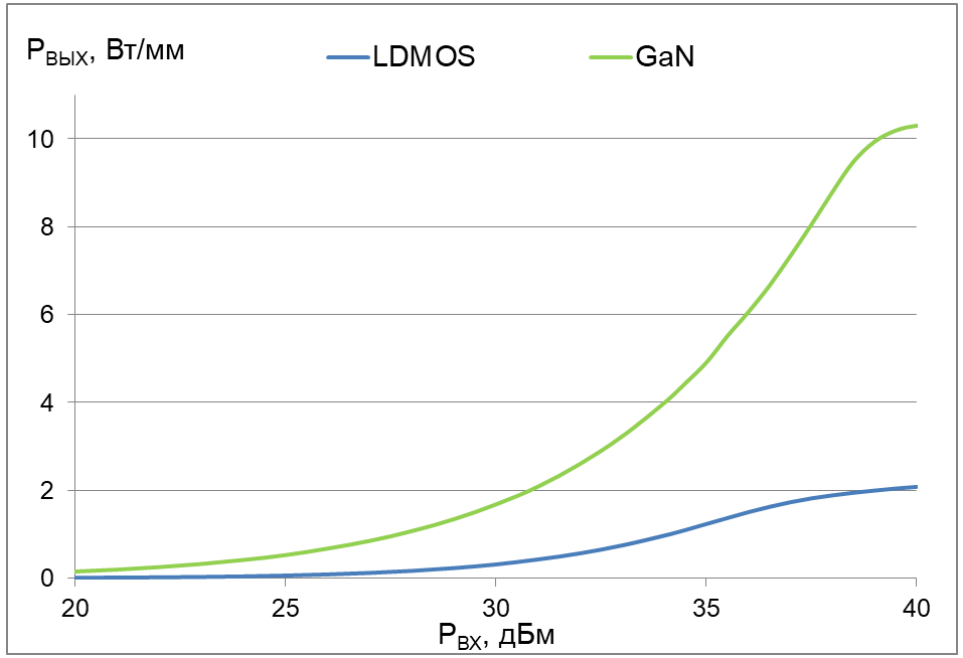


Зависимость емкости сток-исток от напряжения сток-исток

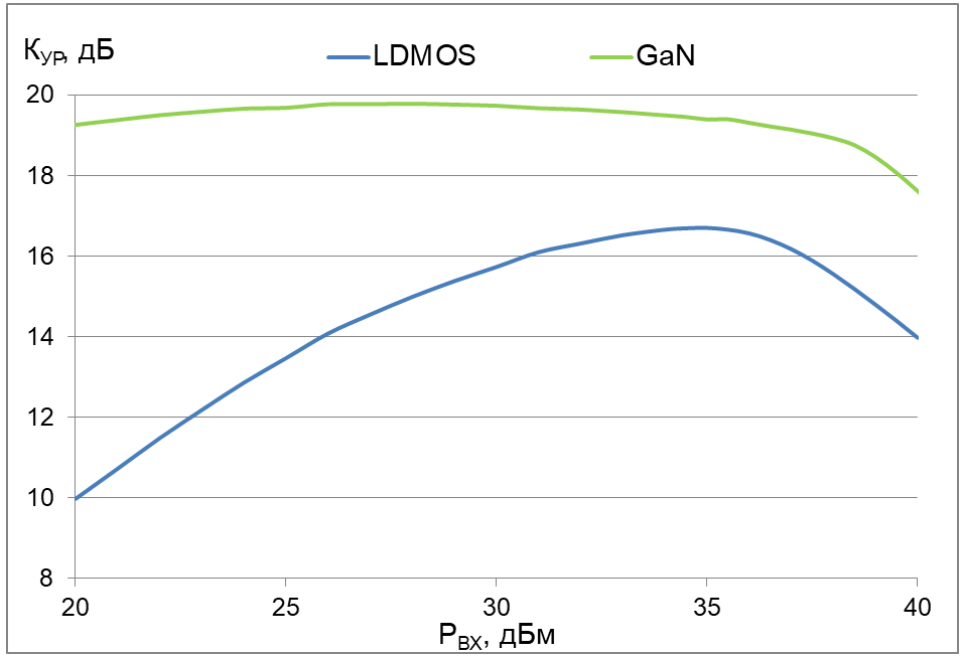
ОТЛИЧИЯ СВЧ GaN- и LDMOS-ТРАНЗИСТОРОВ

Радиочастотные параметры

Зависимость удельной выходной мощности от входной мощности

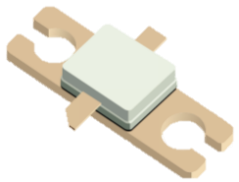
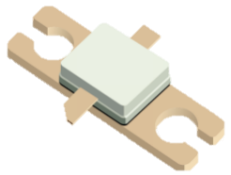
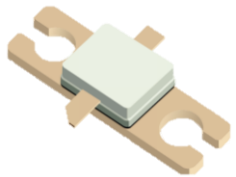
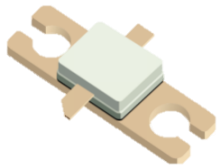


Зависимость коэффициента усиления по мощности от входной мощности



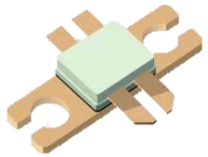
СОВРЕМЕННЫЕ GaN-ТРАНЗИСТОРЫ АО «НИИЭТ»

ПП9136А	ПП9137А	ПП9138А	ПП9136Б	ПП9139А1	ПП9139Б1
$P_{ВЫХ}$ = 5 Вт $f_{ТЕСТ}$ = 4 ГГц $К_{УР}$ = 16 дБ η_C = 50 % $U_{ПИТ}$ = 28 В CW	$P_{ВЫХ}$ = 10 Вт $f_{ТЕСТ}$ = 4 ГГц $К_{УР}$ = 12 дБ η_C = 50 % $U_{ПИТ}$ = 28 В CW	$P_{ВЫХ}$ = 15 Вт $f_{ТЕСТ}$ = 4 ГГц $К_{УР}$ = 11 дБ η_C = 50 % $U_{ПИТ}$ = 28 В CW	$P_{ВЫХ}$ = 25 Вт $f_{ТЕСТ}$ = 4 ГГц $К_{УР}$ = 9 дБ η_C = 50 % $U_{ПИТ}$ = 28 В CW	$P_{ВЫХ}$ = 50 Вт $f_{ТЕСТ}$ = 2,9 ГГц $К_{УР}$ = 13 дБ η_C = 50 % $U_{ПИТ}$ = 28 В CW	$P_{ВЫХ}$ = 100 Вт $f_{ТЕСТ}$ = 1,5 ГГц $К_{УР}$ = 13 дБ η_C = 45 % $U_{ПИТ}$ = 28 В CW
КТ-81С	КТ-81С	КТ-81С	КТ-81С	КТ-55С-1	КТ-55С-1



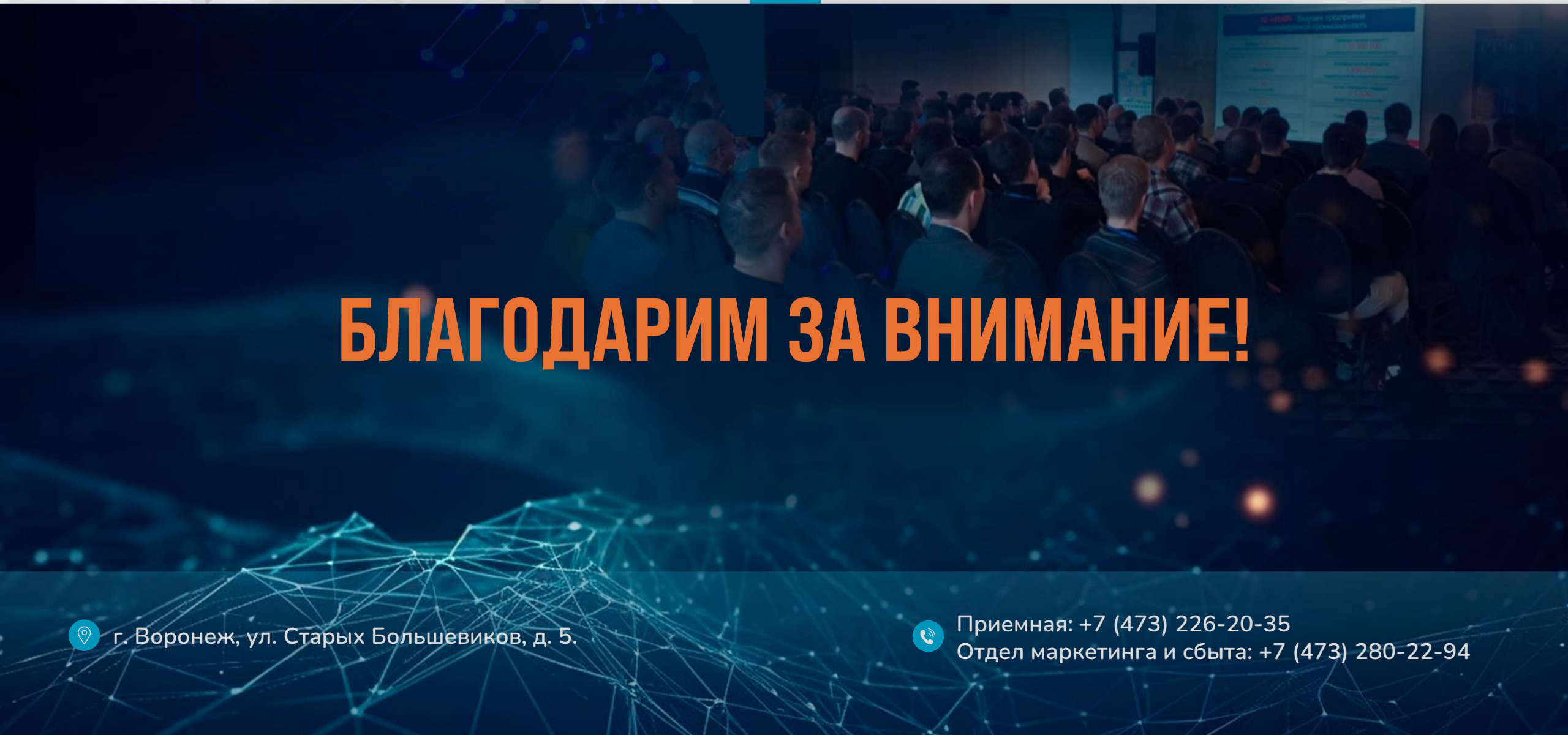
СОВРЕМЕННЫЕ GaN-ТРАНЗИСТОРЫ АО «НИИЭТ»

ПП9170А	ПП9170Б	ПП9170В	ПП9170Г	ПП9170Д	ПП9170Е
$P_{вых\ и}$ = 200 Вт $f_{ТЕСТ}$ = 2 ГГц $К_{УР}$ = 13 дБ η_C = 50 % $U_{ПИТ}$ = 50 В Q =10 Ти = 300 мкс	$P_{вых\ и}$ = 100 Вт $f_{ТЕСТ}$ = 3,1 ГГц $К_{УР}$ = 11 дБ η_C = 50 % $U_{ПИТ}$ = 50 В Q =10 Ти = 300 мкс	$P_{вых\ и}$ = 150 Вт $f_{ТЕСТ}$ = 3,1 ГГц $К_{УР}$ = 12 дБ η_C = 55 % $U_{ПИТ}$ = 50 В Q =10 Ти = 300 мкс	$P_{вых\ и}$ = 50 Вт $f_{ТЕСТ}$ = 4 ГГц $К_{УР}$ = 12 дБ η_C = 50 % $U_{ПИТ}$ = 50 В Q =10 Ти = 300 мкс	$P_{вых\ и}$ = 100 Вт $f_{ТЕСТ}$ = 4 ГГц $К_{УР}$ = 13 дБ η_C = 50 % $U_{ПИТ}$ = 50 В Q =10 Ти = 300 мкс	$P_{вых\ и}$ = 50 Вт $f_{ТЕСТ}$ = 6 ГГц $К_{УР}$ = 12 дБ η_C = 45 % $U_{ПИТ}$ = 45 В Q =10 Ти = 300 мкс
КТ-55С-1	КТ-55С-1	КТ-55С-1	КТ-81	КТ-55С-1	КТ-81
					

НИИЭТ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ
ЭЛЕМЕНТ

2026 II

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
АО «НИИЭТ»



БЛАГОДАРИМ ЗА ВНИМАНИЕ!

г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, д. 5.

Приемная: +7 (473) 226-20-35
Отдел маркетинга и сбыта: +7 (473) 280-22-94