



**Внутрисогласованные транзисторы, монокристаллы и гибридные СВЧ МИС на основе GaN и GaAs от изготовителей METDA, Neditek, HiWafer и IC Valley**

ИКИ РАН, 23 апреля 2024 года

О компании METDA	3
О компании Neditek	10
Номенклатура корпусированных транзисторов компаний METDA и Neditek	14
О компании HiWafer	18
О компании IC Valley	22
Компании, изделия которых можно заменить изделиями компаний METDA, Neditek, HiWafer и IC Valley	25
Модули усилителей мощности	27
Заключение	33



**О компании**

- **METDA** – маркетинговая и сбытовая компания 13-го научно-исследовательского института Китайской группы электронных технологий (CETC)
- Основными направлениями деятельности института являются исследования, разработка и производство СВЧ-изделий
- Номенклатура компании включает 9 типов, 34 серии и около 1000 наименований активных и пассивных ВЧ- и СВЧ-изделий для работы на частотах до 110 ГГц
- Изделия компании применяются в космическом, авиационном и медицинском оборудовании, оптоволоконных и беспроводных (наземных и спутниковых) системах связи
- Объем продаж компании в 2022 году составил 1,2 миллиарда долларов США, из которых объем продаж иностранным заказчикам – 43 миллиона долларов США
- В штате института более 300 инженеров-разработчиков СВЧ-устройств
- Центр по разработке и производству высоконадежных изделий площадью 27000 м<sup>2</sup>
- Центр по разработке и производству промышленных изделий площадью 15000 м<sup>2</sup>





The logo for BOWEI, consisting of a teal triangle icon followed by the word "BOWEI" in bold black capital letters.

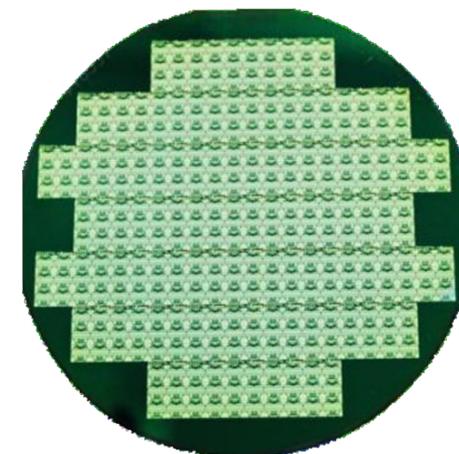
The logo for 普兴电子 (POSHING), featuring a blue and red square icon followed by the Chinese characters "普兴电子" and "POSHING" in black.



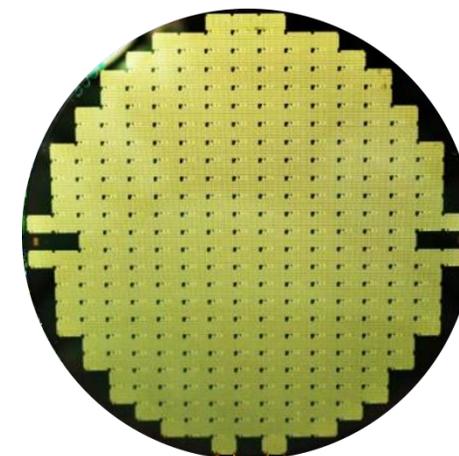
中瓷

The logo for 美泰微系统 (MT Microsystems), featuring the Chinese characters "美泰微系统" and "MT Microsystems" in black.

- Технологические процессы – GaAs, GaN, InP
- Топологические нормы – 0,5; 0,25; 0,15; 0,09 мкм
- Площадь «чистых» помещений – 3000 м<sup>2</sup>
- Производственные мощности – 40 000 пластин/год (план на 2023 год)

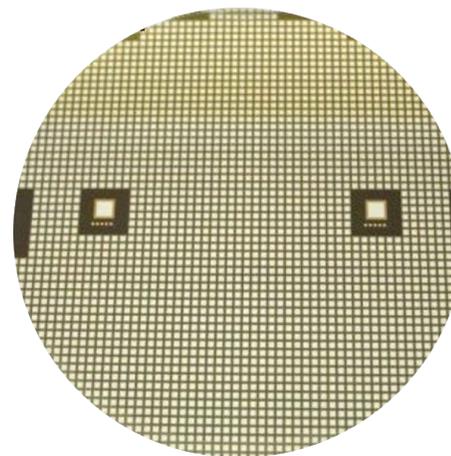


Пластина 4" GaAs

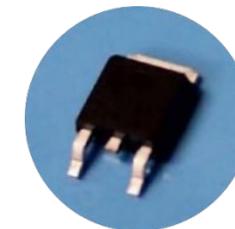
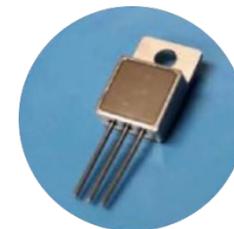
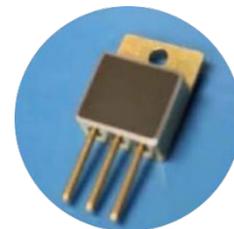
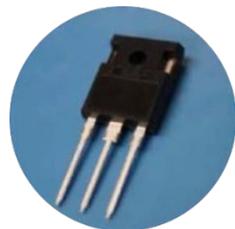
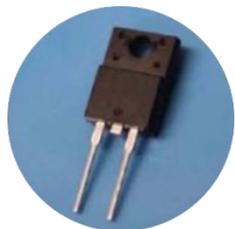
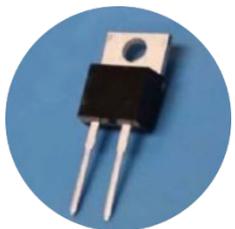


Пластина 4" GaN

- Технологические процессы – GaAs, GaN (СВЧ-изделия)
- Площадь «чистых» помещений – 3000 м<sup>2</sup>
- Топологические нормы – 0,5; 0,25; 0,15 мкм
- Производственные мощности
  - 20 000 пластин/год (на 2022 год)
  - 40 000 пластин/год (план на 2023 год)
  - 60 000 пластин/год (план на 2024-2025 годы)
- Технологический процесс – SiC (силовые изделия)
- Площадь «чистых» помещений – 4000 м<sup>2</sup>
  - 40 000 пластин/год (на 2022 год)
  - 40 000 пластин/год (план на 2023 год)
  - 60 000 пластин/год (план на 2024-2025 годы)



Пластина 6" SiC



- **Интегральные схемы корпусированные**
  - Малошумящие усилители
  - Усилители мощности на основе GaAs и GaN
  - Фазовращатели с цифровым управлением
  - Линии задержки с цифровым управлением
  - Атенюаторы с цифровым и аналоговым управлением
  - Многофункциональные интегральные схемы
  - Генераторы, управляемые напряжением
  - Переключатели
  - Смесители и преобразователи частоты
  - Ограничители мощности
  - Детекторы мощности
  - Делители и сумматоры мощности
- **Транзисторы корпусированные на основе GaAs и GaN**
- **Усилители мощности гибридные**
  - Малошумящие усилители многокристальные
  - Усилители мощности многокристальные
  - Усилители мощности с цепями согласования

- Усилители мощности
- Малошумящие усилители (МШУ)
- Генераторы, управляемые напряжением (ГУН)
- Переключатели
- Фазовращатели с цифровым управлением
- Делители
- Фильтры



**NEDITEK**

**О компании**

- **Neditek** – маркетинговая и сбытовая компания 55-го научно-исследовательского института Китайской группы электронных технологий (CETC)
- Основными направлениями деятельности института являются исследования, разработка и производство СВЧ-изделий
- **Neditek** является одной из двух компаний на материковом Китае, обладающих технологическими линиями для производства изделий на основе GaN по топологическим нормам 0,5, 0,25 и 0,15 мкм
- В штате института более 250 инженеров-разработчиков СВЧ-устройств
- Занимаемая площадь около 510000 м<sup>2</sup>



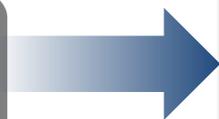
Микроэлектронные  
компоненты

Компоненты МЭМС

Оптоэлектронные  
компоненты

Корпуса

Электровакуумные  
приборы



СВЧ-компоненты на основе GaAs

СВЧ-компоненты на основе GaN

СВЧ-компоненты на основе Si

СВЧ-модули

Силовые компоненты на основе Si

Силовые компоненты на основе SiC

Компоненты на поверхностных  
акустических волнах (ПАВ)

**Монолитные интегральные схемы  
на основе GaAs  
для работы на частотах до 50 ГГц  
(более 500 серийных изделий)**

- Усилители мощности
- Малошумящие усилители (МШУ)
- Фазовращатели с цифровым управлением
- Атенюаторы с цифровым управлением
- Линии задержки
- Переключатели на основе FET
- Ограничители и делители мощности

**Монолитные интегральные схемы  
на основе GaN  
для работы на частотах до 96 ГГц  
(более 50 серийных изделий)**

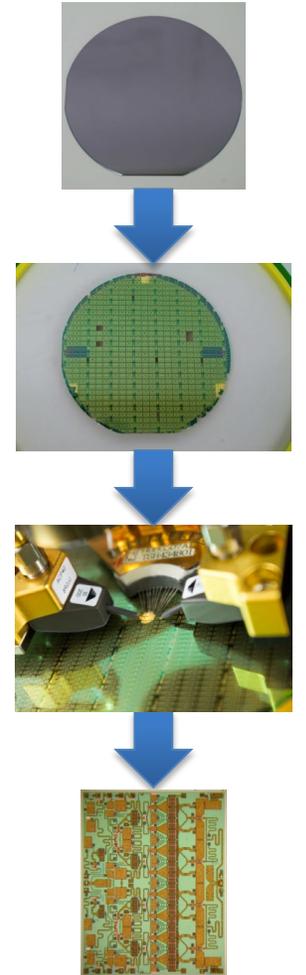
- Усилители мощности
- Переключатели на основе FET

**Многокристальные модули  
и транзисторы на основе GaAs  
(более 200 серийных изделий)**

- Модули для работы на частотах до 96 ГГц
- Внутрисогласованные транзисторы  
(2 – 15 ГГц)

**Многокристальные модули  
и транзисторы на основе GaN  
(более 40 серийных изделий)**

- Модули для работы на частотах до 20 ГГц
- Внутрисогласованные транзисторы  
(2 – 15 ГГц)



Технологический процесс GaAs



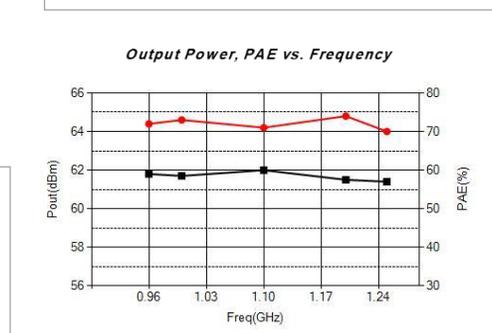
**Номенклатура корпусированных транзисторов  
компаний METDA и Neditek**

$P_{\text{вых.}}$ Вт	0 – 500 МГц	0,5 – 1 ГГц	1 – 2 ГГц	2 – 4 ГГц
1500-3000	2500 Вт, 15 дБ, 72% Импульсный режим 300 мкс, 10%		2000 Вт, 17 дБ, 65% Импульсный режим 100 мкс, 10%	
800 – 1500	1250 Вт, 18 дБ, 75% Импульсный режим 300 мкс, 15%		1500 Вт, 17 дБ, 65% Импульсный режим 100 мкс, 10%	
700 – 800	800 Вт, 17 дБ, 55% Импульсный режим 100 мкс, 10%		800 Вт, 14 дБ, 55% Импульсный режим 100 мкс, 10%	
600 – 700	680 Вт, 17 дБ, 70% Импульсный режим 300 мкс, 30%		650 Вт, 15 дБ, 65% Импульсный режим 300 мкс, 10%	
500 – 600	600 Вт, 16 дБ, 60% Импульсный режим 500 мкс, 10%	600 Вт, 16 дБ, 60% Импульсный режим 10 мкс, 4%	600 Вт, 15 дБ, 60% Импульсный режим 280 мкс, 10%	
400 – 500	500 Вт, 15 дБ, 70% Импульсный режим 10000 мкс, 20%		500 Вт, 15 дБ, 65% Импульсный режим 5000 мкс, 30%	
300 – 400	400 Вт, 18 дБ, 65% Непрерывный режим		400 Вт, 15 дБ, 65% Непрерывный режим	
200 – 300	300 Вт, 12,3 дБ, 65% Непрерывный режим		280 Вт, 14 дБ, 65% Непрерывный режим	
100 – 200	200 Вт, 17 дБ, 70% Непрерывный режим	200 Вт, 13,5 дБ, 62% Непрерывный режим	200 Вт, 13 дБ, 65% Непрерывный режим	200 Вт, 10 дБ, 55% Непрерывный режим
0 – 100	100 Вт, 17 дБ, 70% Непрерывный режим	60 Вт, 16 дБ, 70% Непрерывный режим	100 Вт, 15 дБ, 65% Непрерывный режим	

$P_{\text{вых.}}$ Вт	L-диапазон	S-диапазон	C-диапазон	X-диапазон
500 – 700		600 Вт, 11 дБ, 53% Импульсный режим 100 мкс, 10%		
400 – 500		500 Вт, 14 дБ, 60% Импульсный режим 2000 мкс, 20%		500 Вт, 8 дБ, 35% Импульсный режим 1000 мкс, 20%
300 – 400		400 Вт, 13 дБ, 55% Импульсный режим 400 мкс, 20%		
200 – 300		300 Вт, 14 дБ, 55% Импульсный режим 300 мкс, 20%	300 Вт, 12 дБ, 50% Импульсный режим 400 мкс, 20%	300 Вт, 9 дБ, 40% Импульсный режим 100 мкс, 10%
100 – 200	200 Вт, 14 дБ, 60% Непрерывный режим	200 Вт, 13 дБ, 50% Импульсный режим 600 мкс, 30%	200 Вт, 12 дБ, 50% Импульсный режим 300 мкс, 20%	200 Вт, 8 дБ, 38% Импульсный режим 1000 мкс, 20%
50 – 100	100 Вт, 14 дБ, 70% Непрерывный режим	100 Вт, 12 дБ, 60% Непрерывный режим	100 Вт, 12 дБ, 55% Непрерывный режим	100 Вт, 7 дБ, 37% Непрерывный режим
30 – 50	50 Вт, 28 дБ, 60% Непрерывный режим	40 Вт, 11 дБ, 55% Непрерывный режим	50 Вт, 11 дБ, 40% Непрерывный режим	50 Вт, 8 дБ, 40% Непрерывный режим
0 – 30	30 Вт, 25 дБ, 60% Непрерывный режим	30 Вт, 11 дБ, 55% Непрерывный режим	25 Вт, 10 дБ, 45% Непрерывный режим	30 Вт, 9,5 дБ, 45% Непрерывный режим

Также доступны согласованные транзисторы  $K_u$ -диапазона мощностью до 50 Вт.

## 0,96 – 1,23 ГГц (L-диапазон), 1500 Вт, несогласованный



Рабочий диапазон частот: 0,96 – 1,23 ГГц

Выходная мощность: 1500 Вт

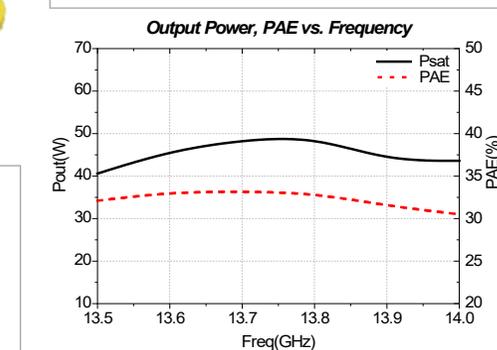
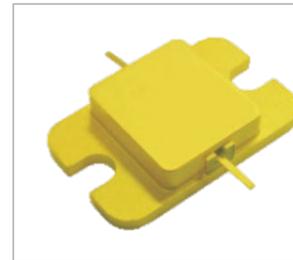
Коэффициент усиления:  $\geq 15$  дБ

КПД:  $\geq 70\%$

Условия испытаний:  $V_{GS} = -2,6$  В,  $V_{DS} = 50$  В, импульсный режим – 10 мкс, 5%

Размеры: 25,4 x 20,16 x 3 мм

## 13,5 – 14 ГГц (K<sub>u</sub>-диапазон), 40 Вт, согласованный



Рабочий диапазон частот: 13,5 – 14 ГГц

Выходная мощность: 40 Вт

Коэффициент усиления:  $\geq 7$  дБ

КПД:  $\geq 30\%$

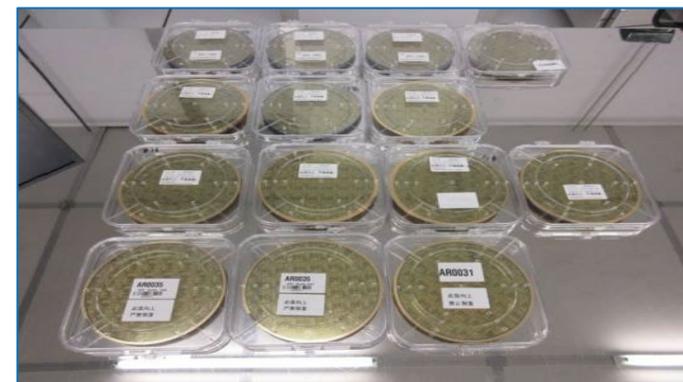
Условия испытаний:  $V_{GS} = -1,5$  В,  $V_{DS} = 28$  В, импульсный режим – 100 мкс, 10%

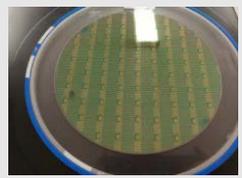
Размеры: 21,0 x 12,9 x 5,0 мм



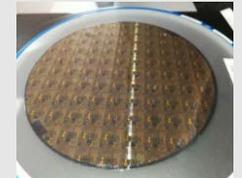
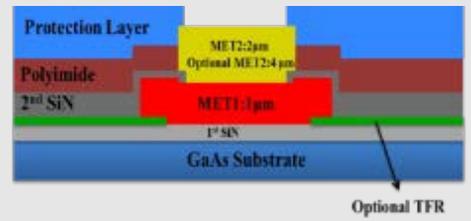
**О компании**

- **HiWafer** – маркетинговая и сбытовая компания 29-го научно-исследовательского института Китайской группы электронных технологий (CETC)
- Основными направлением деятельности института является предоставление услуг «foundry»
- Производство пластин диаметром 6 дюйма
- Освоено шесть технологических процессов
- Площадь чистых помещений 5000 м<sup>2</sup>
- В штате компании 379 сотрудников

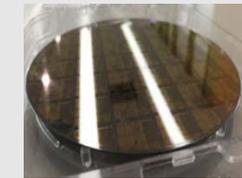
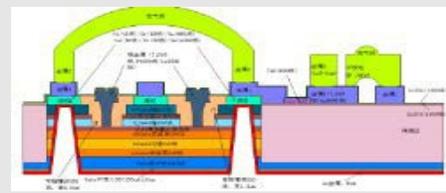




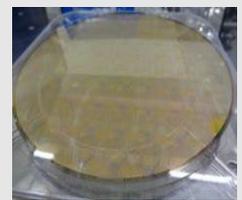
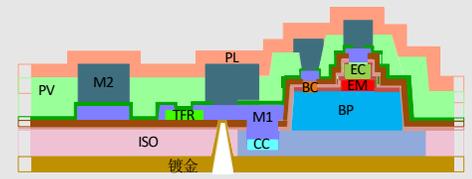
Интегрированные  
пассивные  
компоненты  
(IPD)  
0 – 100 ГГц



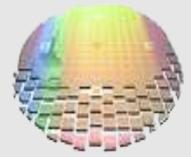
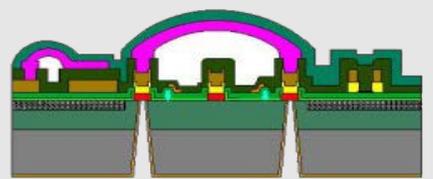
0,25 мкм  
GaAs pHEMT  
0 – 20 ГГц



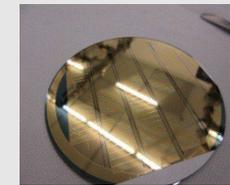
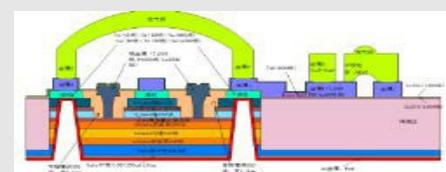
2 мкм  
GaAs HBT  
0-10 ГГц



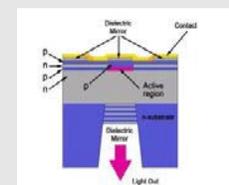
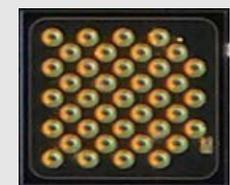
0,25 мкм  
GaN HEMT  
0 – 18 ГГц



0,15 мкм  
GaAs pHEMT



InP, GaAs



Маломощные усилители (МШУ)

DC – 20 ГГц

Транзисторы

2 – 18 ГГц

Смесители и умножители частоты

DC – 20 ГГц

Многофункциональные микросхемы

6,8 – 18,4 ГГц

Фильтры (НЧ, полосовые, режекторные)

DC – 20 ГГц

Усилители мощности

0,8 – 20 ГГц

Аттенюаторы, фазовращатели  
и линии задержки

DC – 20 ГГц

Переключатели

DC – 20 ГГц

Делители и ограничители мощности

0,5 – 20 ГГц

Эквалайзеры

0,5 – 18 ГГц



**О компании**

- **IC Valley** – частная компания, расположенная в городе Хэфэй провинции Аньхой
- Компания представляет собой дизайн-центр, не обладающий фабрикой для производства кристаллов, но обладающий производственными мощностями для корпусирования
- Ведущие разработчики компании начинали свою карьеру в таких компаниях, как Triquint, Hittite и Huawei
- В штате компании 350 сотрудников



Маломощные усилители (МШУ)

0,1 – 20 ГГц

Аттенюаторы

DC – 25 ГГц

Делители и ограничители мощности

DC – 20 ГГц

Фильтры

DC – 10 ГГц

Усилители мощности

DC – 20 ГГц

Переключатели

DC – 20 ГГц

Эквалайзеры

0,1 – 18 ГГц

Генераторы, управляемые напряжением  
(ГУН)

2,5 – 20 ГГц



**METDA**



**HiWAFER**

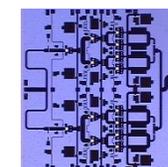
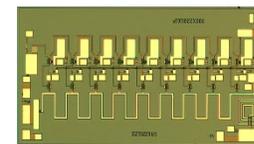
**NEDITEK**



**IC Valley**

**Компании, изделия которых возможно заменить  
изделиями компаний METDA, Neditek, HiWafer и IC Valley**

- Sumitomo (ex. Fujitsu)
- Toshiba
- Cree Wolfspeed
- Analog Devices (ex. Hittite Microwave)
- Qorvo (ex. RFMD & TriQuint)
- MACOM
- MITEQ
- Teledyne Cougar
- API Technologies (ex. Spectrum Microwave)
- Broadcom Technologies (ex. Avago Technologies)





## Модули усилителей мощности

# Модули усилителей мощности по ТЗ заказчика (слайд 1)

- Рабочий диапазон частот: 9,3 – 9,9 ГГц
- Режим работы: импульсный (длительность импульса 40 мкс;  $K_{\text{заполнения}}$  5 – 10%)
- Выходная мощность: 58,5 дБм (700 Вт)
- КСВН по входу: 2:1
- Напряжение питания: 48 В и 28 В постоянного тока
- Потребляемый ток:
  - По линии 48 В: 8,5 А (средний), 80 А (импульсный)
  - По линии 28 В: 1 А (средний), 7,5 А (импульсный)
- Соединители:
  - Радиочастотный вход: SMA-K
  - Радиочастотный выход: волноводный WR112 28,5 x 12,6
  - Питание и интерфейс управления: Micro-D-Sub-25
- Габаритные размеры: 230 x 130 x 70 мм (без учета соединителей)

## Модули усилителей мощности по ТЗ заказчика (слайд 2)

- Рабочий диапазон частот: 4 – 18 ГГц
- Режим работы: непрерывный
- Выходная мощность: 42 дБм (16 Вт)
- Коэффициент усиления: 42 дБ
- Неравномерность коэффициента усиления:  $\pm 1$  дБ
- КСВН по входу: 2:1
- Напряжение питания: 28 В постоянного тока
- Потребляемый ток: 5 А
- Соединители:
  - Радиочастотный вход: SMA-K
  - Радиочастотный выход: SMA-K
  - Питание и интерфейс управления: Micro-D-Sub-9
- Габаритные размеры: 120 x 60 x 20 мм (без учета соединителей)

# Модули усилителей мощности серийные (слайд 1)

F <sub>РАБ</sub> МГц	P <sub>ВЫХ</sub> дБм	K <sub>у</sub> дБ	Неравномерность K <sub>у</sub> дБ	КСВН	K <sub>ИНТЕРМОДУЛЯЦИОННЫХ ИСКАЖЕНИЙ</sub> 3-ГО ПОРЯДКА дБн	K <sub>ГАРМОНИЧЕСКИХ ИСКАЖЕНИЙ</sub> дБн		V <sub>ПИТ</sub> В
						2-ГО ПОРЯДКА	3-ГО ПОРЯДКА	
1-30	45	40	±0,75	1,5	30	20	15	28
1-30	52	40	±1,5	1,5	30	18	13	28
1,5-80	43	40	±1	1,5	28	18	13	28
10-80	44	51	±1,5	1,5	28	18	13	28
10-80	50	49	±1,5	1,5	28	18	13	28
30-512	43	40	±1	1,5	27	18	13	28
30-512	47	45	±1,5	1,5	28	18	13	28
30-512	50	45	±1,5	1,5	27	18	13	28
30-610	50	40	±1,5	1,5	27	20	15	28
30-678	43	40	±1,5	1,5	27	18	13	28
30-678	47	45	±1,5	1,5	27	18	13	28
30-678	50	48	±1,5	1,5	28	18	13	28
100-1000	43	40	±1,5	1,5	28	18	13	28
100-1000	50	45	±2	1,5	28	18	13	28
512-1300	43	40	±1,5	1,5	28	18	13	28
512-1300	48	40	±1,5	1,5	25	18	13	28
1300-2500	43	40	±1,5	1,5	28	18	13	28
1300-2500	48	45	±1,5	1,5	25	18	13	28

# Модули усилителей мощности серийные (слайд 2)

F <sub>РАБ</sub> ГГц	P <sub>ВЫХ</sub> дБм	K <sub>у</sub> дБ	Неравномерность K <sub>у</sub> дБ	КСВН	K <sub>ИНТЕРМОДУЛЯЦИОННЫХ ИСКАЖЕНИЙ</sub> 3-ГО ПОРЯДКА дБн	K <sub>ГАРМОНИЧЕСКИХ ИСКАЖЕНИЙ</sub> дБн		V <sub>ПИТ</sub> В
						2-ГО ПОРЯДКА	3-ГО ПОРЯДКА	
1-2	44,8	40	±2	1,5	25	18	13	28
1-2	50	45	±2	1,5	25	15	11	28
2-4	40	40	±2	1,5	25	18	13	28
2-4	47	40	±2	1,5	25	15	11	28
2-6	44,8	40	±2	1,5	25	15	11	28
2-6	47	40	±3	1,5	25	15	11	28
4-8	43	40	±2	1,5	27	18	13	28
4-8	47	45	±2	1,5	25	15	11	28
6-12	43	40	±2	1,5	-	-	-	28
6-12	47	45	±2	1,5	-	-	-	28
6-18	40	40	±2	1,5	-	-	-	28
6-18	43	40	±2	1,5	-	-	-	28
8-12	40	40	±2	1,5	-	-	-	28
8-12	47	20	±2	1,8	-	-	-	28
13-15,5	47	19	±2	-	-	-	-	28
13-15,5	51	50	±2	-	-	-	-	28

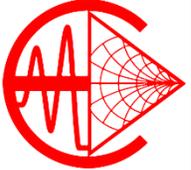
# Модули усилителей мощности серийные (слайд 3)

$F_{РАБ}$ ГГц	$P_{ВЫХ}$ дБм	$K_u$ дБ	Неравномерность $K_u$ дБ	$V_{ПИТ}$ В
26,5–31	40	40	±2	28
26,5–31	47	45	±2	28
26–40	30	40	±2	28
27,5–33,5	40	19	±2	28
27,5–33,5	48	15	±2	28
27,5–33,5	53	53	±2	28
30–40	41	15	±2	28
30–40	48,5	48	±1,5	28
32–38	43	17	±2	28
32–38	46	16	±2	28
32–40	43	17	±2	28
32–40	48,5	48	±2	28
34–36	51,5	18	±2	28
40–47	40	46	–	28
40–47	43	46	–	28
43–45	43	43	–	28
43–45	54	54	–	28

 **METDA**

 **HiWAFER**

**NEDITEK**

 **IC Valley**

**Заключение**

- Полное отсутствие экспортных ограничений на поставки в РФ (ITAR, EAR Free)
  - В номенклатуре компаний METDA, Neditek, HiWafer и IC Valley представлены изделия, не уступающие по техническим характеристикам изделиям производителей США и ЕС
  - Технологический процесс полностью локализован на территории материкового Китая
  - Компании METDA и Neditek предоставляют возможность разработки и производства изделий по ТЗ заказчика по технологическим процессам GaN HEMT с топологической нормой 0,25, 0,15 и 0,1 мкм
  - Фабрики КНР приближаются к мировым лидерам по технологическим возможностям производства изделий на основе GaAs и GaN
- 
- **Ссылки на каталоги изделий всех озвученных в презентации компаний будут предоставлены Вам после окончания семинара**



**Хмелев  
Василий Олегович**

**Руководитель проектов  
по СВЧ микроэлектронике  
и SIP-модулям**

**+7 911 261-04-08  
v.hmelev@aoepsilon.ru**