

# Гетеродинный приемник на 1.2 ТГц для спектрометра SWI европейского космического аппарата JUICE

Гольцман Г. Н.<sup>1</sup>, Шураков А. С.<sup>2</sup>, Родин А. В.<sup>3,4</sup>,  
Федорова А. А.<sup>3</sup>

Астро-Космический Центр ФИАН  
ЗАО “Сверхпроводниковые нанотехнологии”  
Московский Физико-Технический Институт  
Институт Космических Исследований РАН

# Почему 400-600 ГГц и 1080-1270 ГГц?

*Юпитер:*

**Полоса 1 (600 ГГц):**

- измерения тяжелых молекул  $\text{CH}_3\text{CCH}$ ,  $\text{HC}_3\text{N}$ ;
- в два раза лучшее отношение сигнал-шум;

**Полосы 2 (1200 ГГц):**

- присутствие линий  $\text{CH}_4$  для измерения температурных полей, метан имеет равномерное распределение с высотой;
- слабые линии изотопов;
- обеспечивает в 2 раза лучшее и пространственное разрешение и разрешение по скорости ветра.

*Спутники:*

**Полоса 1 (600 ГГц):**

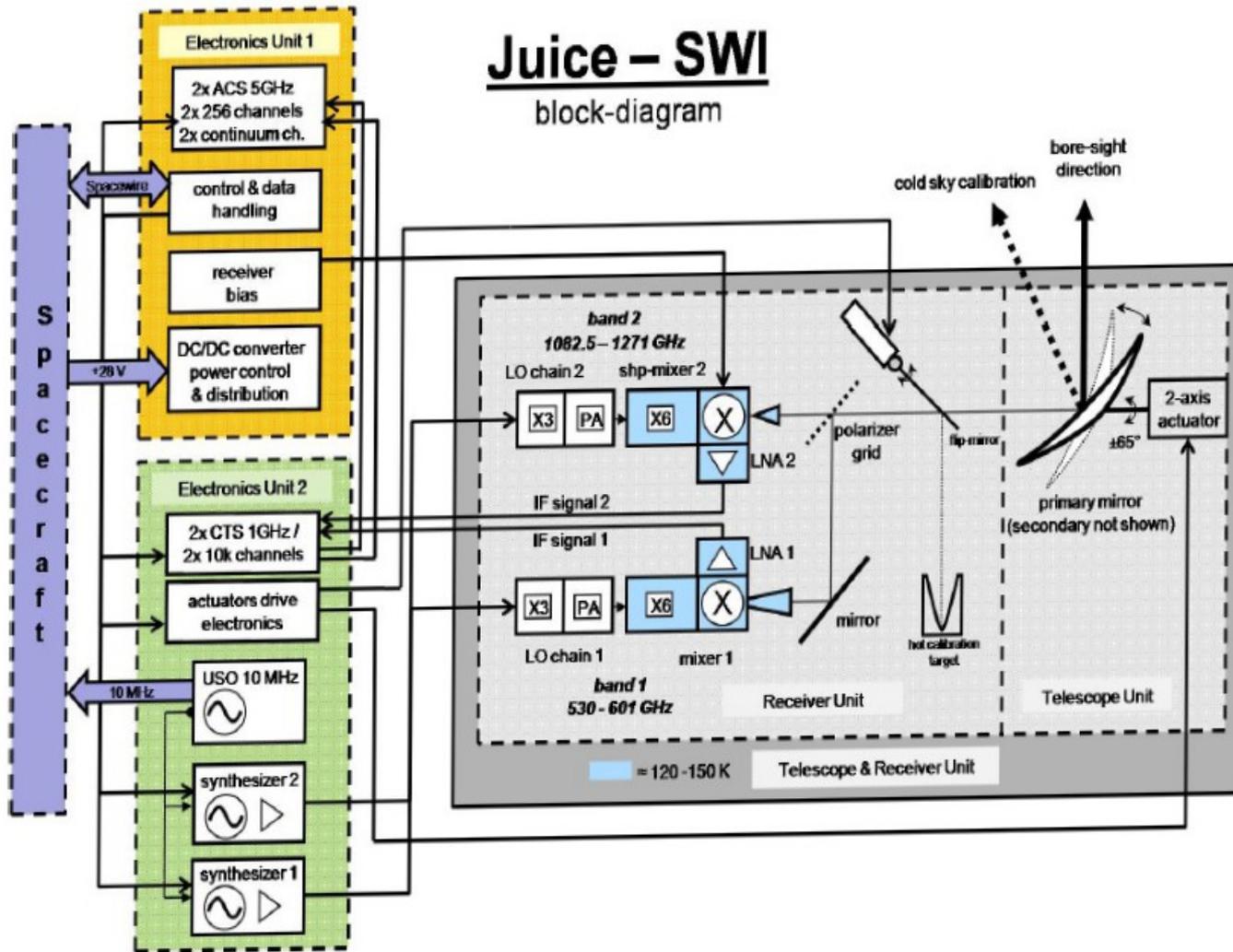
- лучший сигнал-шум для  $\text{H}_2\text{O}$  линий, линия  $\text{CO}$ ;

**Полоса 2 (1200 ГГц):**

- наблюдения  $\text{O}_2$ ;
- больше линий воды особенно слабых и изотопических линий, необходимо для восстановления температуры.

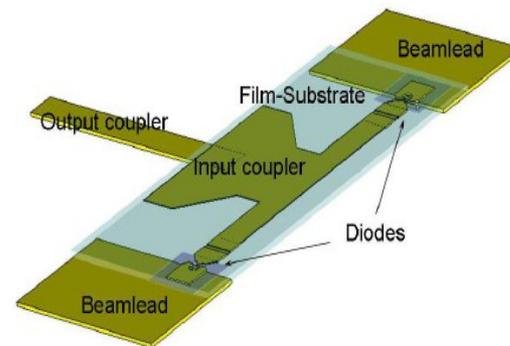
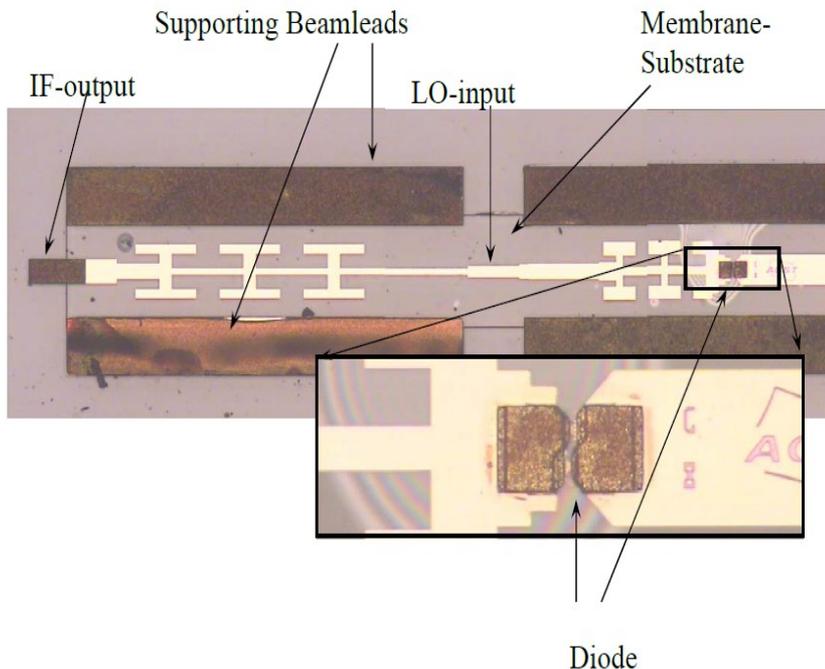
Одновременные измерения необходимы в верхней атмосфере Юпитера и в экзосферах спутников по линиям воды.

# Гетеродинный приемник на 1.2 ТГц: Блок-схема инструмента

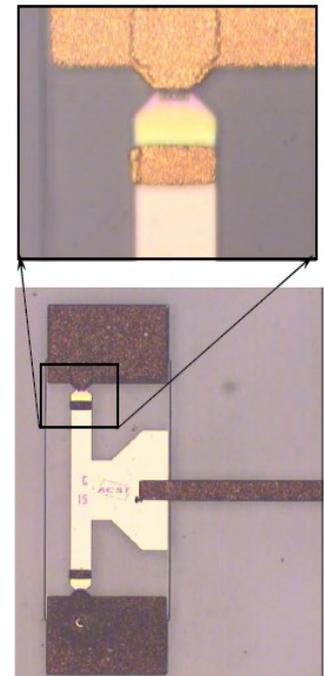


# Schottky diode based SHP mixer and Frequency doubler

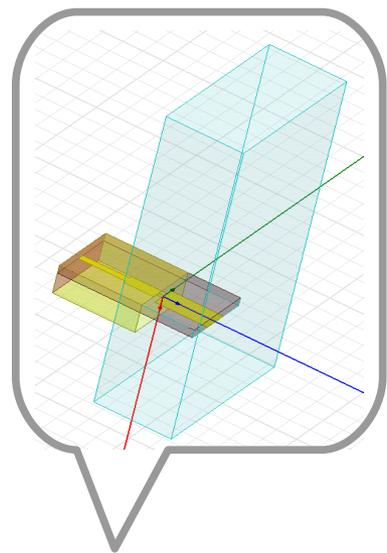
- ➔ Wafers with Schottky contact structures are to be purchased from ACST GmbH.
- ➔ The integrated SHP mixer circuits along with the 300 GHz frequency doublers will be designed and fabricated at our technological facility in Moscow.



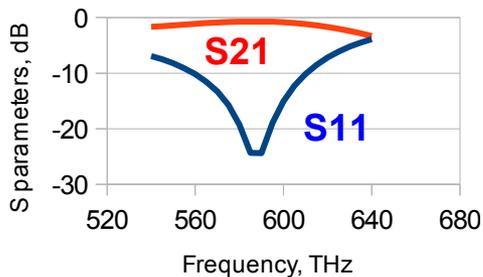
- GaAs-mesa enclosed between thick Au-metallization and anode.
- Just one anode per arm and anti-series configuration offers opportunity for an excellent heat-dissipation.



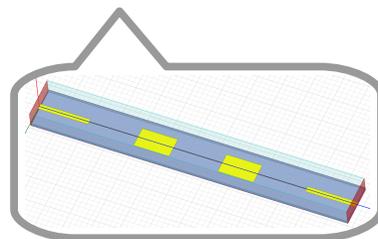
# Смеситель субгармонической накачки на основе ДБШ



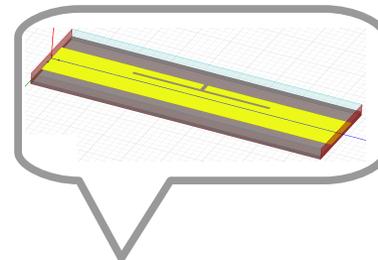
Волноводно-полосковый переход (600 ГГц)



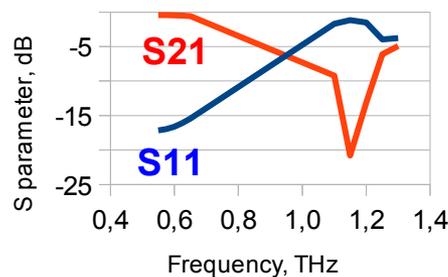
Фильтр низких частот



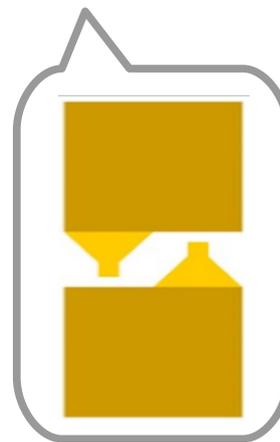
или



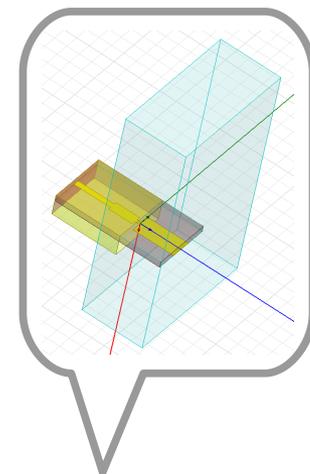
Полосно-заградительный фильтр



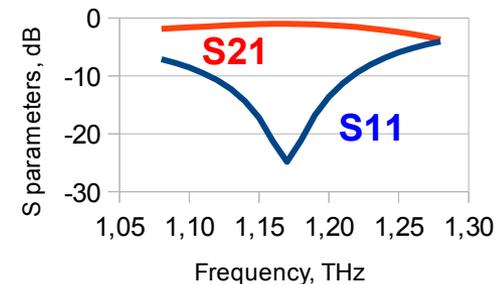
Два варистора в анти-параллельной конфигурации на кварцевой подложке, толщиной 5 мкм



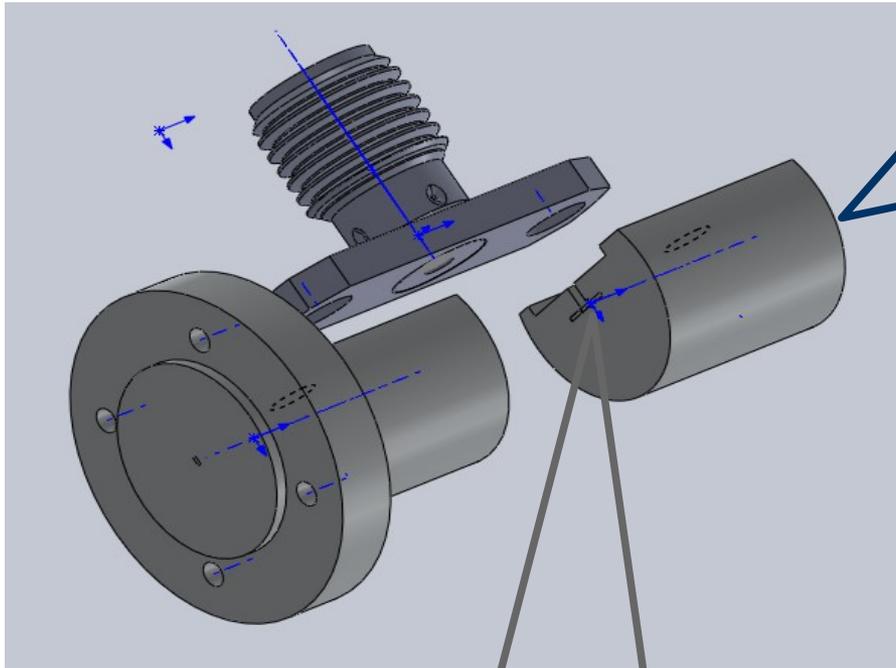
Выход ПЧ +  
Смещение по постоянному току



Волноводно-полосковый переход (1200 ГГц)



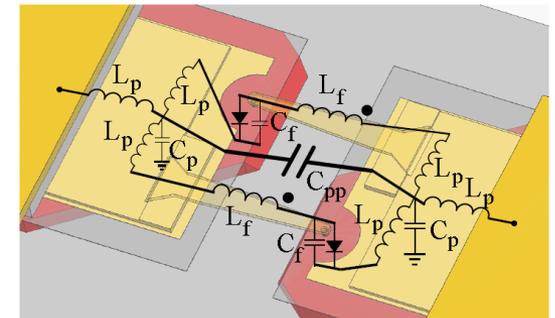
# Волноводная смесительная камера



Волноводная камера

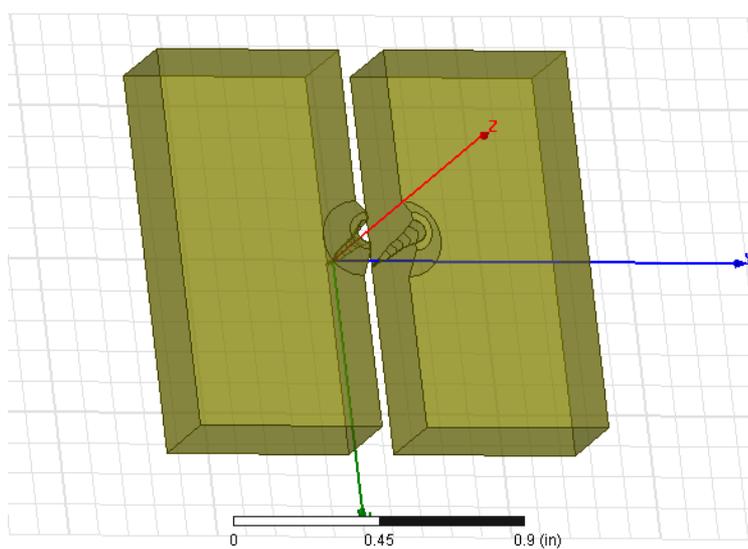
Чип смесителя на основе антипараллельной диодной пары

- 90-градусный волноводный поворот;
- волноводный переход “прямоугольник-круг”;
- рупорная гладкостенная антенна.



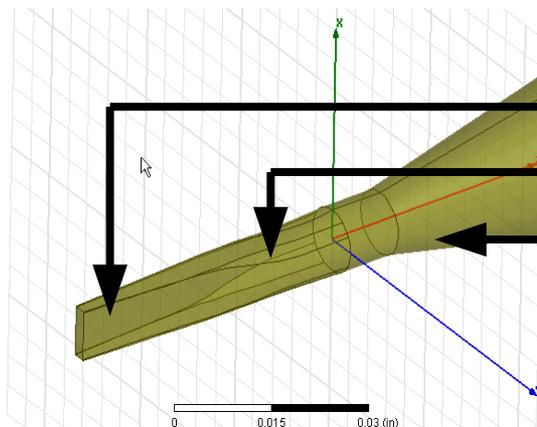
Эквивалентная схема антипараллельной пары ДБШ

# Waveguide mixer block



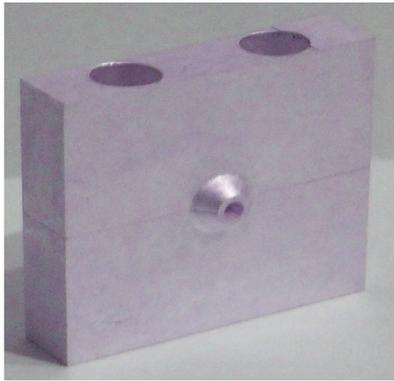
The mixer block carries a profiled, smooth walled, feed horn fabricated in an E-plane split block by direct machining.

The feed horn splits into 3 sections:



- Rectangular waveguide;
- Rectangular to circular transition;
- Horn antenna.

# Изготовление волноводной смесительной камеры



✓ Передняя часть камеры представляет собой составной блок, разрезанный по Н-плоскости и изготовленный путем прицезсионной фрезировки.

✓ Оценочная входная полоса системы «рупорная антенна – циркулярно-прямоугольный» переход составляет 1050-1290 ГГц.

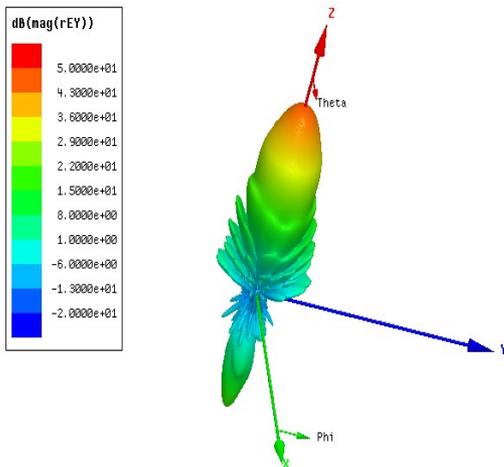
✓ Основные параметры рупорной антенны:

FWHM = 0.194

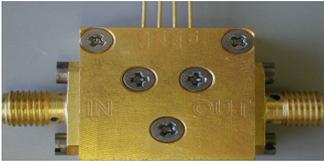
Боковой лепесток: -21 дБ

Крос-поляризация: -34 дБ

✓ Изготовление осуществлялось в Институте прикладной физики Российской Академии Наук (г. Нижний Новгород)

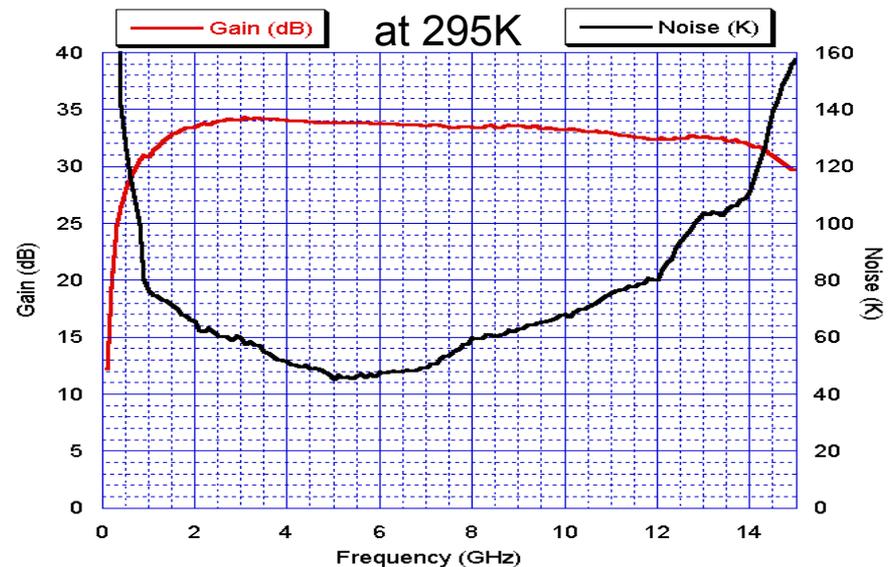
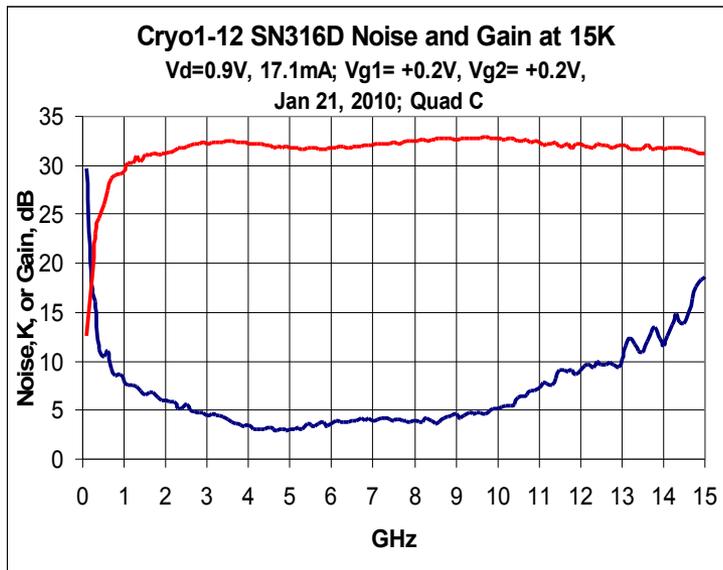


# Low Noise Amplifier for receiver's IF output



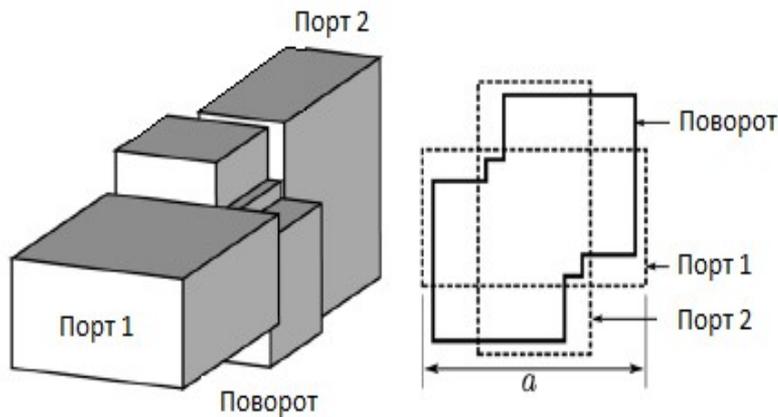
CITCRYO1-12A-1, Cal  
Tech Univ.\*

- The amplifier is going to be cooled down to 100 K passively.
- The temperature fluctuation of  $\sim 50$  K is expected due to the changes of effective environmental temperature.
- To get a reasonably high value of Allan time, weak dependence of the amplifier performance on an operating temperature value is required.
- An amplifier covering the frequency range of 3GHz to 8.5GHz is to be purchased from S. Weinreb.



\*S. Weinreb, "Matched wideband low-noise amplifiers for radio astronomy," Review of Sci. Instr., 80, 2009.

# 90-градусный волноводный поворот диапазона 1080-1280 ГГц

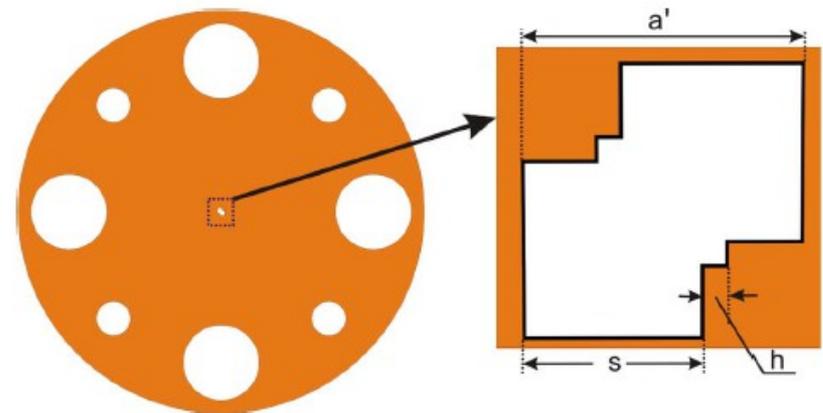


Волноводная диафрагма-поворот

Принципиальная схема

Потери на отражение  $\leq -20$  дБ

Входные потери  $\leq -0.5$  дБ



**Thank you for  
your attention!!!**