

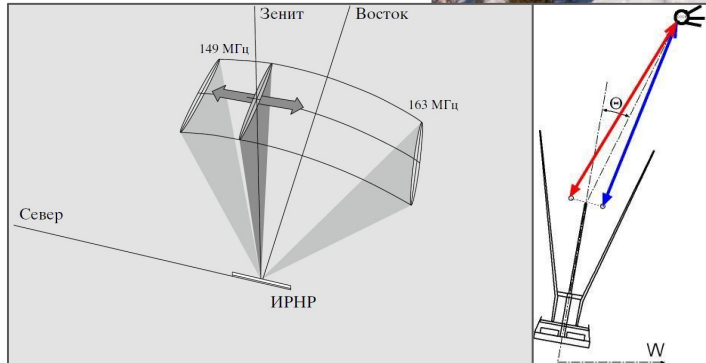
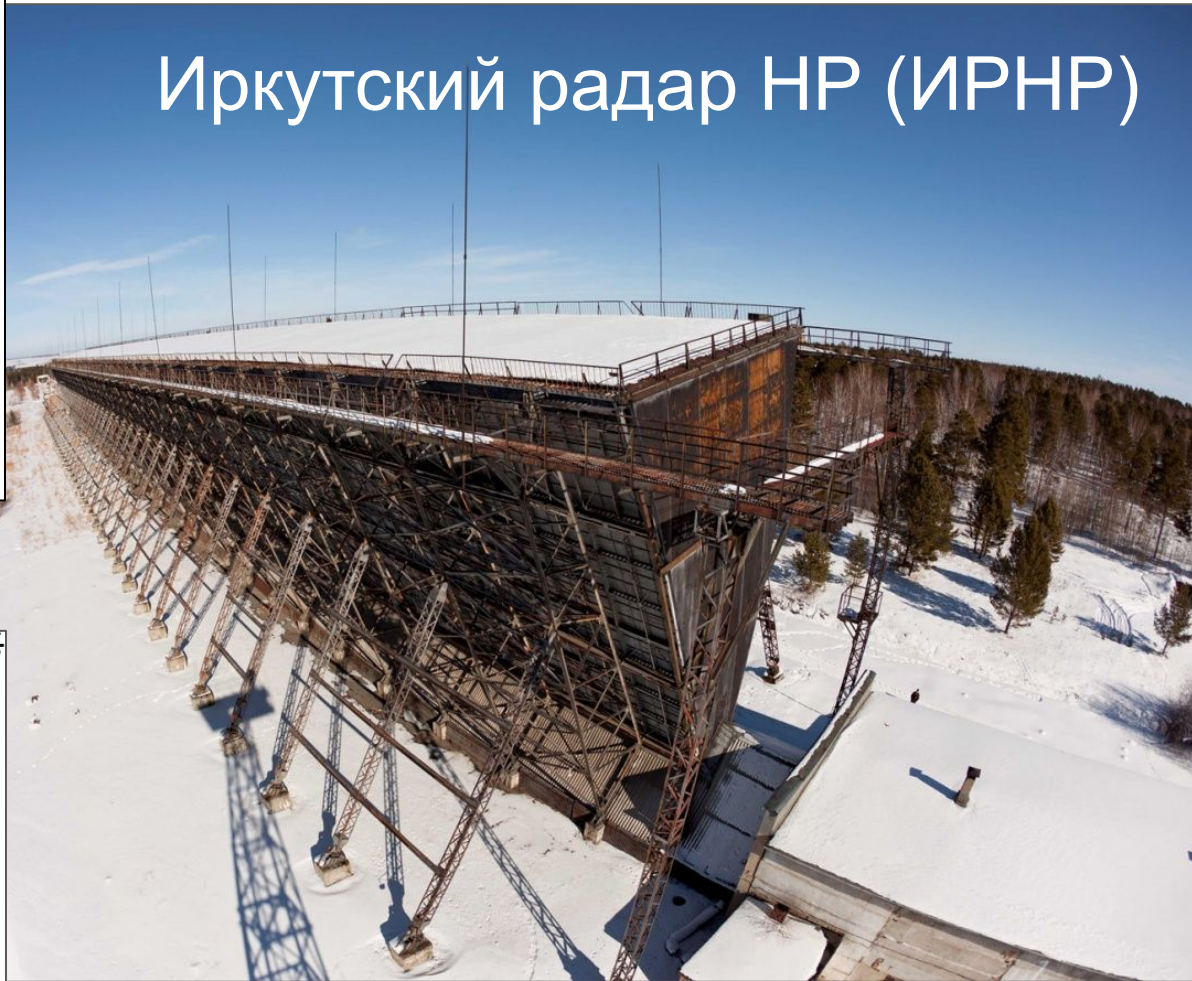


Наблюдение абсолютного потока солнечного излучения на Иркутском радаре некогерентного рассеяния

Сетов А. Г. , Васильев Р. В., Медведев А. В., Кушнарев Д. С.

- Рупорная антенна 246×12 м
- 2 полурупора
- $f = 154\text{-}162$ МГц
- Частотный принцип сканирования
- Наклонение луча на 30° на юг
- Поляризационный фильтр
- $P_t \leq 3$ МВт
- Луч $0.5^\circ \times 10^\circ$

Иркутский радар НР (ИРНР)



Актуальность измерения солнечного потока на ИРНР



Метровые спектрометры
10-1000 МГц
Низкая чувствительность,
редко/плохо калибруются



Nançay Radio Heliograph
150-450 МГц
В открытом доступе нет
данных после 01.2015

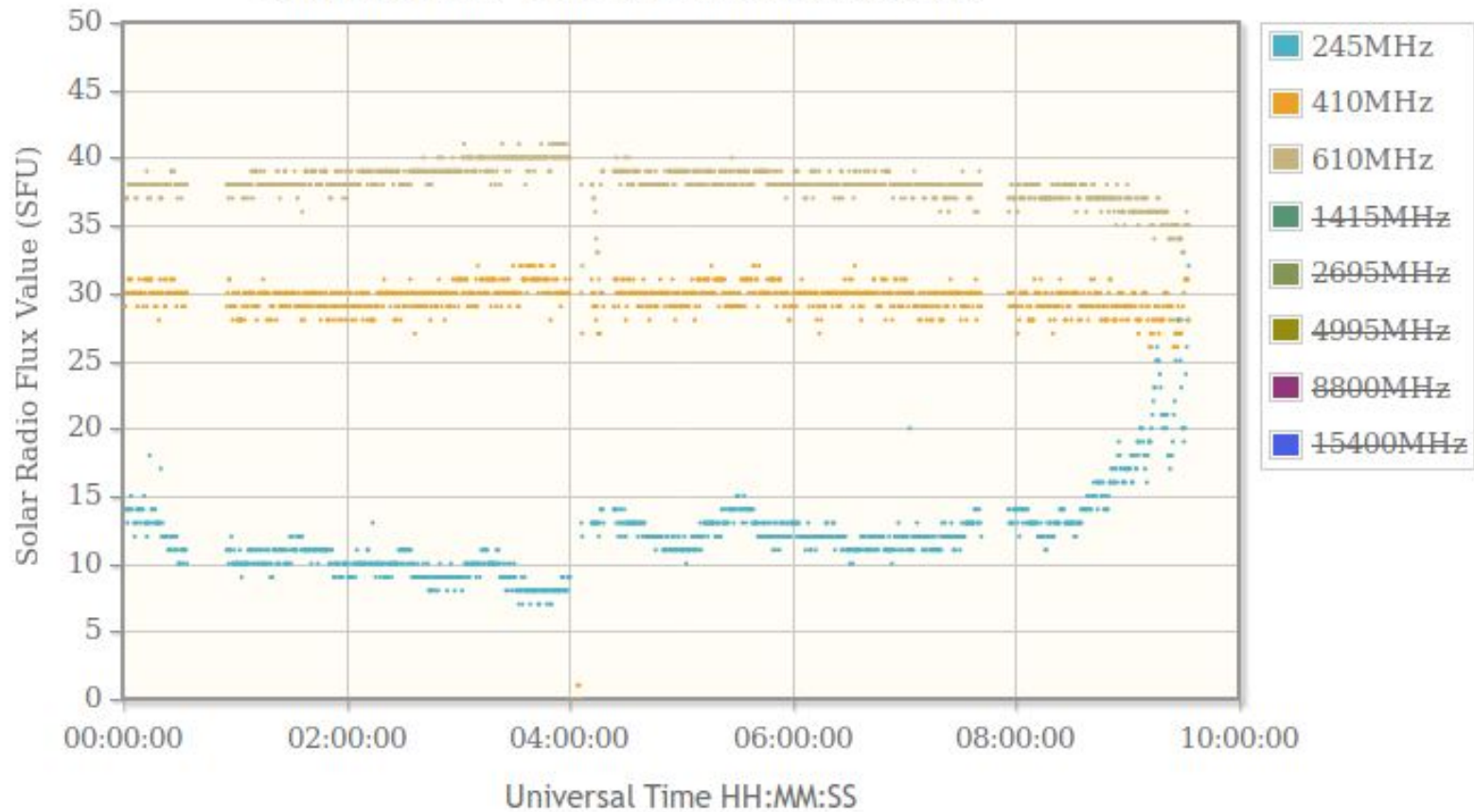


Метровые радиотелескопы

- LOFAR, 10-230 МГц
- MWA, 70-300 МГц

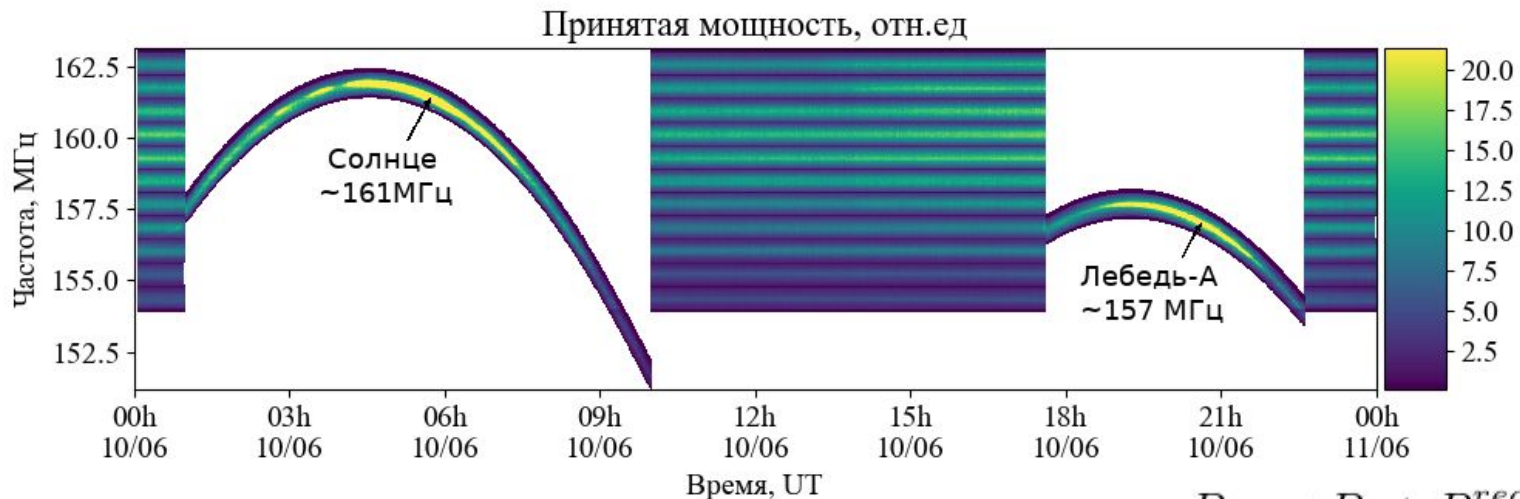
Солнце наблюдают только в
отдельных экспериментах

Learmonth Solar Radio SRD data on 01/07/2017



Пассивные измерения на ИРНР

- 11 фиксированных частот в **режиме сканирования**
- одна изменяющаяся частота в **режиме слежения** за радиоисточниками



$$P_d = gP_r + P_n^{rec} + P_n^{sky}$$

Подобный режим позволяет каждый день калибровать ИРНР по уровню сигнала от Лебедя-А и от общего шума неба

Метод определения потока солнечного излучения

Спектральная плотность потока определяется как

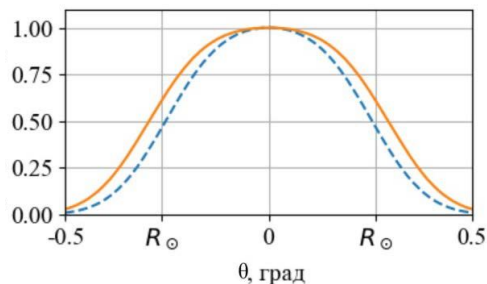
$$S = \int_{source} I(\theta, \phi) d\Omega \quad , \text{ где } I(\theta, \phi) - \text{интенсивность}$$

Мощность на по данным ИРНР:

$$P_d = C \int_{4\pi} I(\theta, \phi) F^2(\theta, \phi) d\Omega + P_{noise}$$

$I(\theta, \phi)$ неизвестно, поэтому сделаем допущение о форме распределения интенсивности:

$$I(\theta, \phi) \approx ay(\theta, \phi)$$

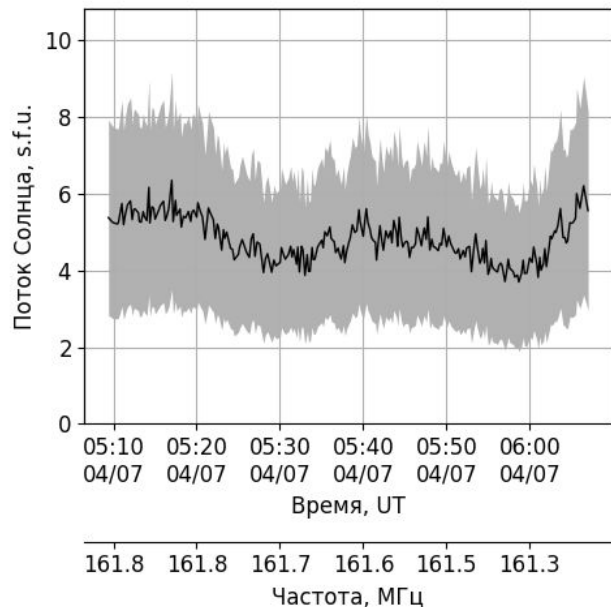


Оранжевая линия -
направление восток-запад

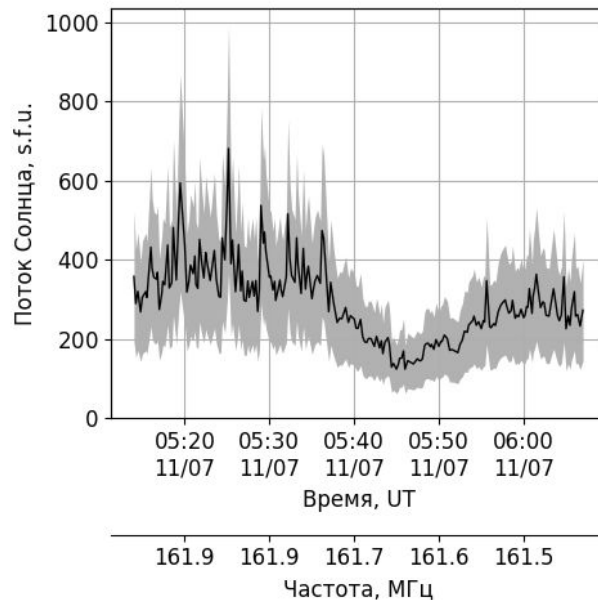
Голубая линия -
направление север-юг

Измеренный солнечный поток

Спокойное Солнце, 04.07.2017



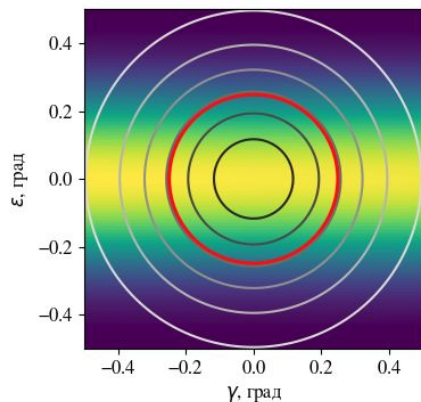
Радиобуря, 11.07.2017



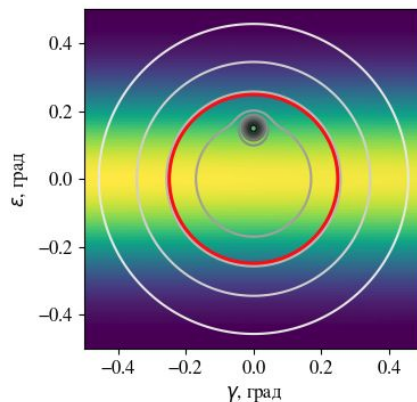
$$\text{s.f.u.} = \text{solar flux unit} = 10^4 \text{ Ян} = 10^{-22} \text{ Вт м}^{-2} \text{ Гц}^{-1}$$

Границы применимости модели интенсивности

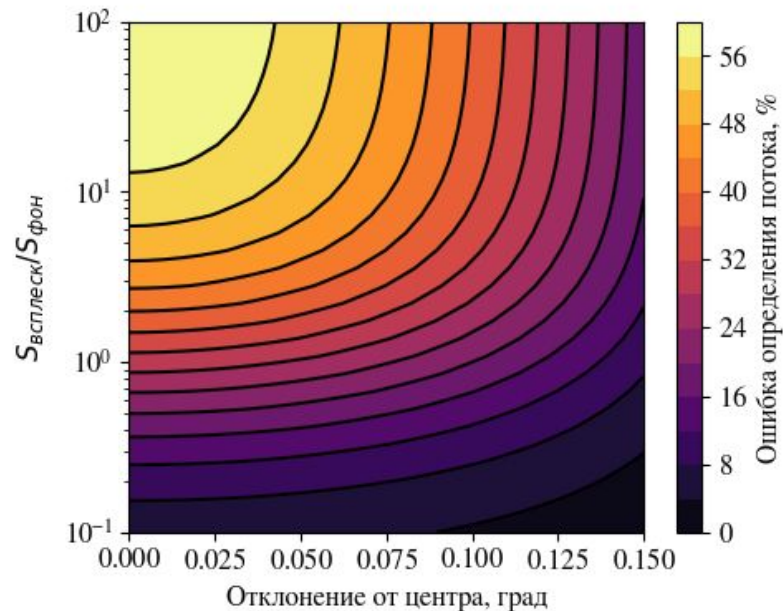
Спокойное Солнце



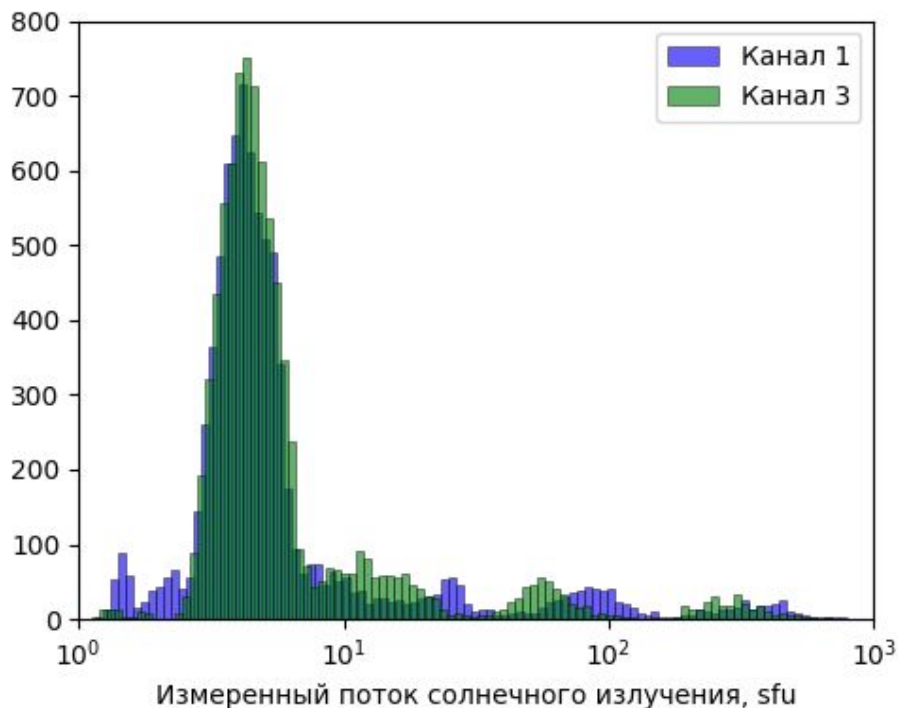
Всплеск



Фоновый цвет - диаграмма направленности.
Красным отмечен солнечный диск.
Контурами показана модель интенсивности.



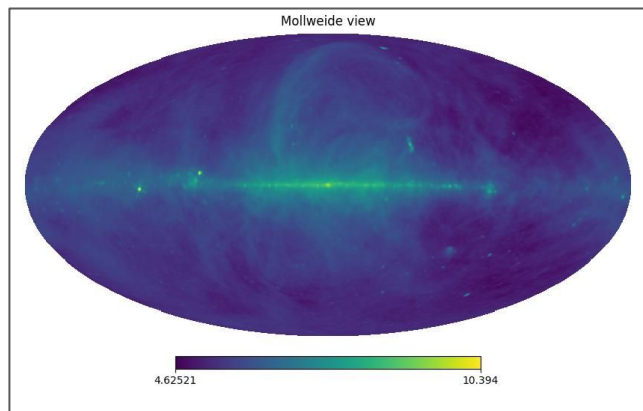
Статистика измерений за 36 дней (2017, 2018)



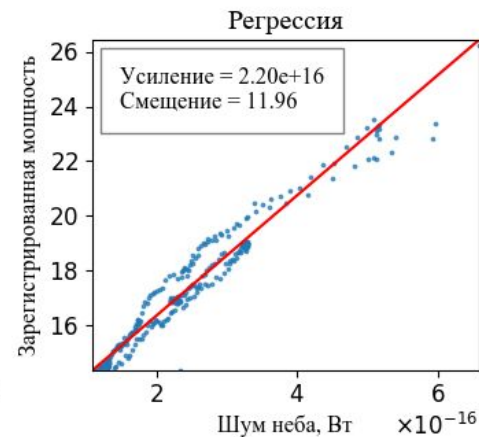
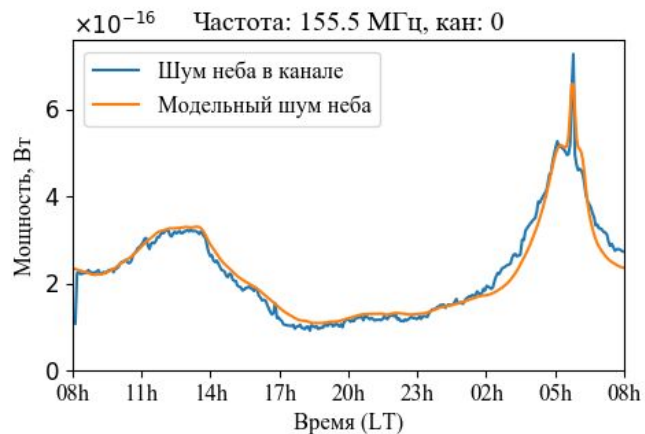
[Leblanc, Le Squeren, 1969] показали поток 6 - 12.5 sfu на частоте 169 МГц, в зависимости от солнечной активности

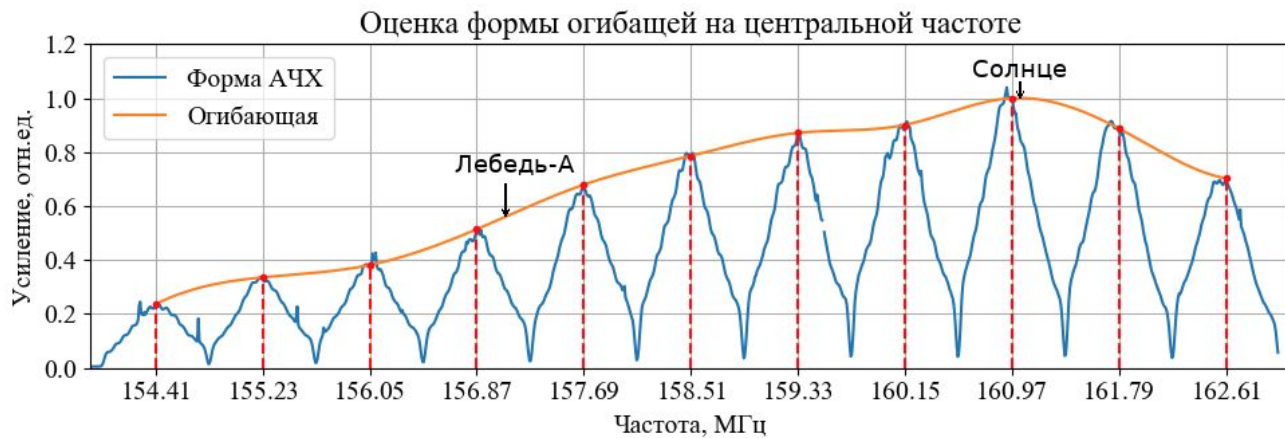
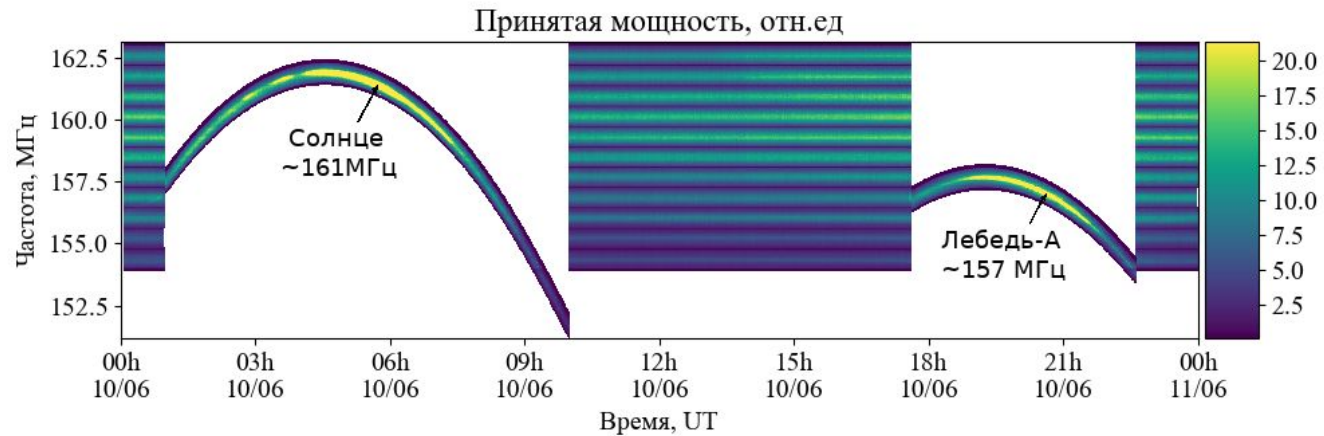
Спасибо за внимание!

Шум неба и калибровка

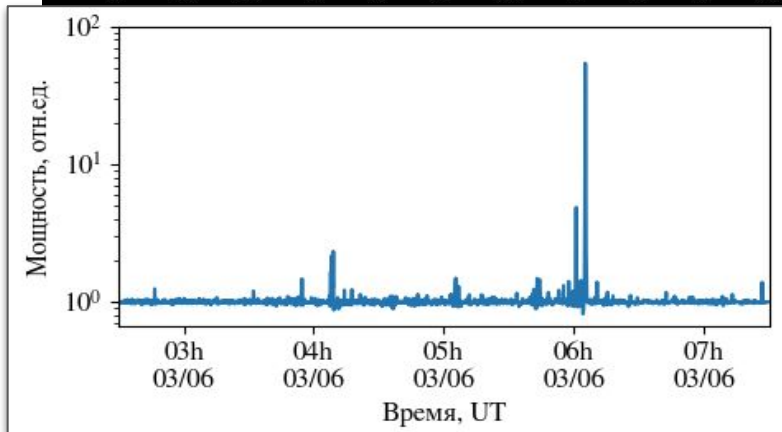
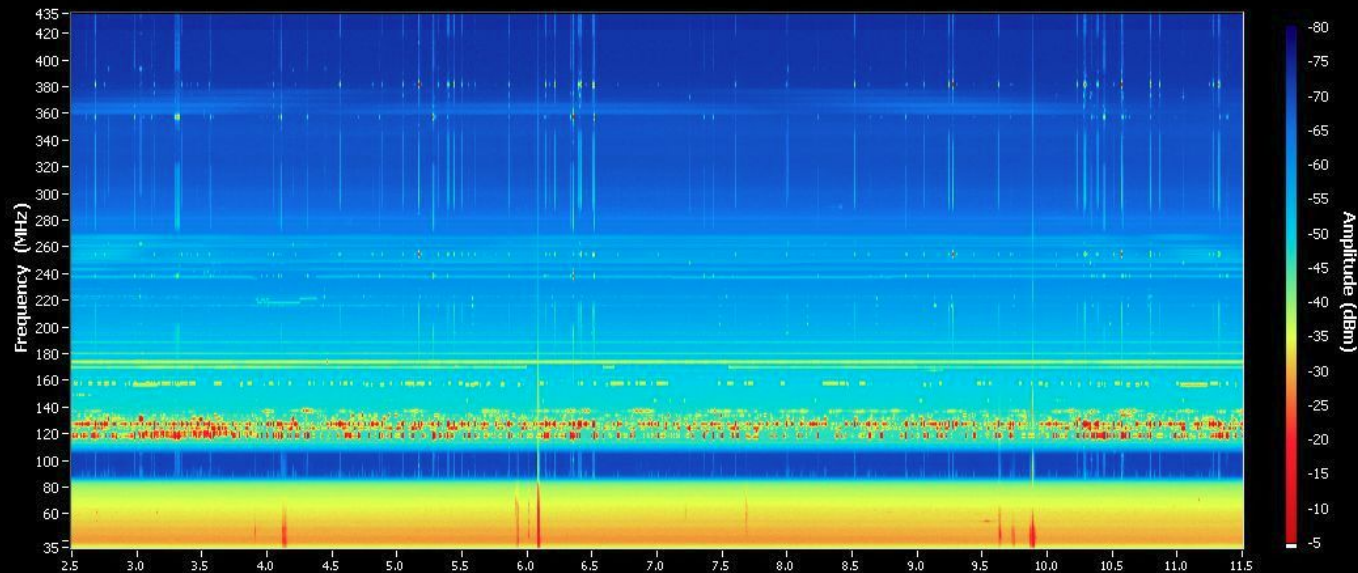


Распределение яркостной температуры по модели GSM на 158 МГц





Gauribidanur Low Frequency Solar Spectrum -- 2017/06/03



Мощность измеренная на
ИРНР на частоте 160 МГц