

**Сравнительный анализ данных
SMOS, GCOM-W1 и NDVI (MODIS)
для территории юга Западной
Сибири и Северного Казахстана**

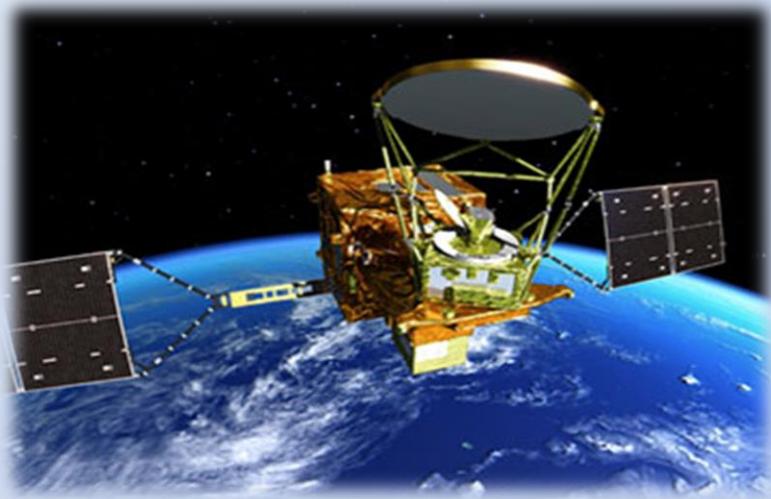
Ященко А.С.
Бобров П.П.
Миронов В.Л.

**ФГБОУ ВПО «ОмГПУ»
Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН**

Омская область вблизи с границей с Казахстаном (изображение ресурса Google Earth)



Внешний вид космических аппаратов



GCOM-W1

Аппаратура:

Сканирующий радиометр 6,9-37 ГГц



SMOS

Аппаратура:

2-D радиометр 1,4 ГГц



Terra

Аппаратура (один из инструментов):

MODIS

Радиояркостьная температура естественных почв

$$T_b = (1 - \omega) * (1 - \gamma) * (1 + \gamma r) T_c + (1 - r) \gamma T_g$$

ω – альbedo поверхности;

T_c – температура в толще растительности;

T_g – эффективная температура почвы;

r – коэффициент отражения почвы в микроволновом диапазоне;

$\gamma = \exp(-\tau / \cos\theta)$ коэффициент поглощения в растительности;

τ – оптическая глубина зондирования;

θ – угол зондирования.

$$r_p = ((1 - Q)r_{0p} + Qr_p) \exp(-h * \cos\theta^N)$$

r_p – коэффициент отражения от шероховатой среды на p -поляризации,

r_{0p} – френелевский коэффициент по амплитуде от гладкой среды на p -поляризации;

r_{0q} – френелевский коэффициент отражения от гладкой среды на ортогональной поляризации,

Q – параметр определяющий степень перекрёстного влияния излучений на двух поляризациях;

h – параметр шероховатости;

θ – угол зондирования;

N – эмпирический параметр.

Коэффициенты радиационного уравнения

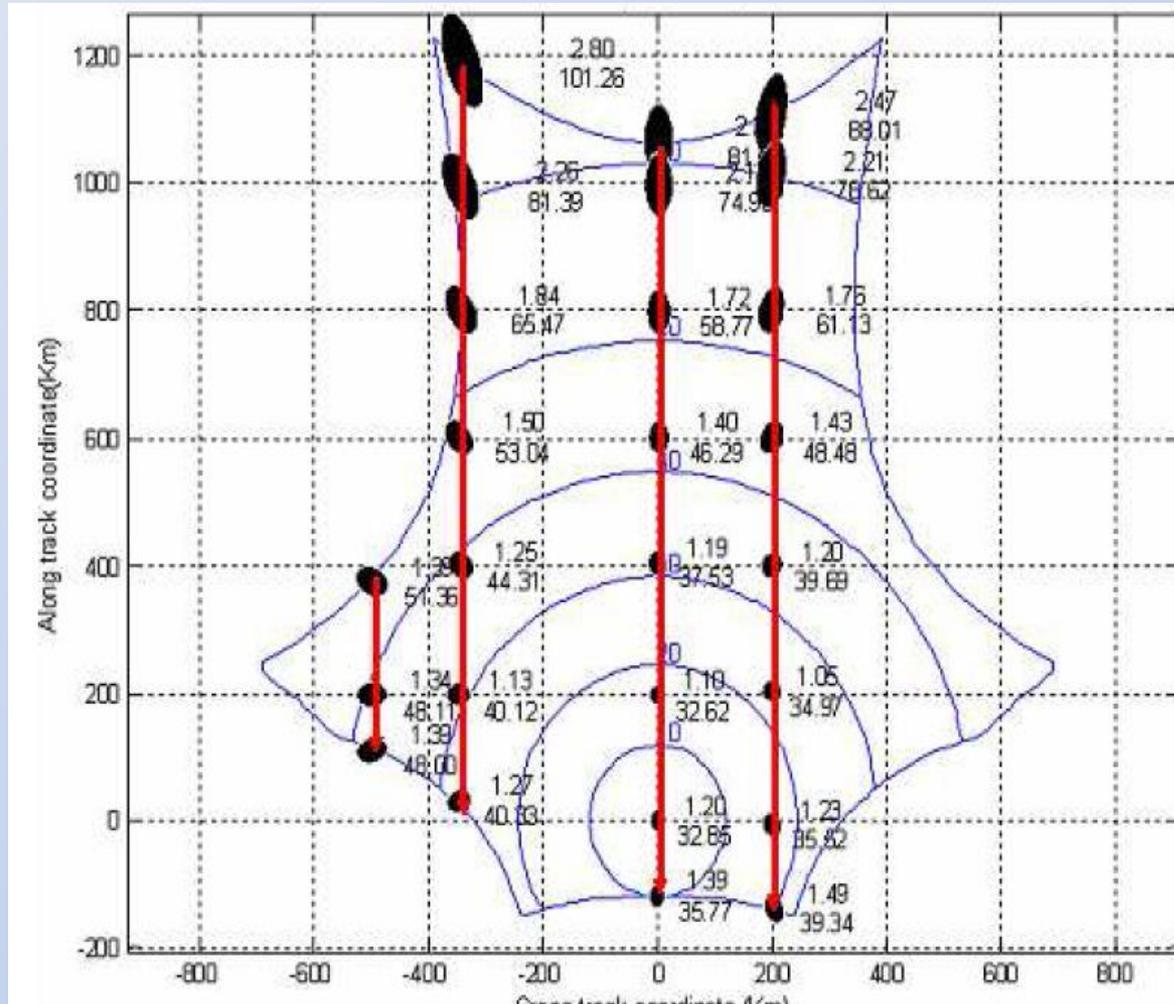
$$r_{0p} = \frac{\cos \theta - \sqrt{n^*} \cdot \sqrt{n^* - \sin^2 \theta}}{\cos \theta + \sqrt{n^*} \cdot \sqrt{n^* - \sin^2 \theta}}$$

$$T_g = T_{гл.} + (T_{нов.} - T_{гл.}) \cdot \left(\frac{W_{нов.}}{w_0} \right)^b$$

Основные параметры радиационного уравнения:

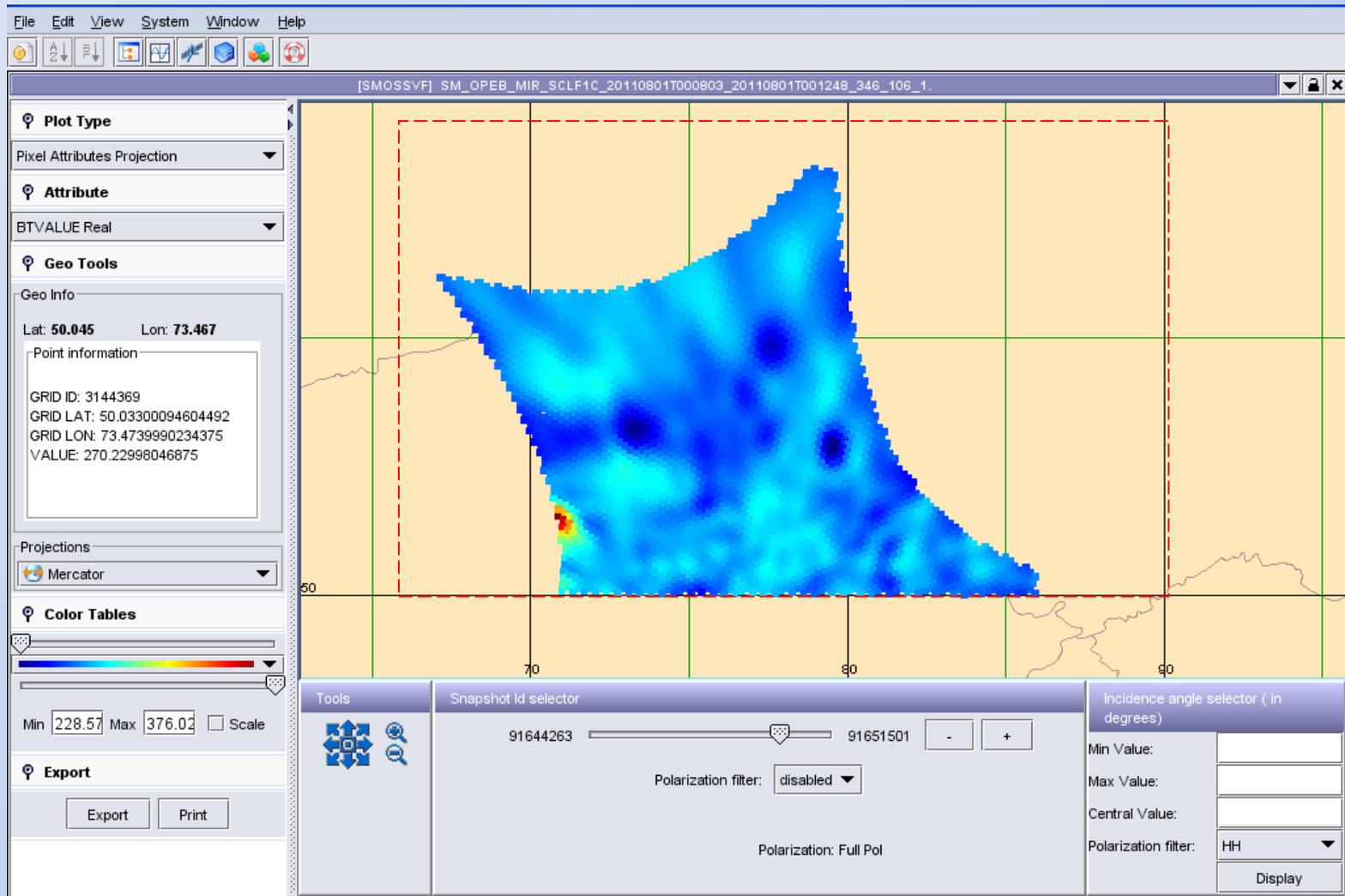
$$H, N, Q, T_g, n, \tau$$

Контур радиометрического снимка SMOS



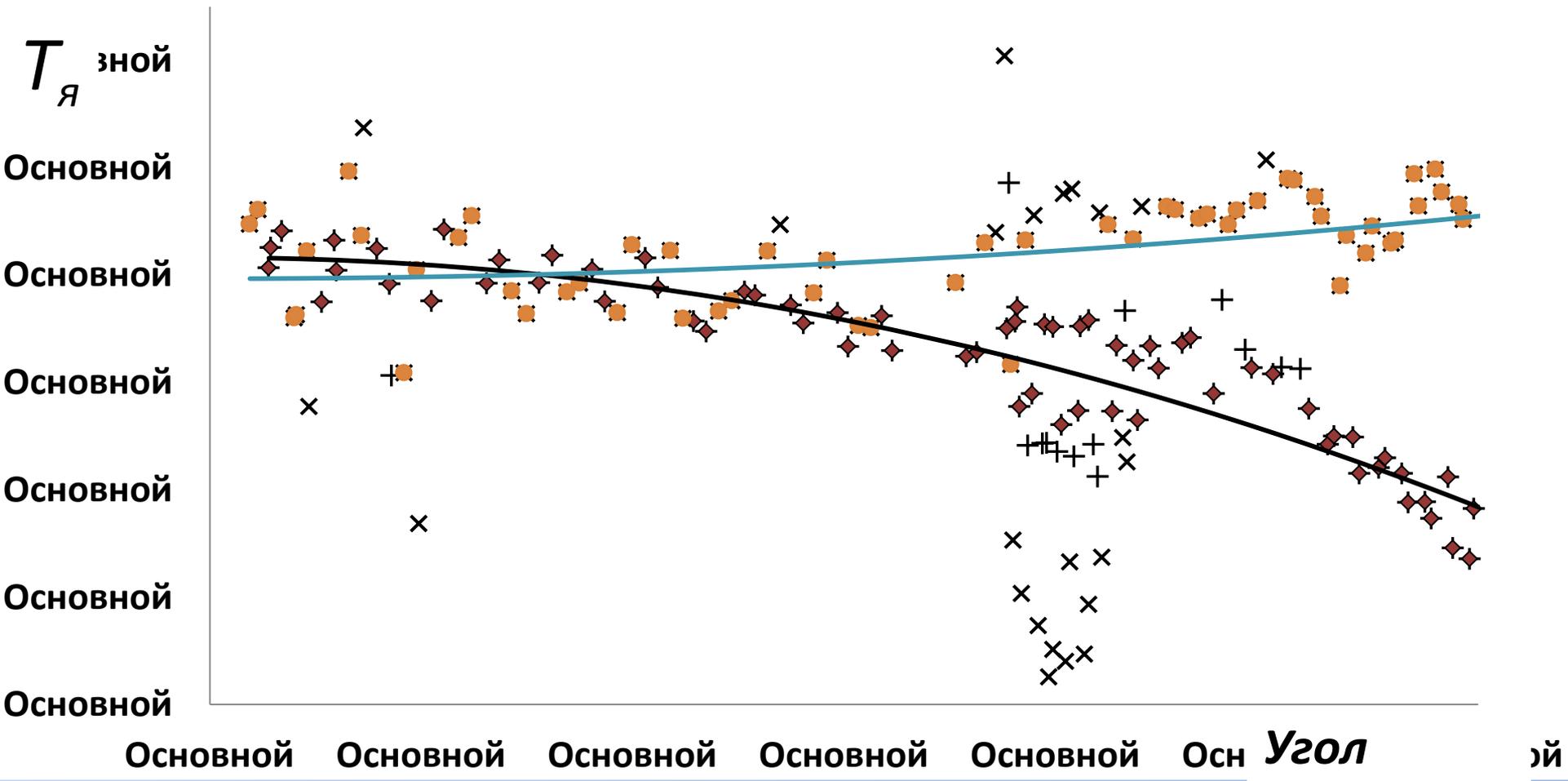
Контур радиометрического снимка аппарата SMOS. Эллипсами показаны характерные размеры пикселя в зависимости от расположения в кадре.

Вид рабочего окна программы SMOS Viewer



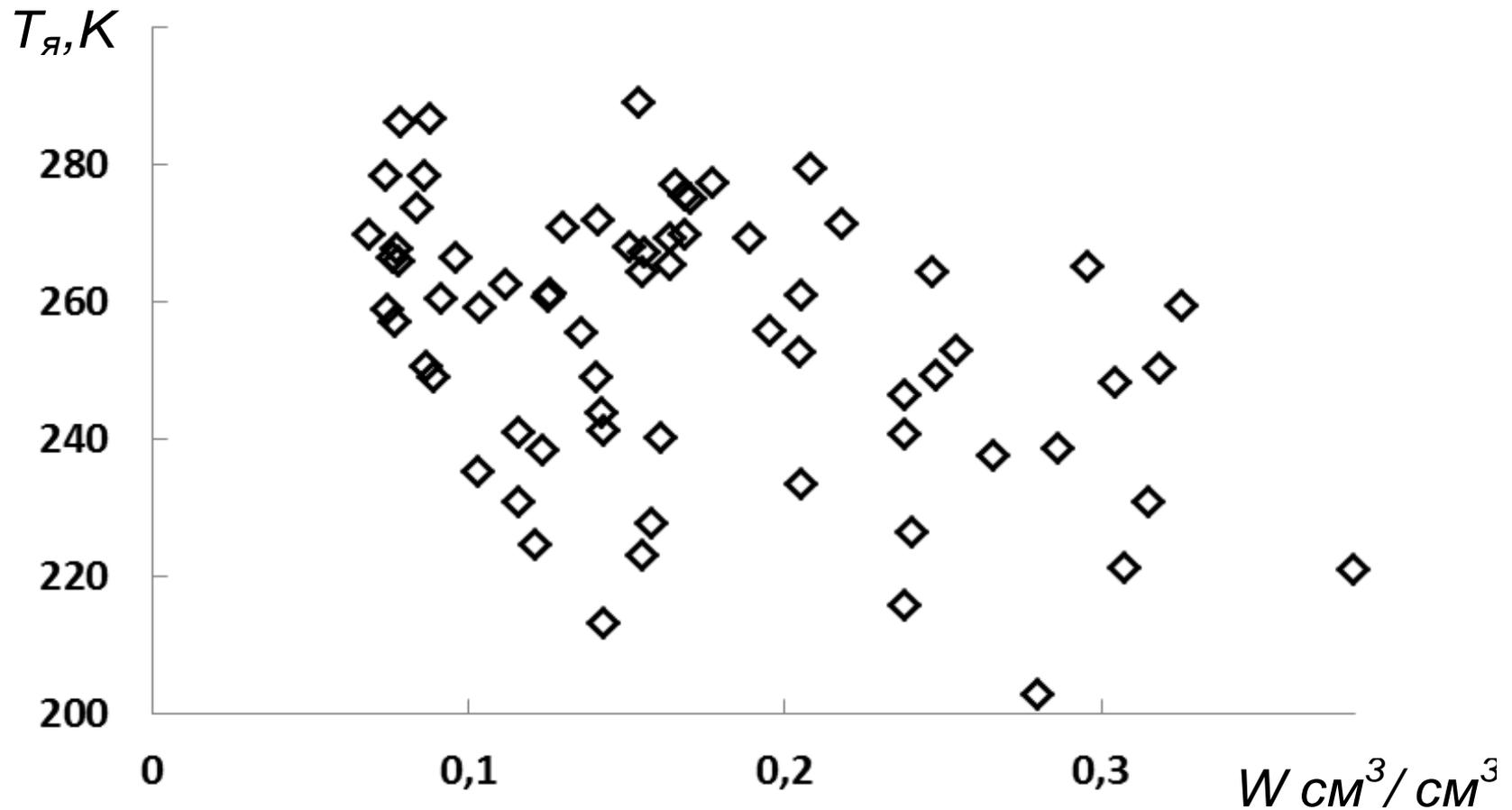
Синий многоугольник неправильной формы – кадр радиометрического снимка
Красный прямоугольник – границы контура с порядковым номером 106

Угловые зависимости радиояркостной температуры SMOS Level 1C



Маркеры без заливки – данные удалённые при коррекции (вертикальные и диагональные кресты)
Маркеры с заливкой – данные оставшиеся после коррекции
Непрерывные линии – линии тренда для угловых зависимостей после коррекции

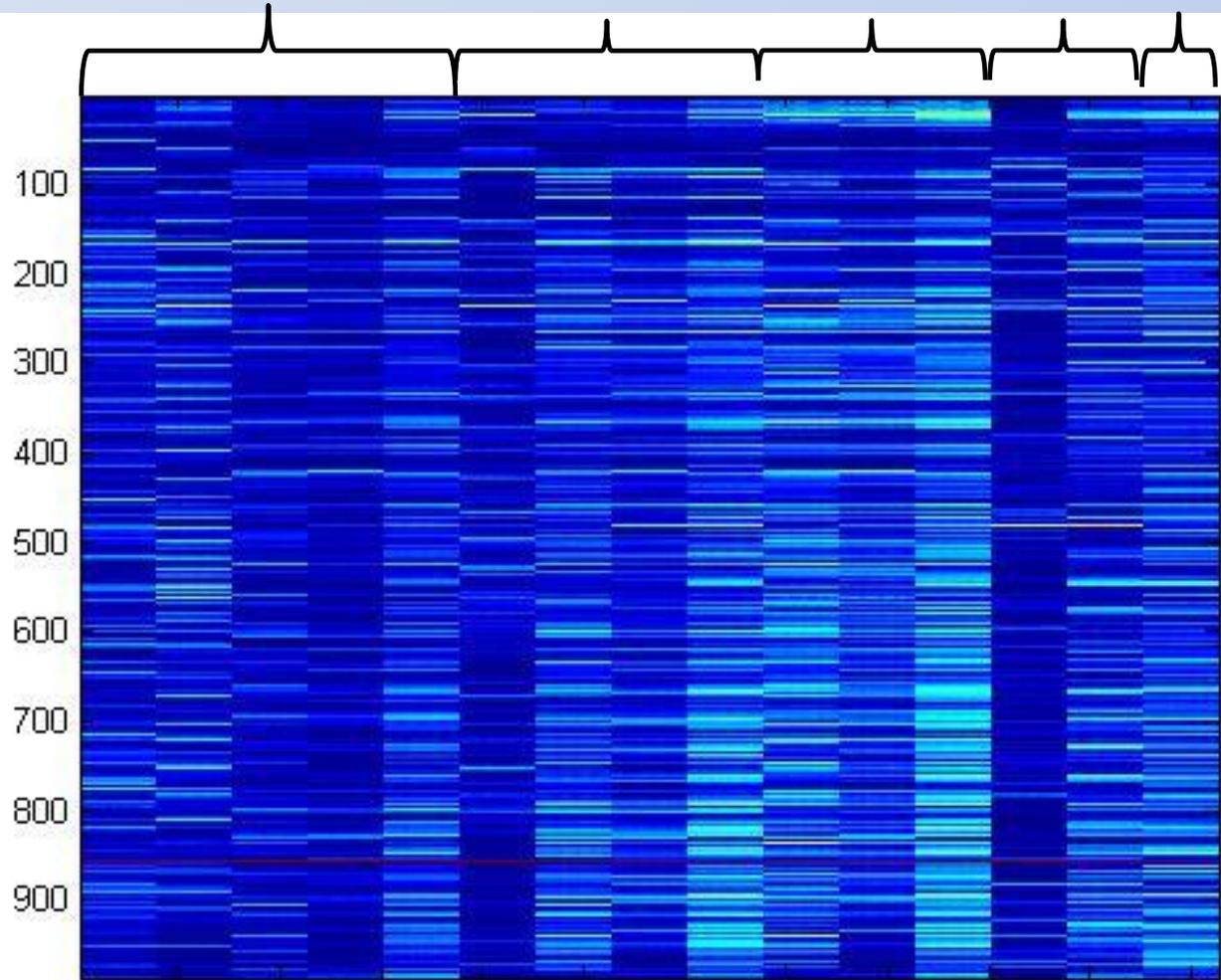
Радиационно-влажностная зависимость для одного из пикселей радиометрического снимка SMOS



Зависимость радиояростной температуры на горизонтальной поляризации от влажности SMOS Level 2. Угол зондирования 55° .

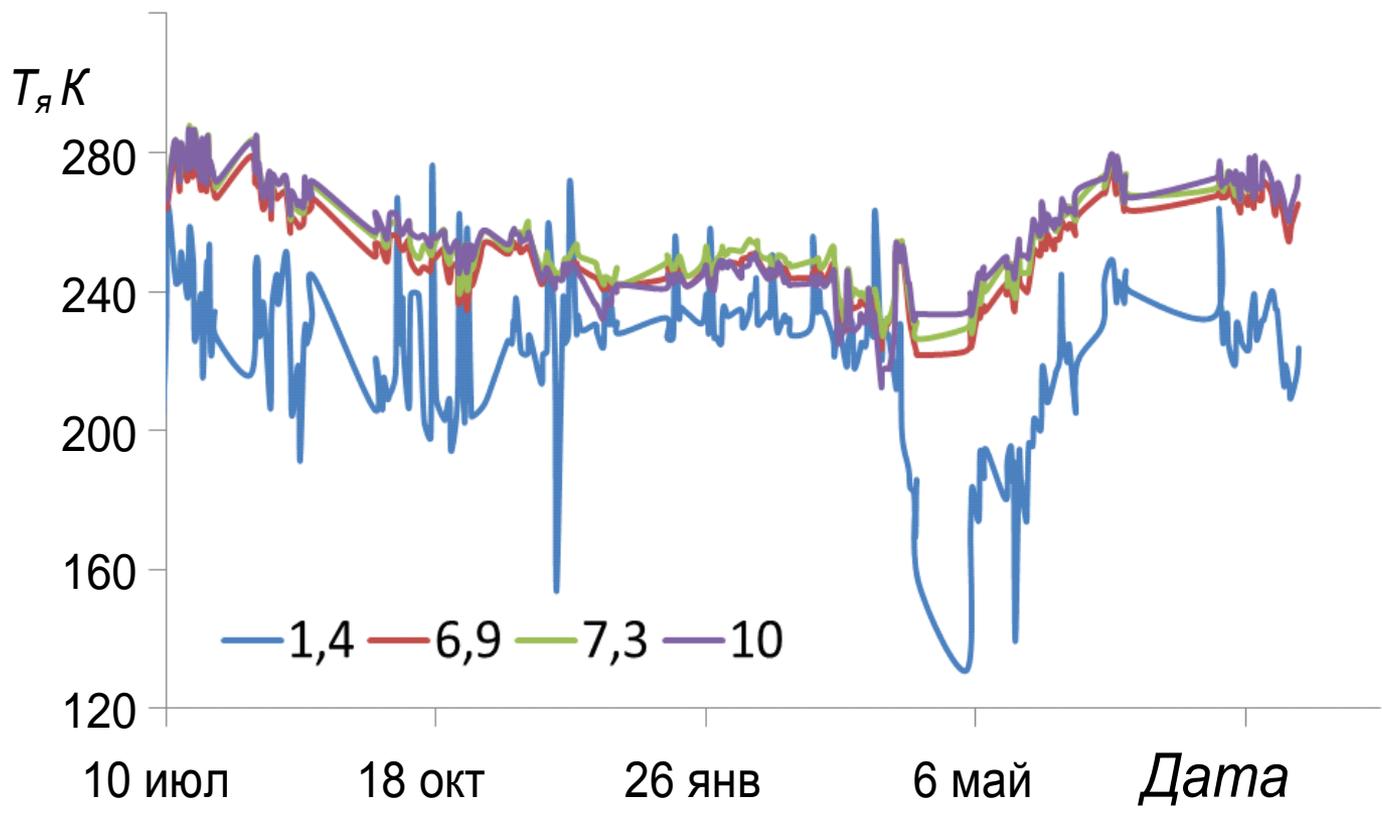
Зависимость достоверности аппроксимации между радиояркостными температурами SMOS Level 1C и влажностью SMOS Level2

35H-All 35V-All 42H-All 42V-All 55V-All



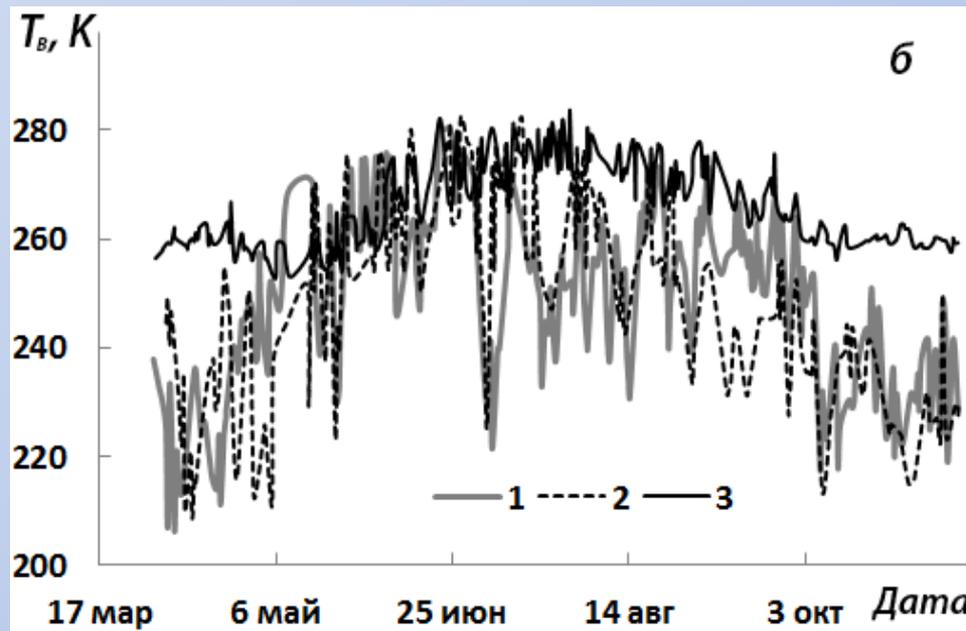
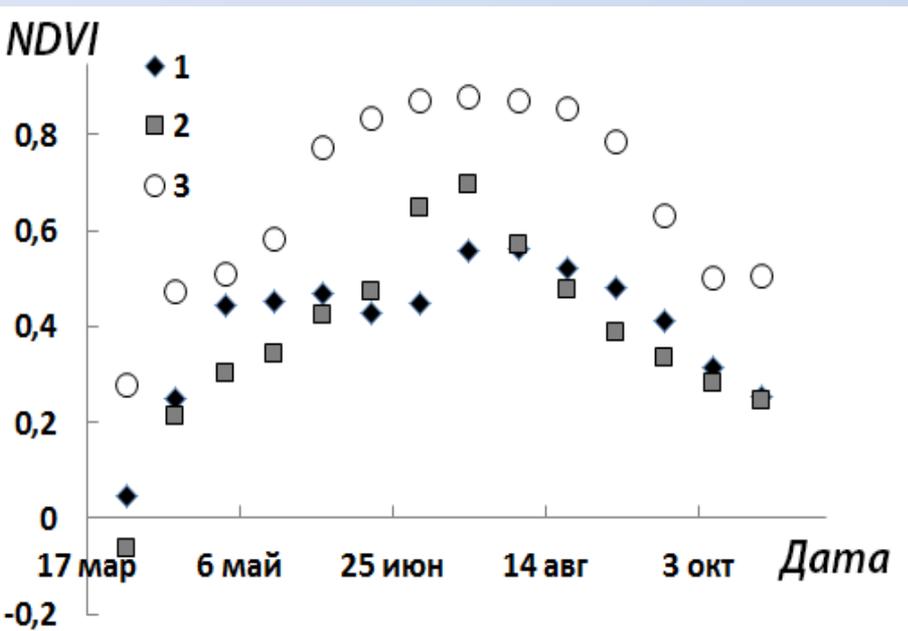
$$\frac{T_{p_1} - T_{p_2}}{T_{p_3} + T_{p_4}}$$

Временной ход радиояркостной температуры измеренной GCOM-W1 и SMOS



Временной ход радиояркостной температуры на горизонтальной поляризации для пикселя, относящегося к северной лесостепной зоне (Тюкалинский район). Угол зондирования 55°.

Временной ход NDVI и T_B измеренной GCOM-W1



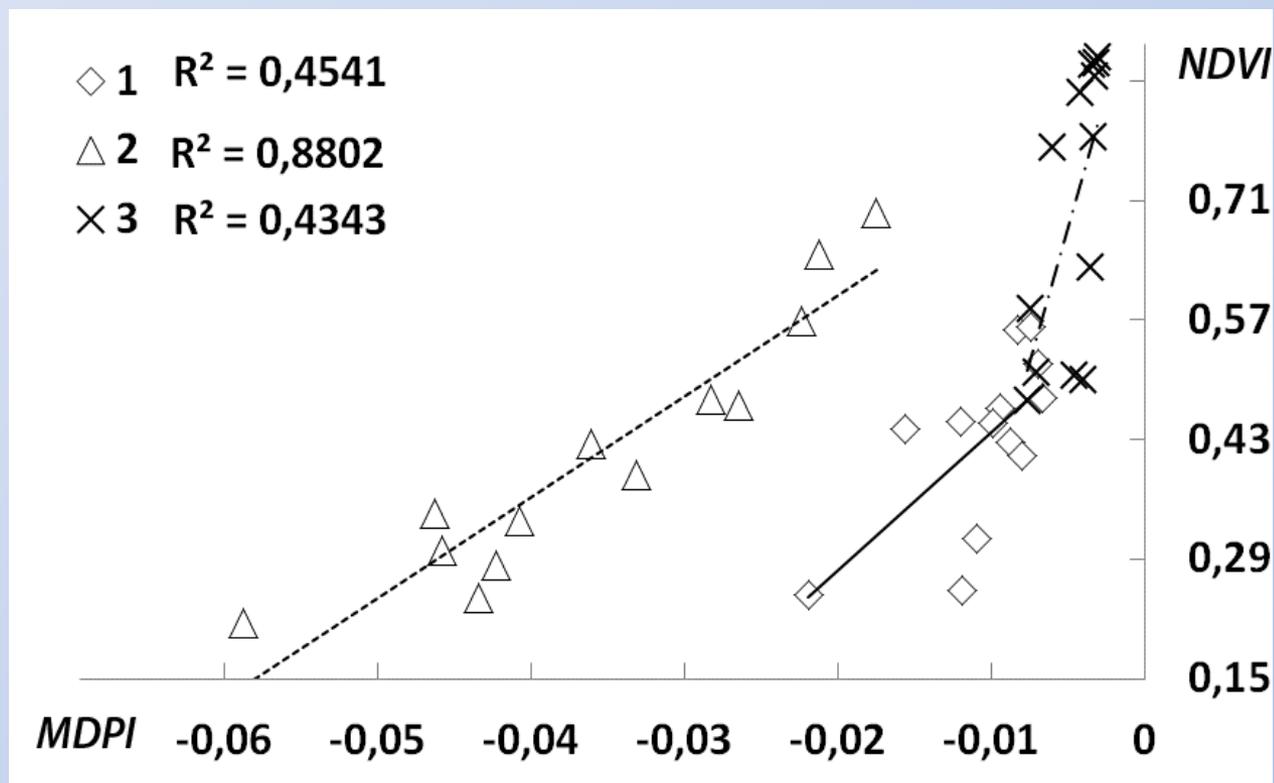
Временной ход NDVI (а) и радиояркой температуры на частоте 6,9 ГГц (б) для участков с координатами центра

(1) – 52,12° с.ш., 73,17° в.д.;

(2) – 54,2° с.ш., 73,26° в.д.;

(3) – 57,7° с.ш., 73,9° в.д.

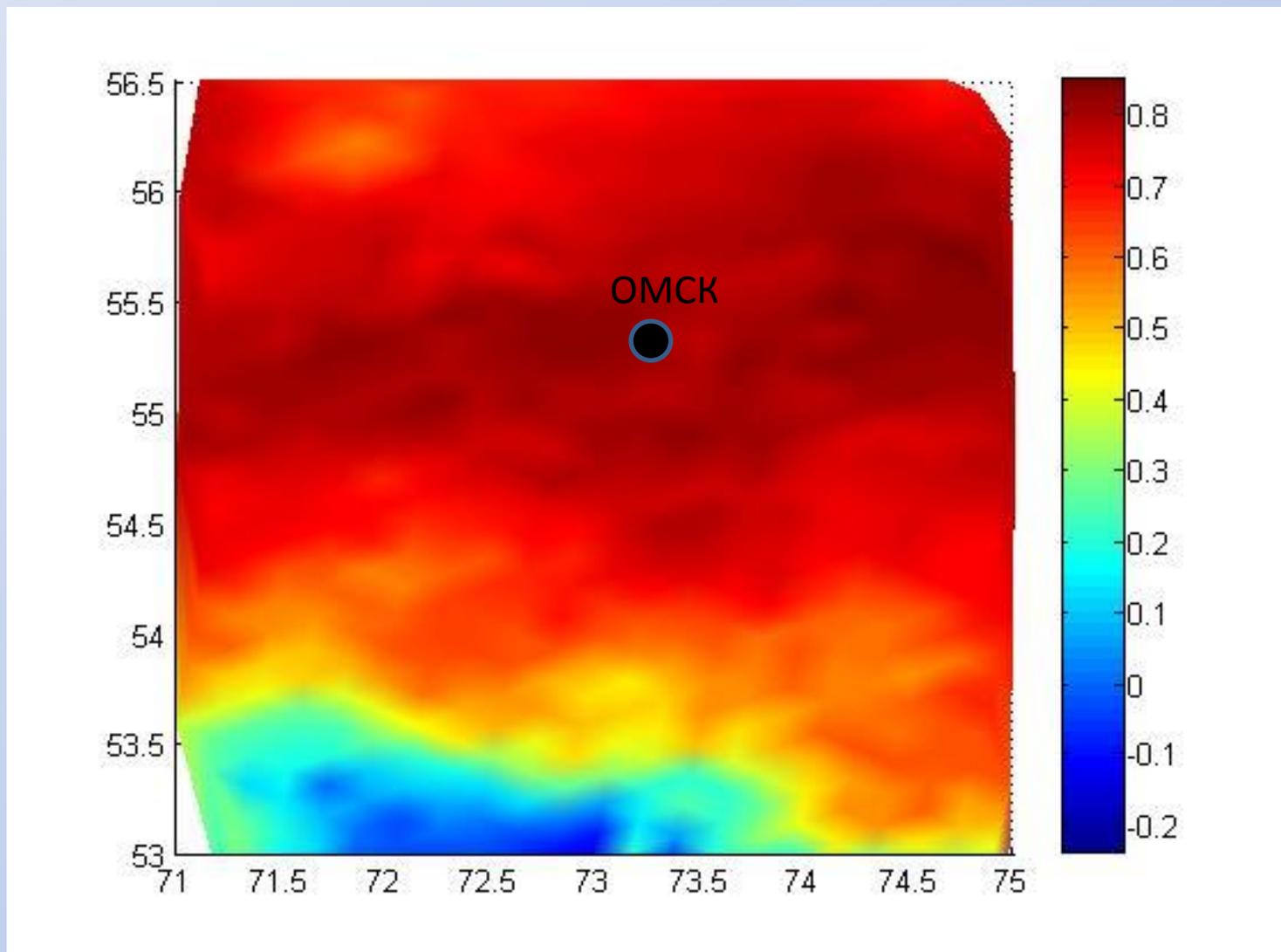
Зависимость параметра NDVI от MDPI



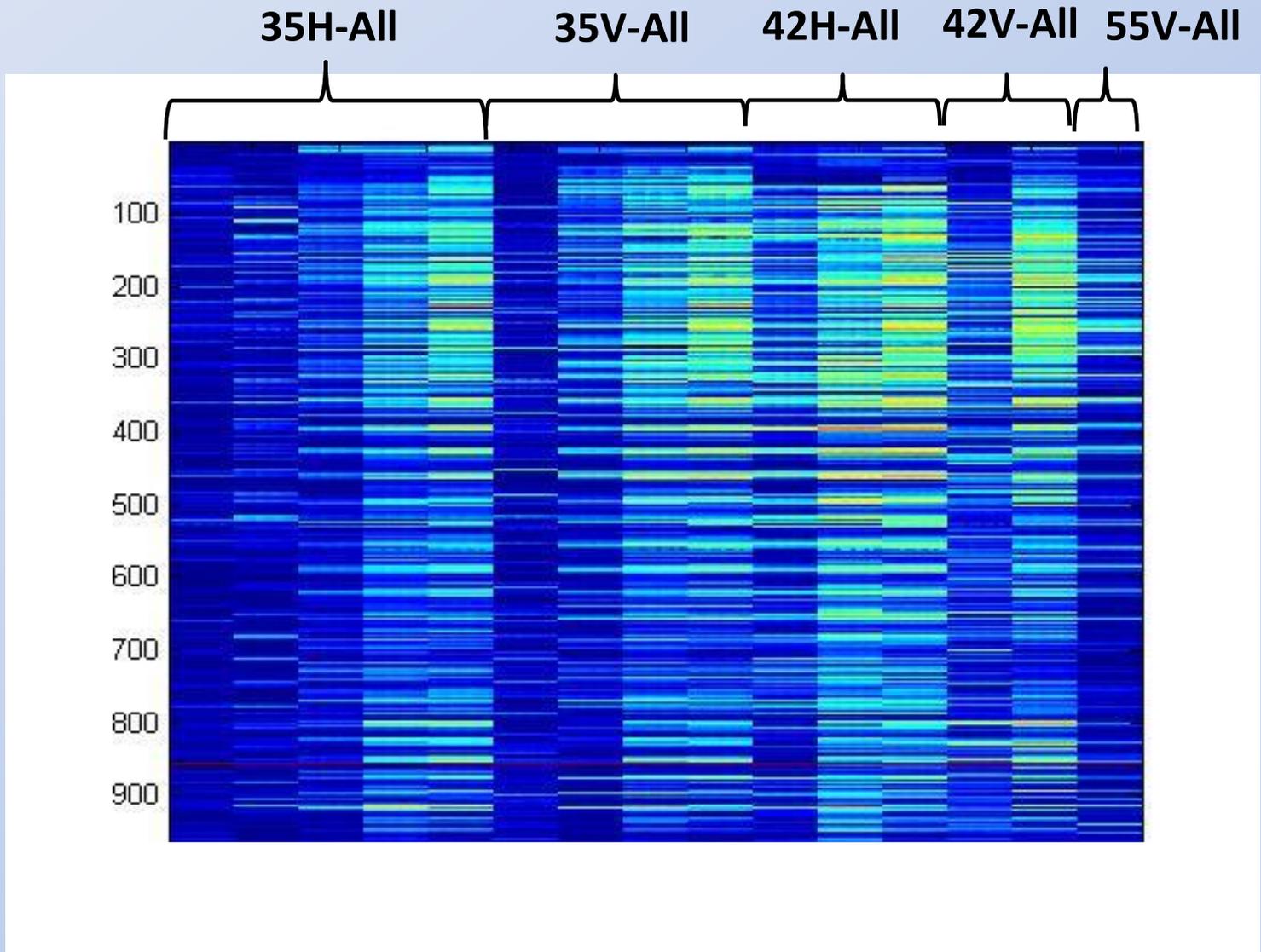
Нормализованная разница радиояркостных температур (данные с наилучшими корреляционными зависимостями) для участка 1 на частоте 37 ГГц, участка 2 на частоте 6,9 ГГц., участка 3 на частоте 18 ГГц.

Пунктирные линии - тренд, R^2 – достоверность аппроксимации.

Зависимость величины достоверности аппроксимации между NDVI и MDPI на частоте 6,9 ГГц

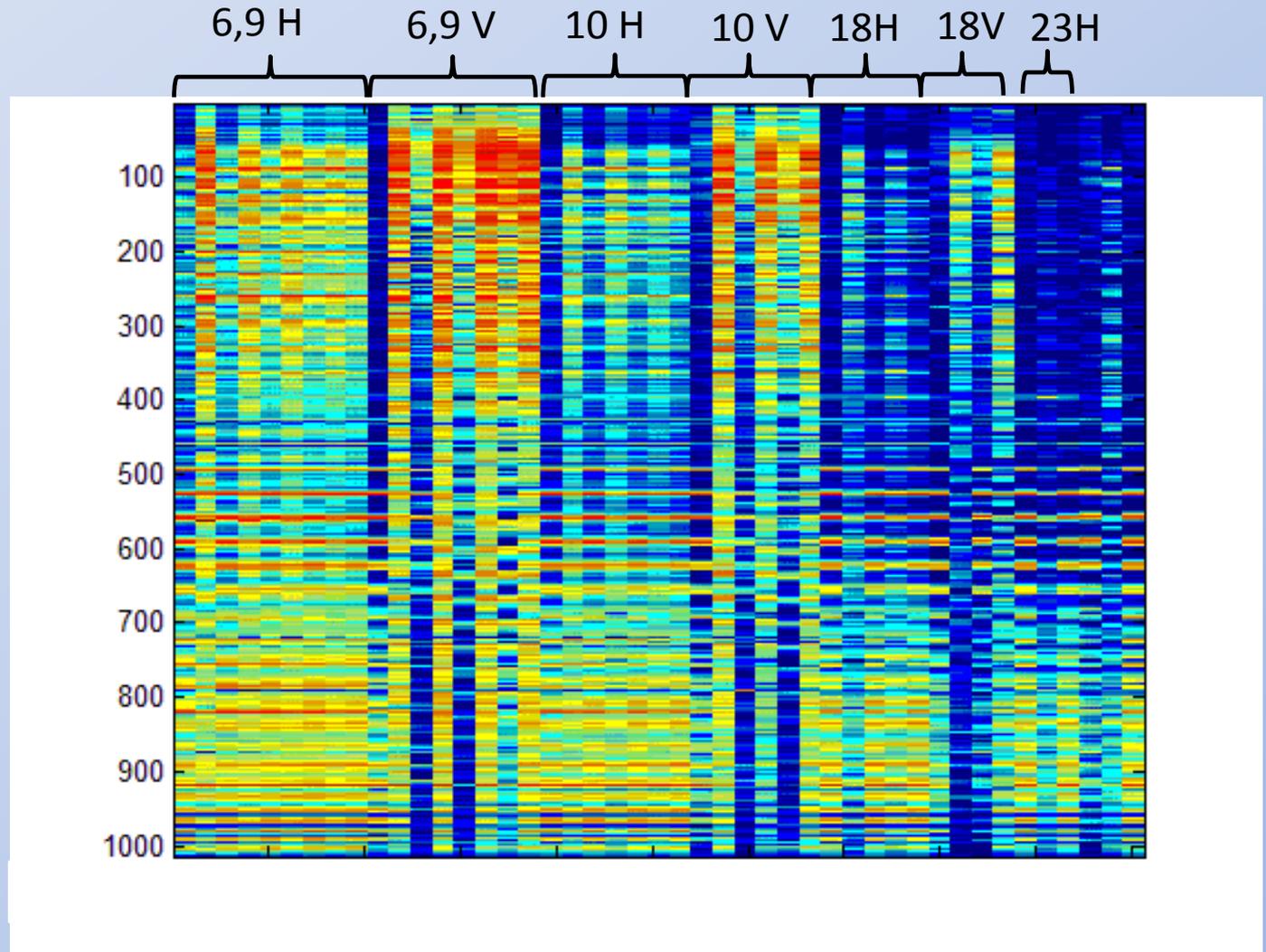


Зависимость достоверности аппроксимации между нормализованными разностями радиояркостными температурами SMOS Level 1C и параметром «тау»



Зависимость достоверности аппроксимации между влажностью SMOS Level2 и нормализованными разностями T_B GCOM-W1 на соответствующих частотах

$$\frac{T_{f_1 p_1} - T_{f_2 p_2}}{T_{f_3 p_3} + T_{f_4 p_4}}$$



Спасибо за внимание