

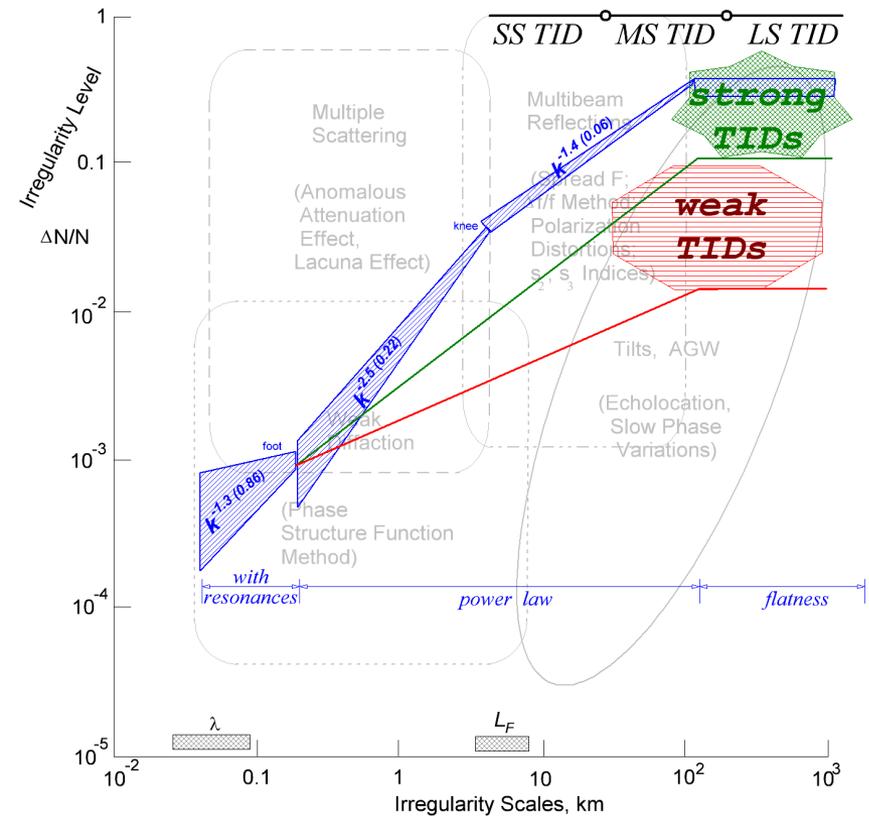
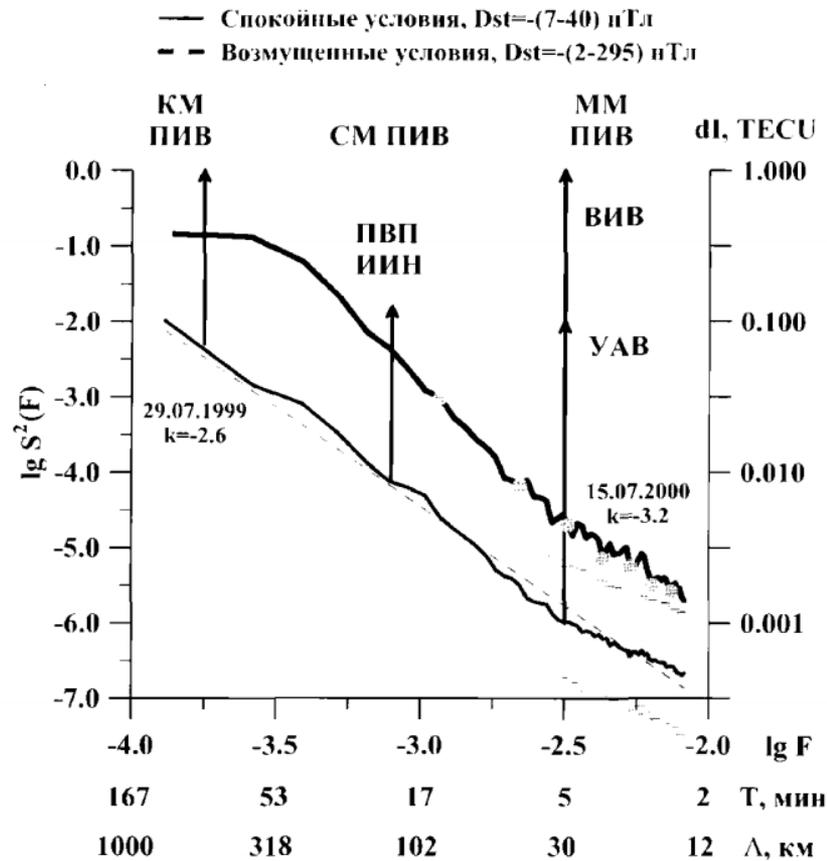
# Сверхкоротирующая особенность появления среднеширотных ПИВ на ионограммах в осенний период

Акчурин А.Д.  
Смирнов Г.С.

Казанский (Приволжский) федеральный университет



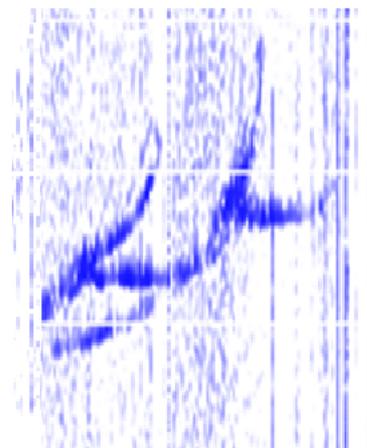
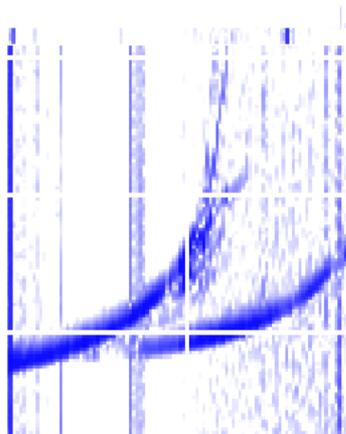
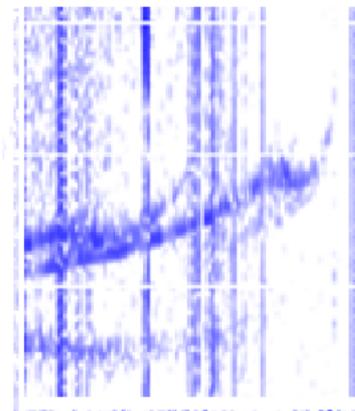
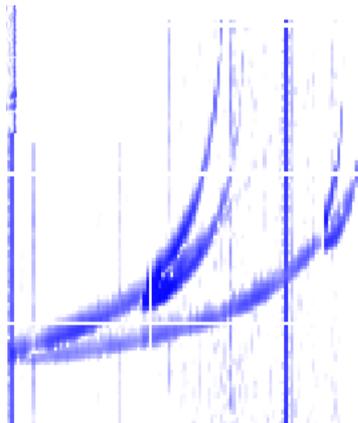
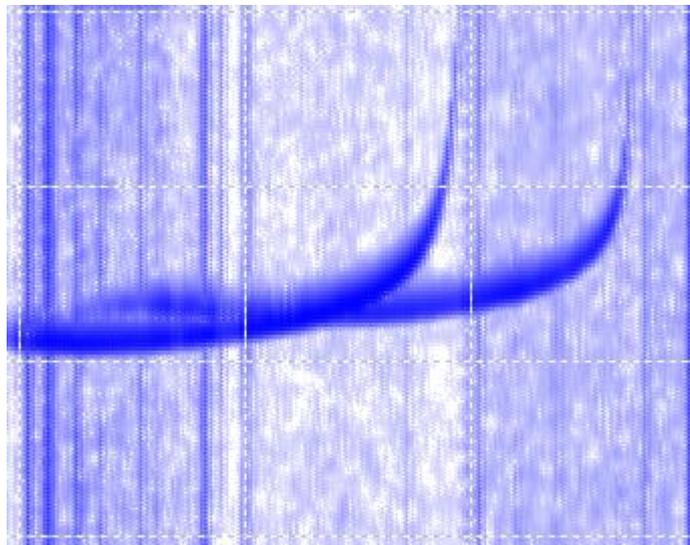
# Проблемы классификации ПИВ



# Проявления ММ ПИВ на ионограммах

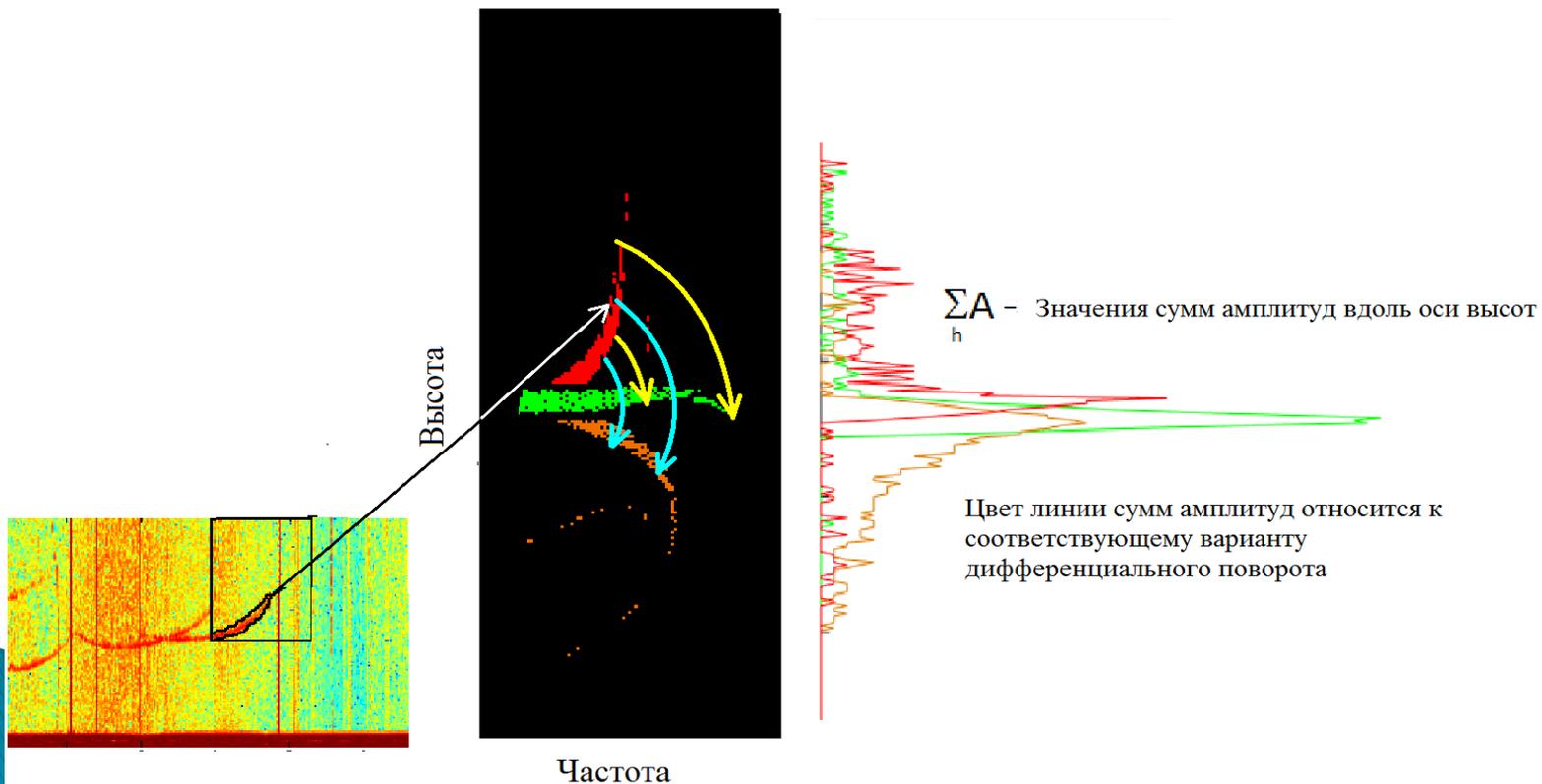
Проявления ММ ПИВ

обычная ионограмма



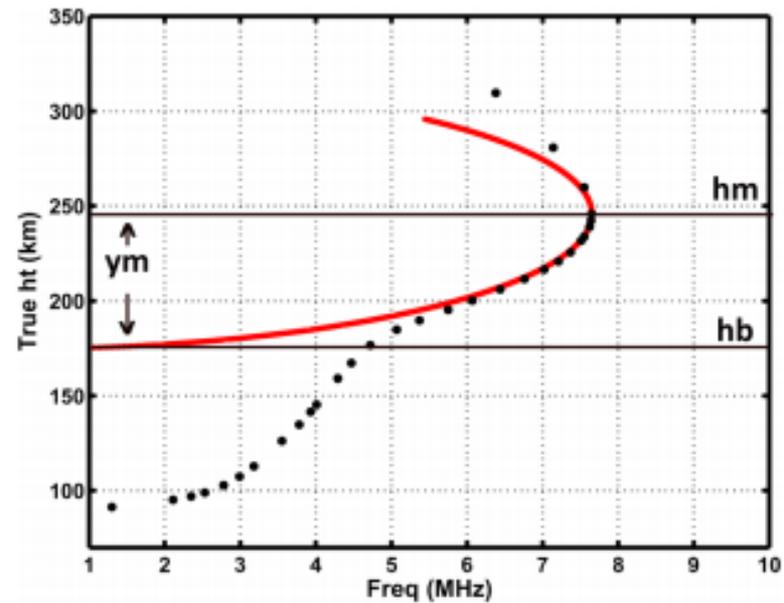
# Метод дифференциального поворота

- ▶ Для автоматизации обработки каспа следа слоя F с помощью операции дифференциального поворота преобразуется в горизонтальный след по формуле  $\alpha = k * e^{0,0386r}$  Поворотный коэффициент  $k_{пов}$ , при помощи оптимизационной задачи находится из условия максимальной горизонтальности обрабатываемого каспа

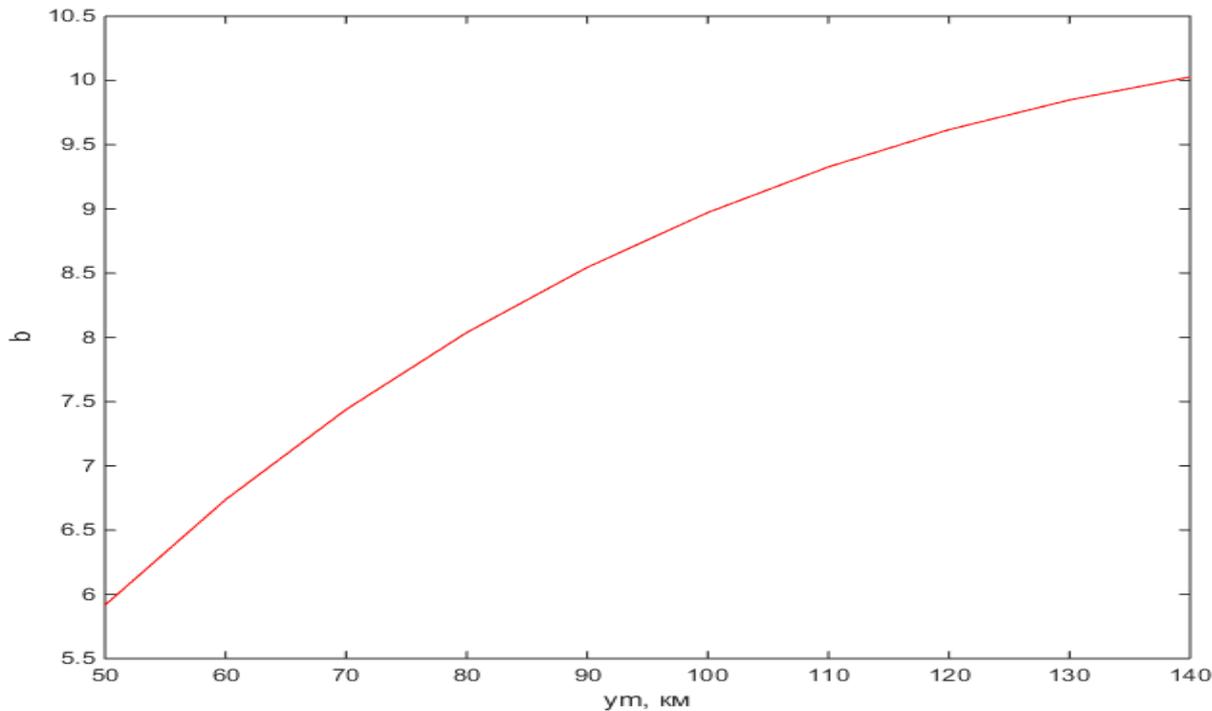


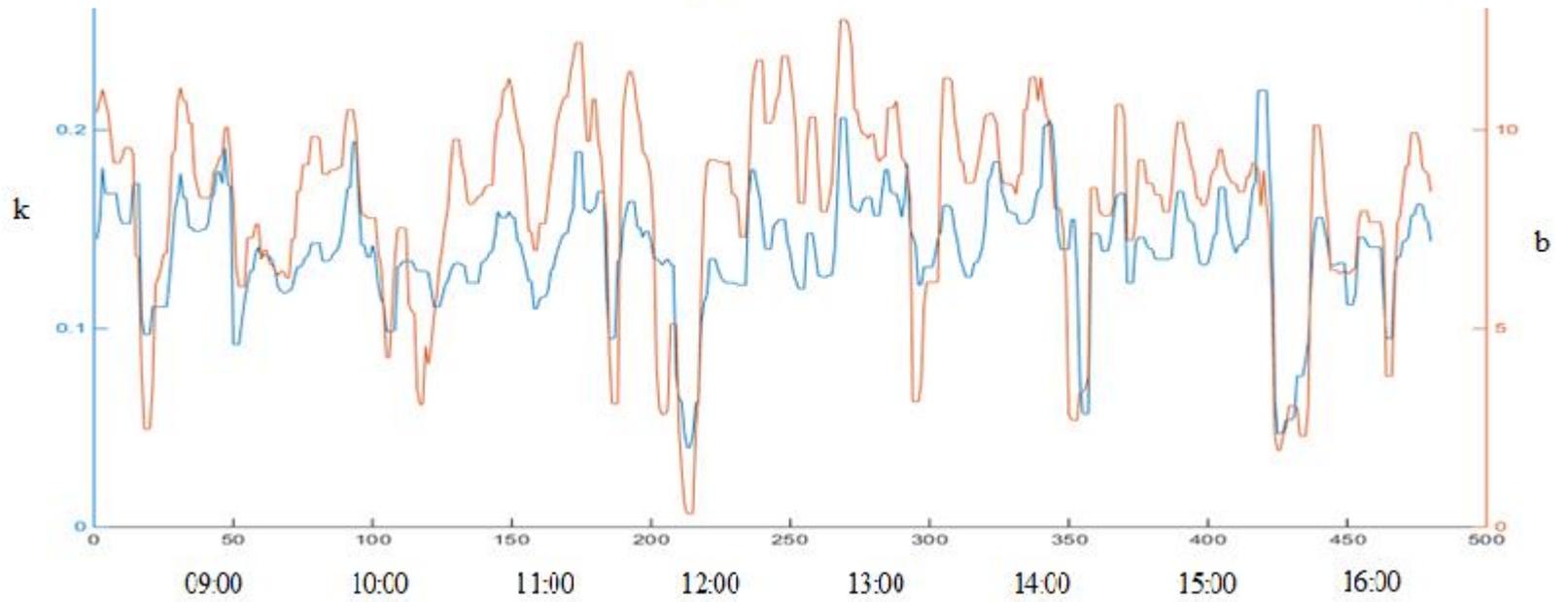
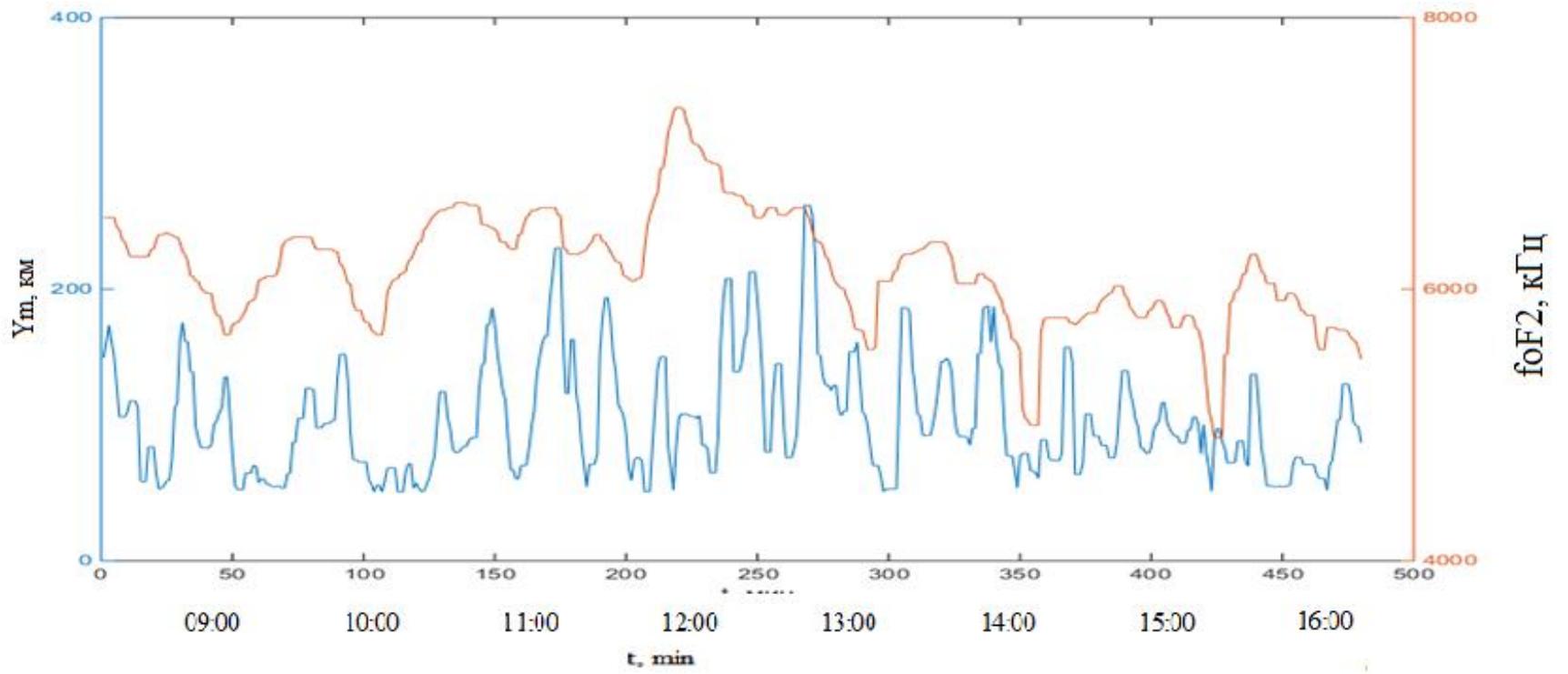
# Аппроксимация параболическим слоем

$$\tilde{\alpha}(\tilde{r}) = \tilde{k} * e^{\tilde{b} * \tilde{r}^2}$$

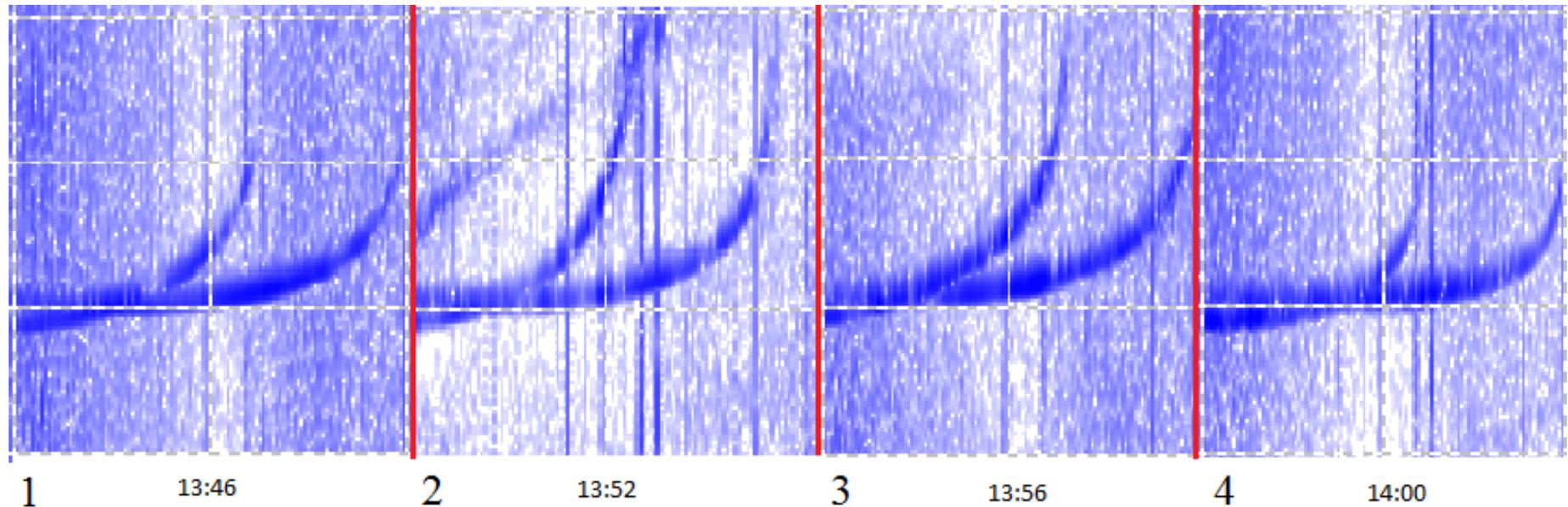


Lynn, K. J. W., R. S. Gardiner-Garden,  
and A. Heitmann (2016),  
The observed compression and expansion  
of the F2 ionosphere as a major component  
of ionospheric variability, *Radio Sci.*, 51, 538–552,  
doi:10.1002/2016RS006036.

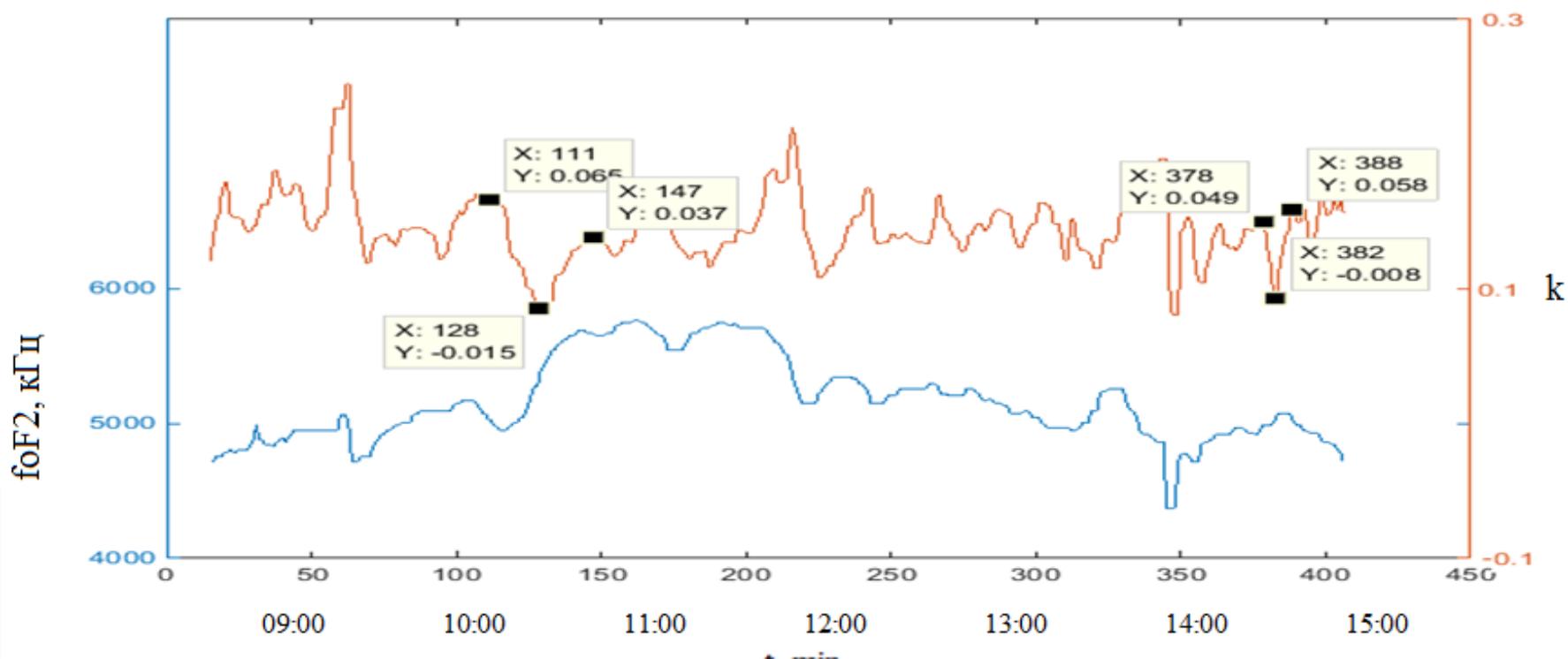
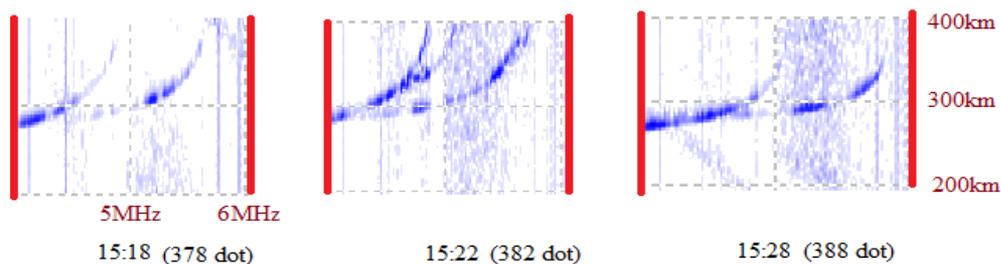
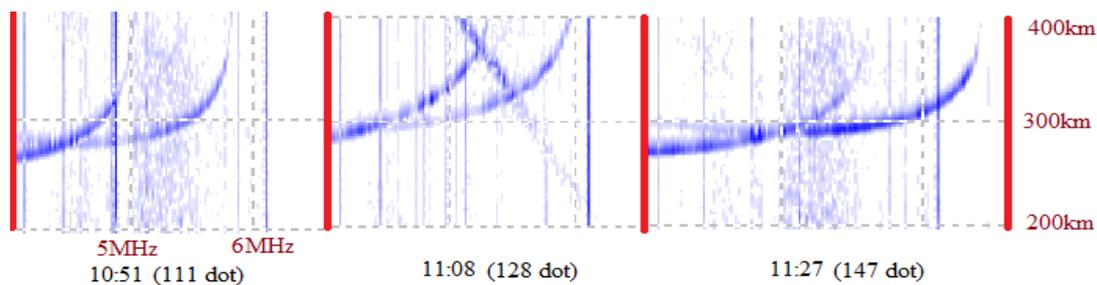




# Характерные вариации формы следа при прохождении ММ ПИВ

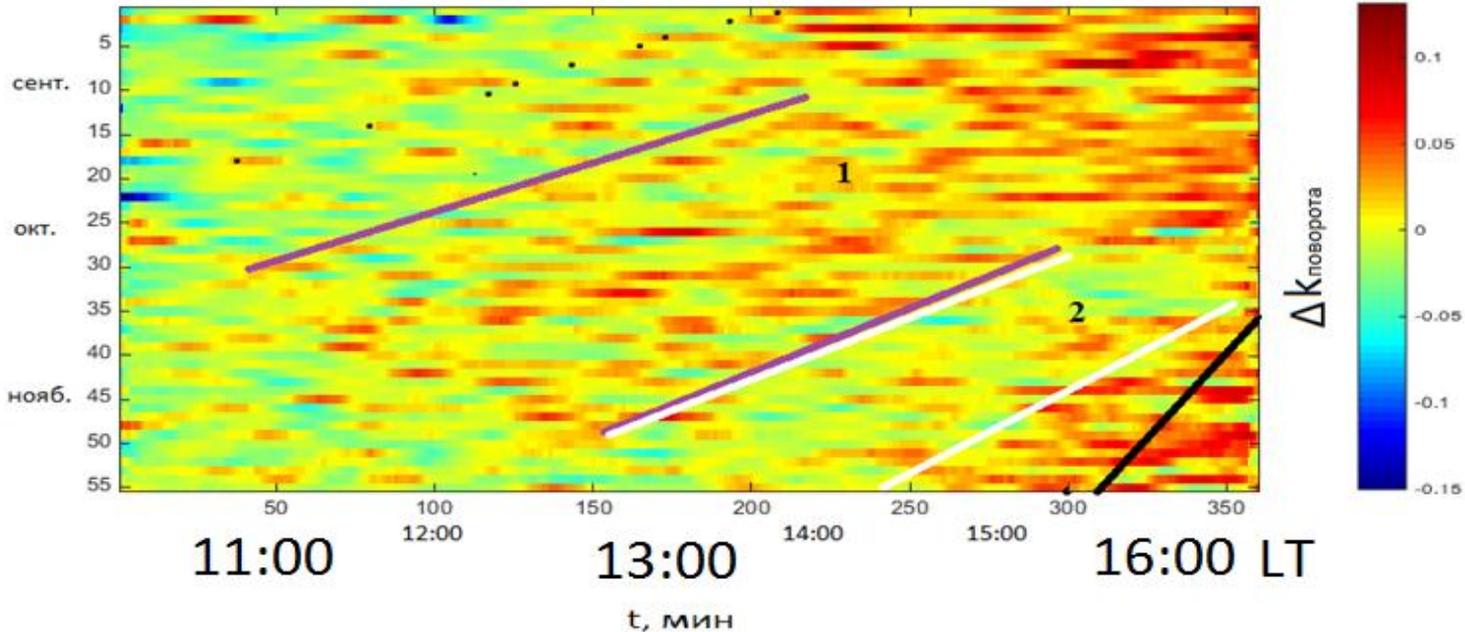


# Временные вариации коэффициента сжатия следа при прохождении ММ ПИБ



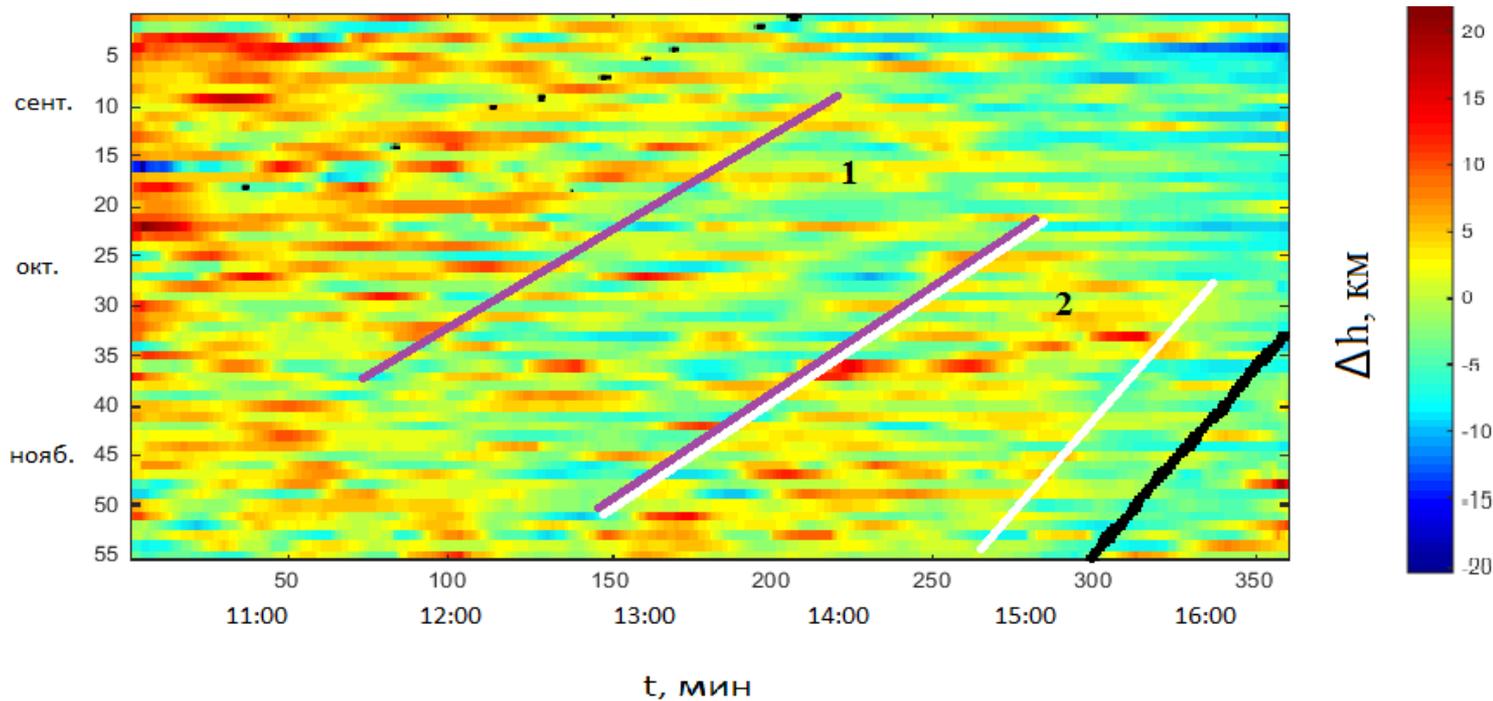
# К

Номера дней измерений

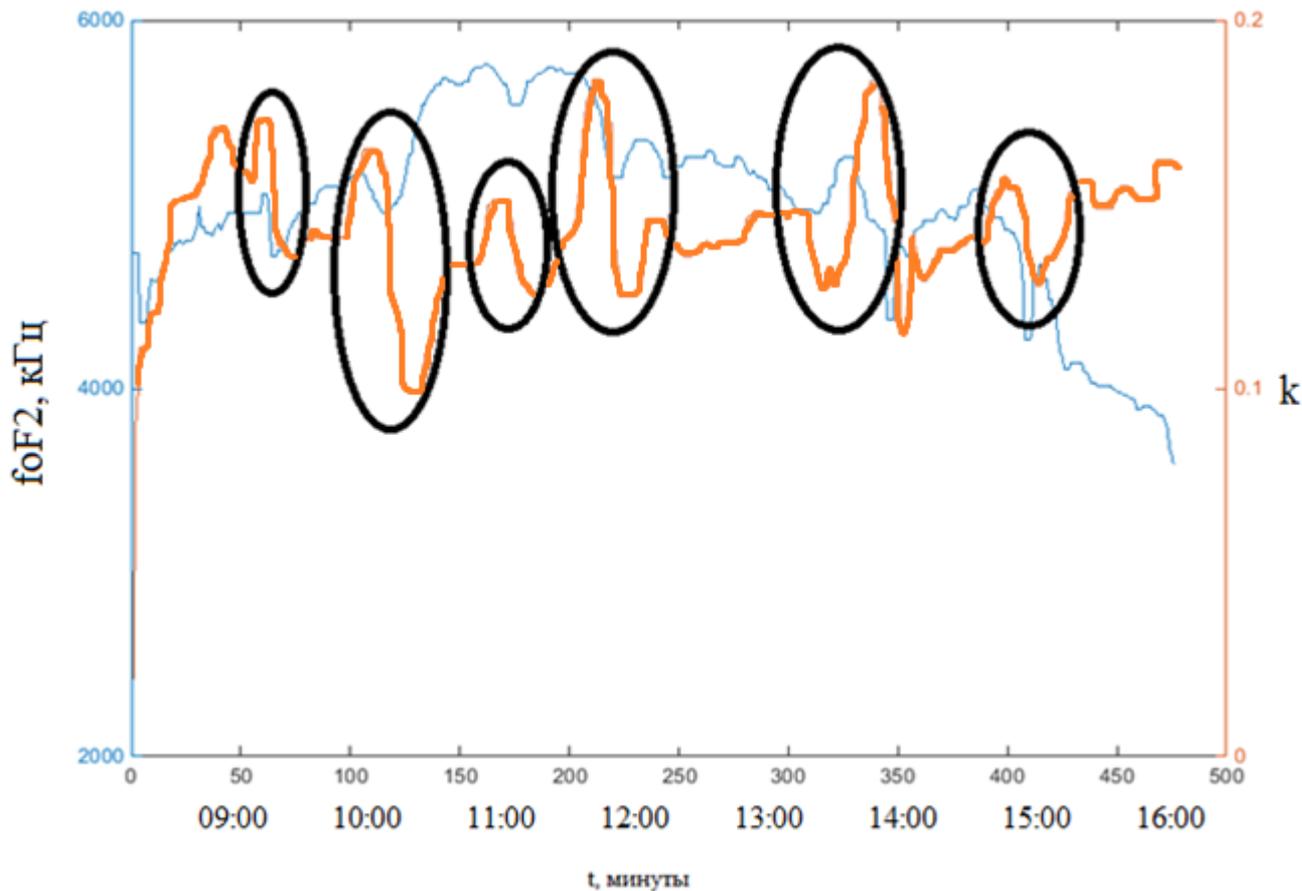
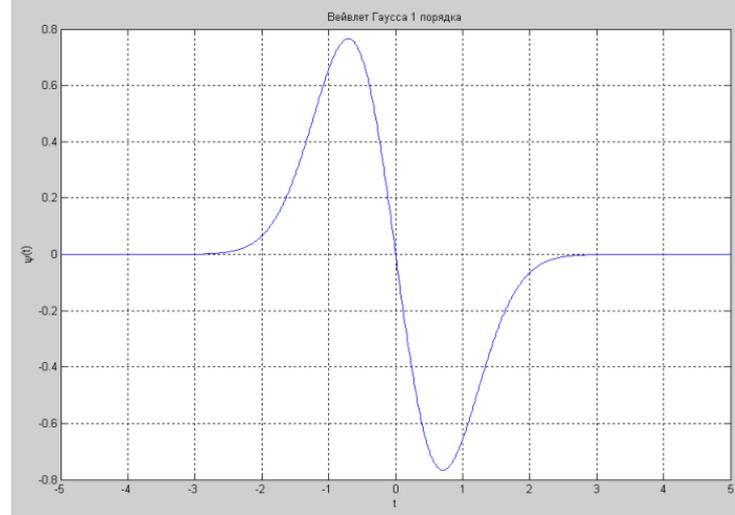


# h

Номера дней измерений

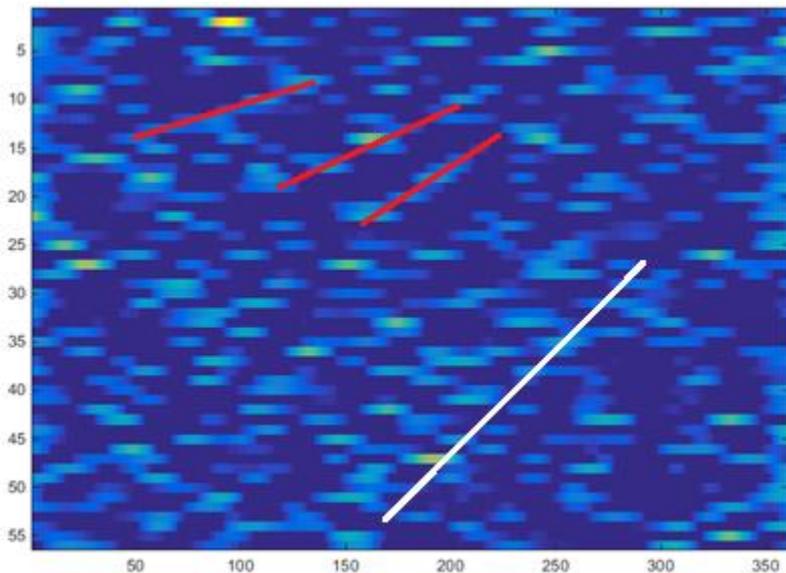


# Использование непрерывного вейвлет-преобразования

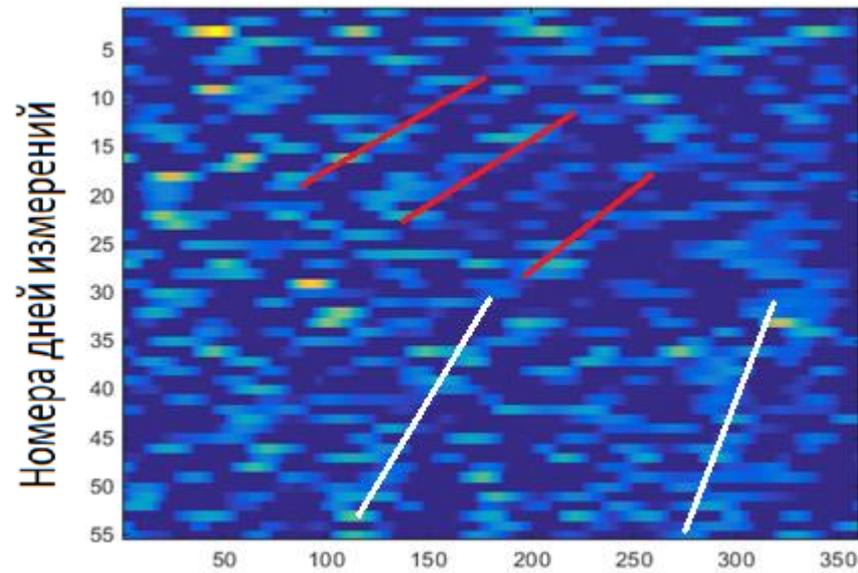


# Осень 2018

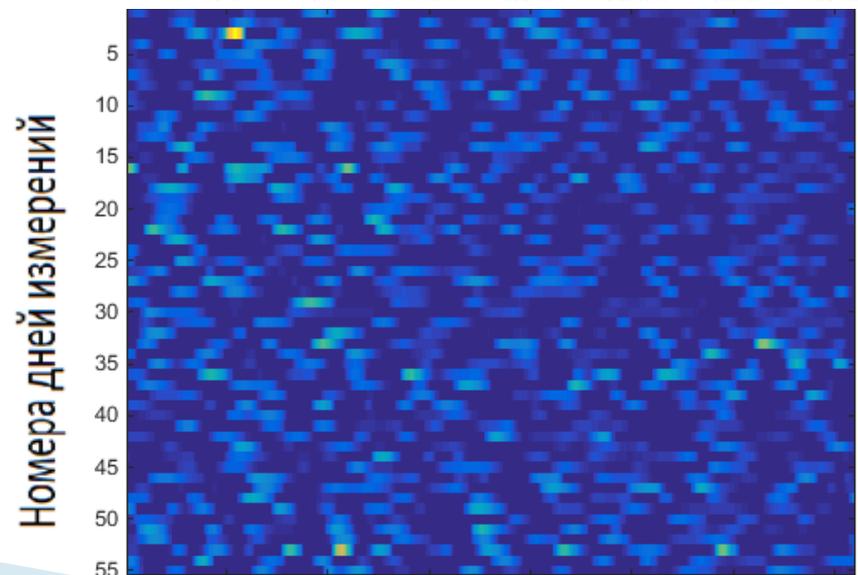
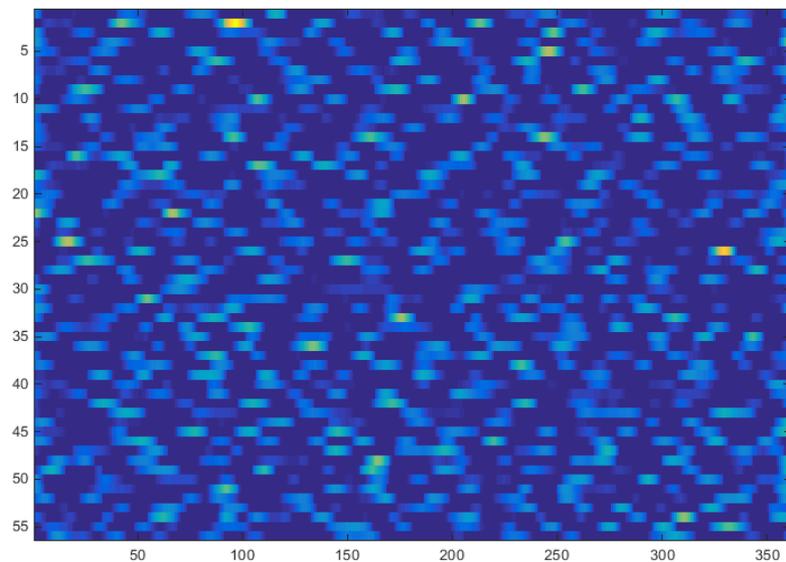
## модуль вейвлет-картины вариаций коэффициента сжатия $k_{\text{пов}}$ и высоты касповой дуги $h_{\text{хвоста}}$



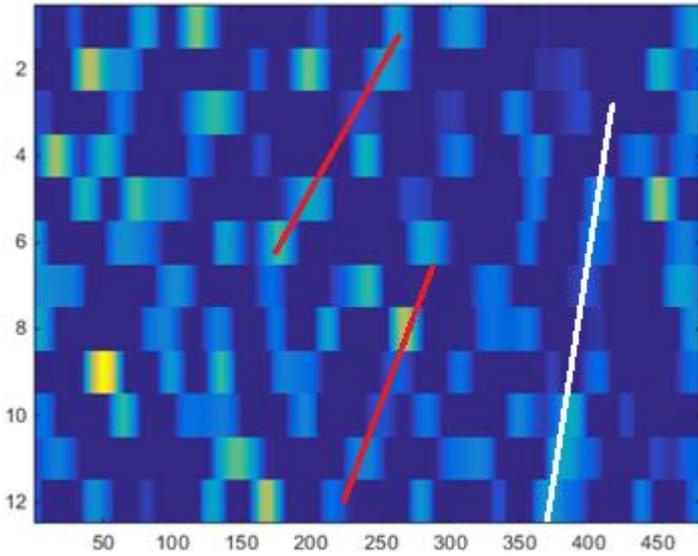
150  
мин.



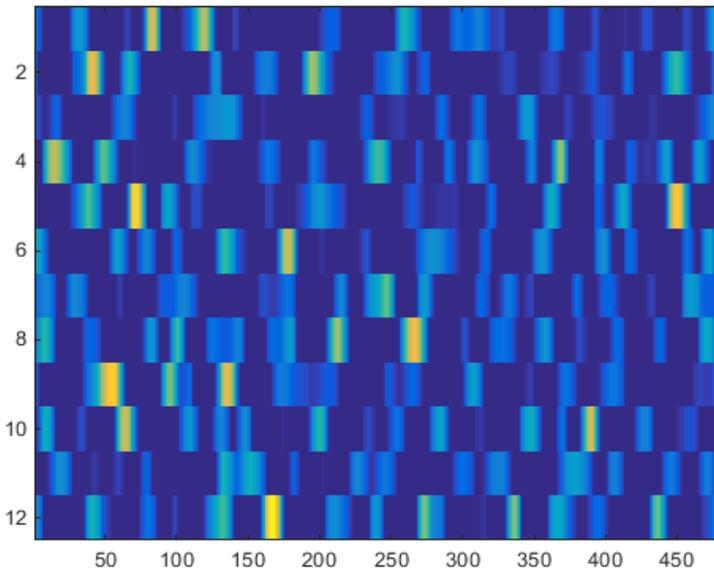
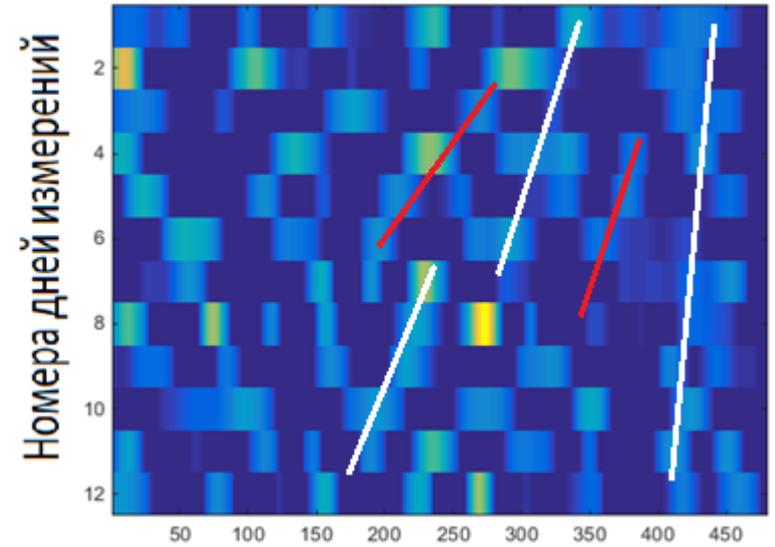
70  
Мин.



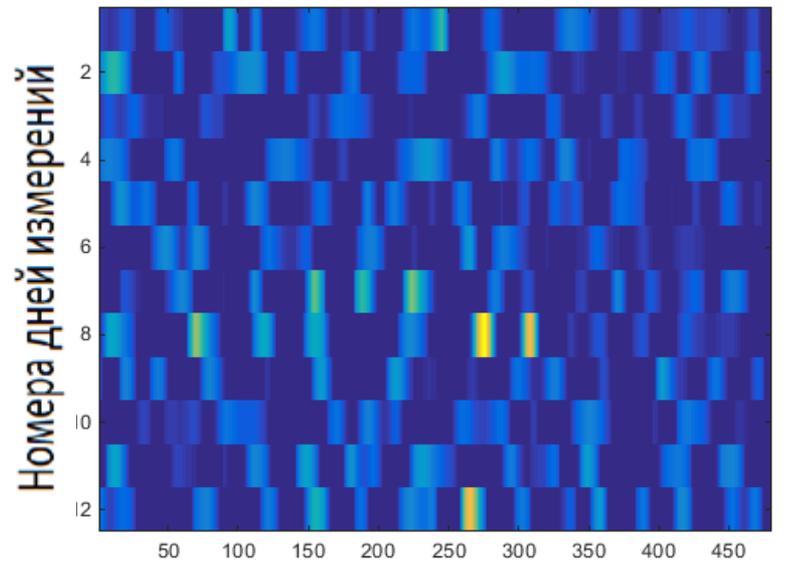
# Октябрь 2019



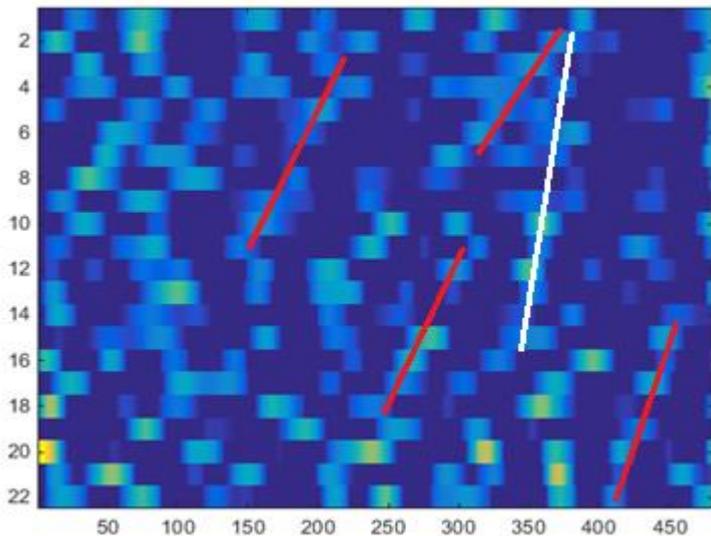
150  
Мин.



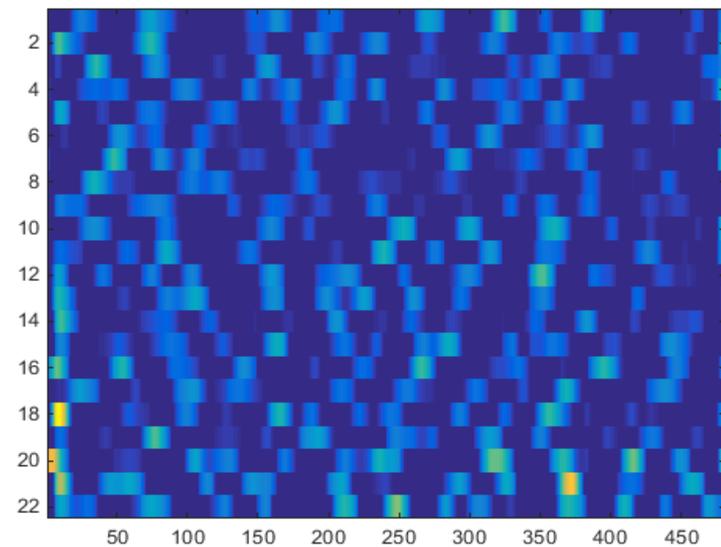
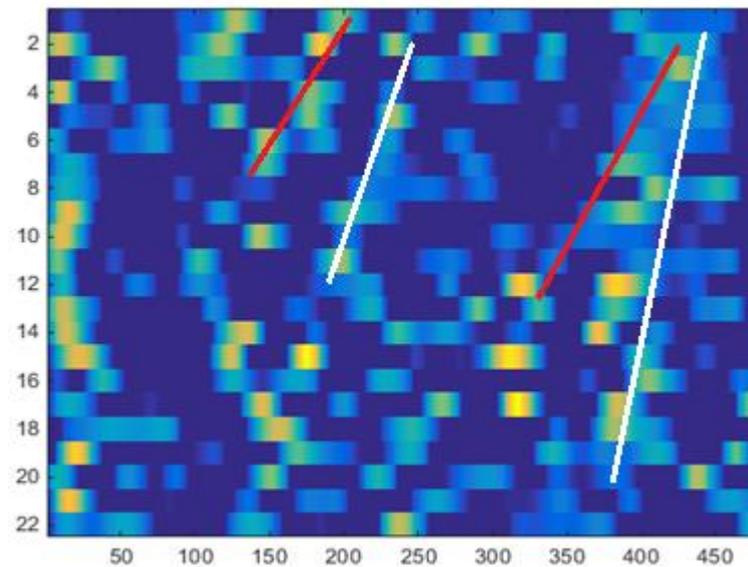
70  
Мин.



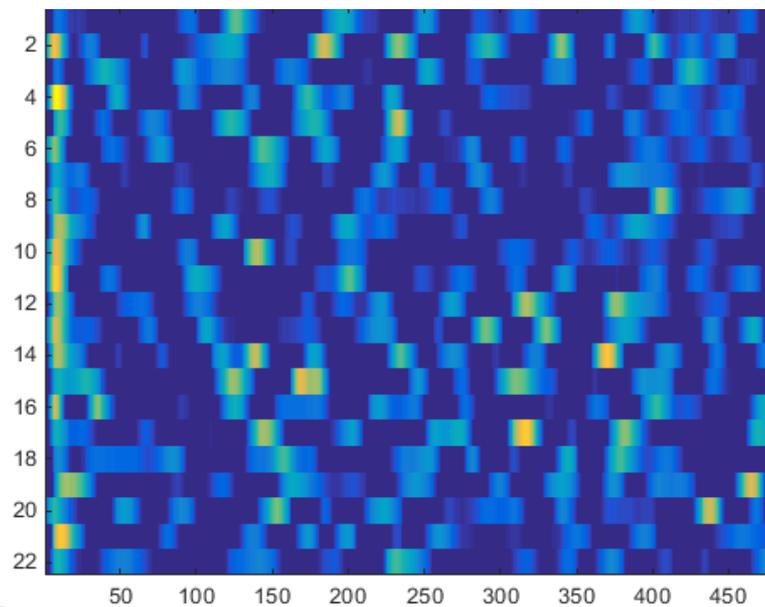
# Ноябрь 2019



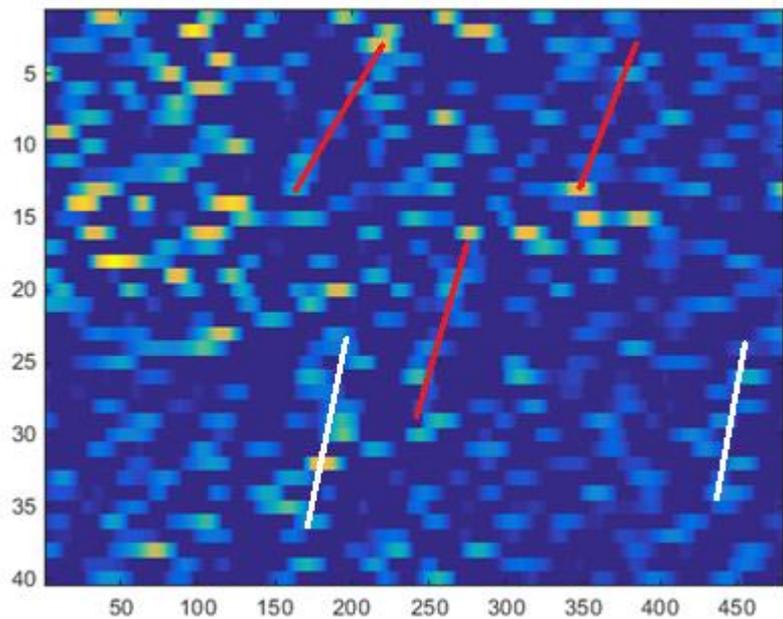
150  
Мин.



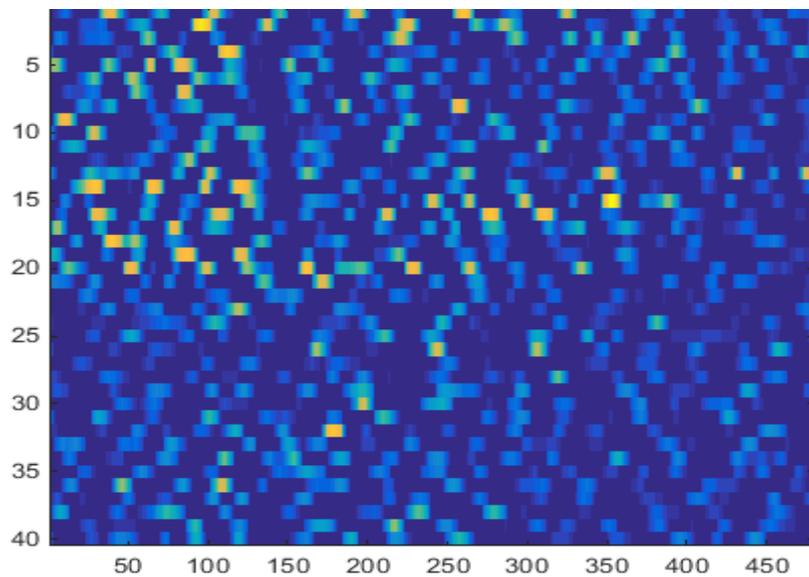
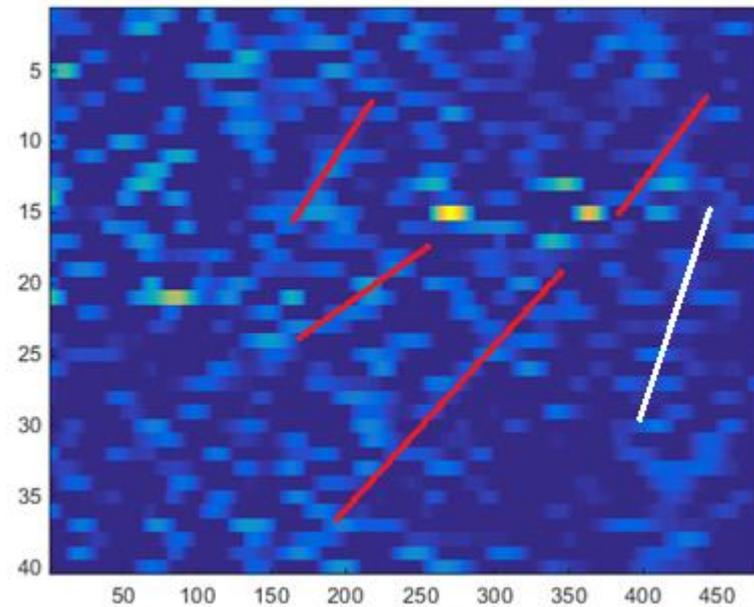
70  
Мин.



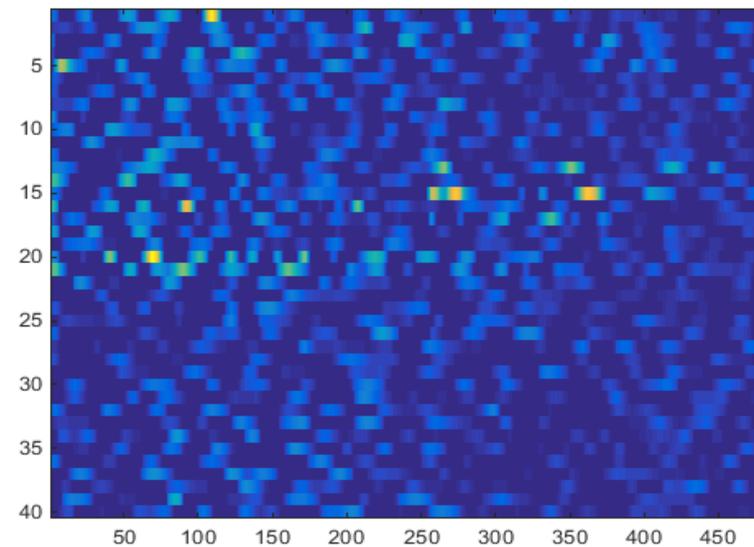
# Осень 2020



150  
МИН.

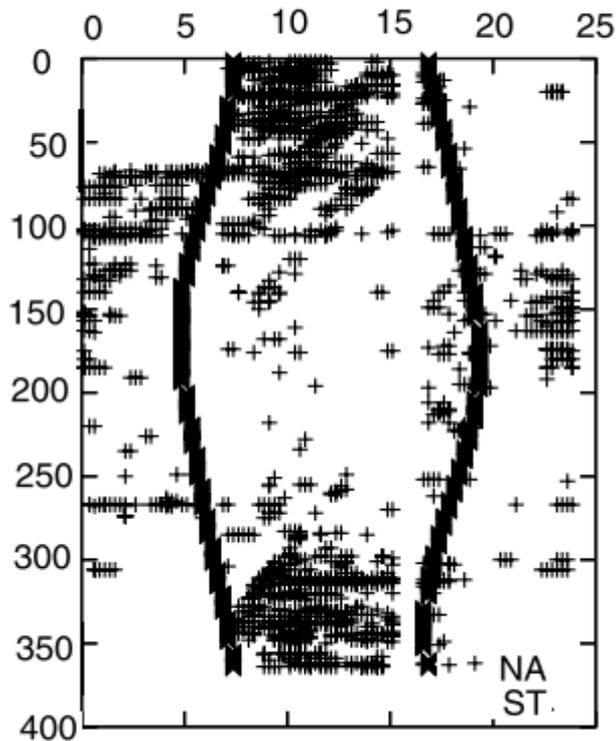


70  
МИН.



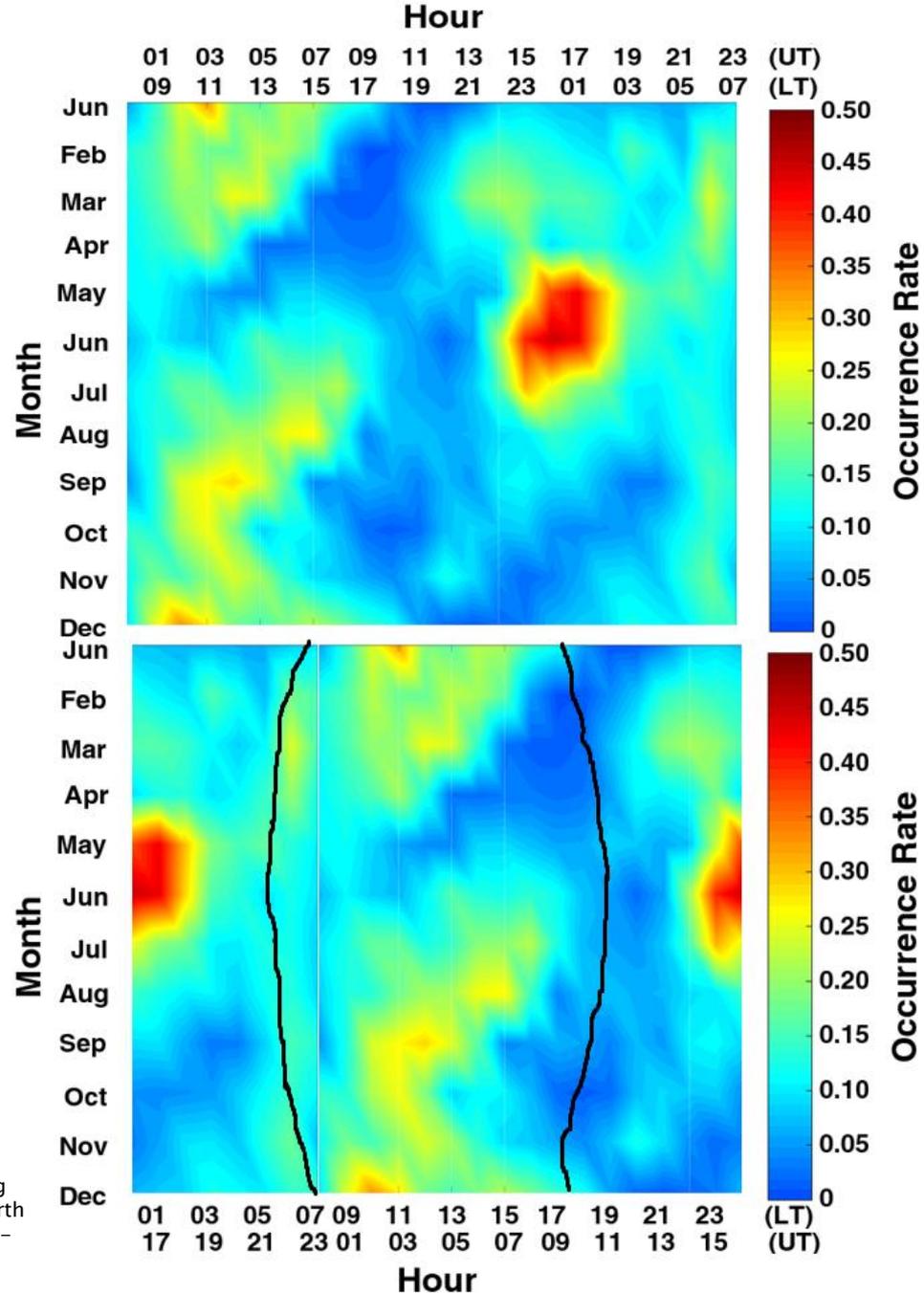
# Вероятность появления СМ ПИВ по данным полного электронного содержания

local time

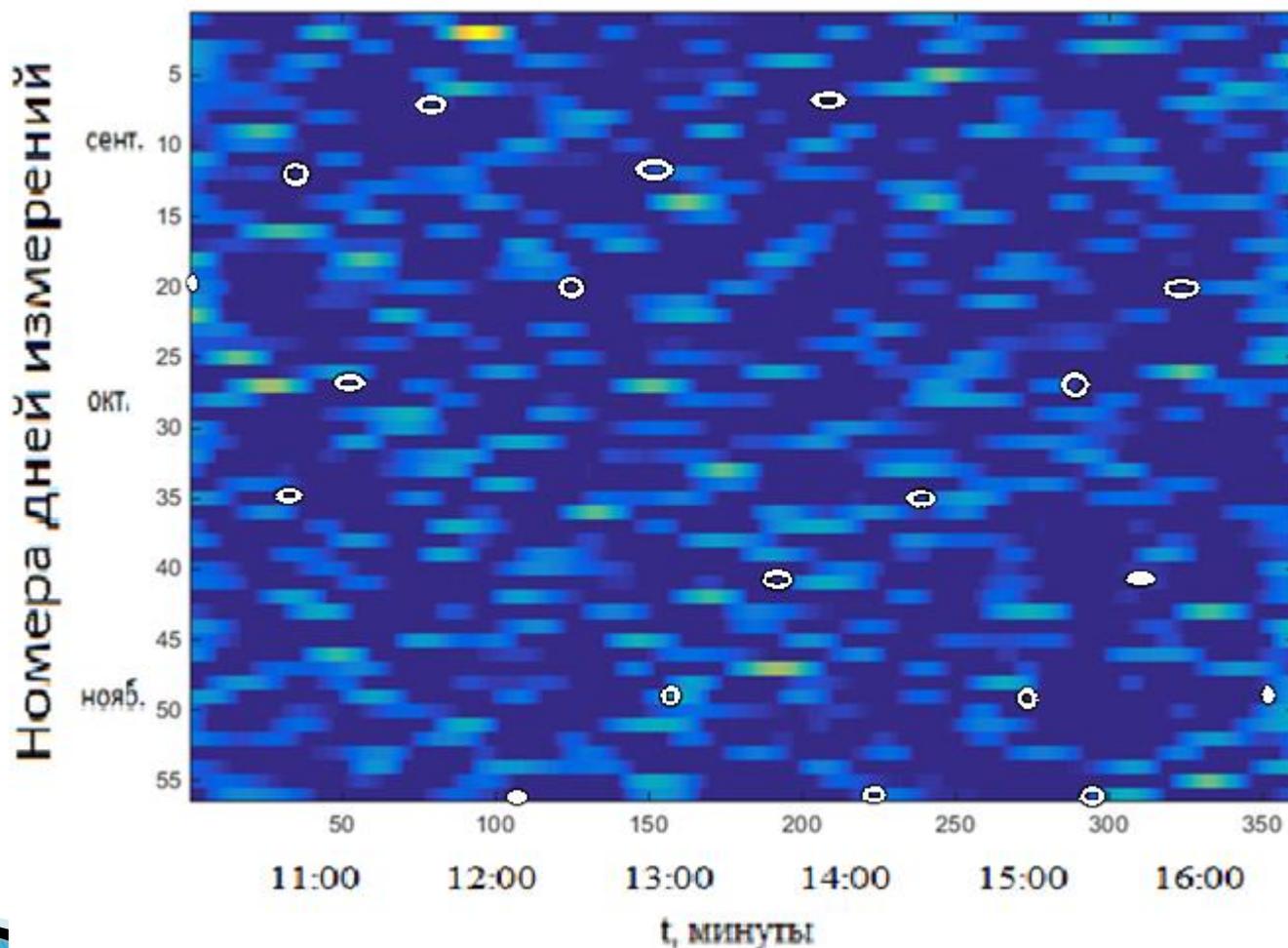


Hernandez-Pajares M. Medium-scale traveling ionospheric disturbances affecting GPS measurements: Spatial and temporal analysis. / M. Hernandez-Pajares, J. M. Juan, J. Sanz // J. Geophys. Res. - 2006. - Vol. 111. P. A07S11. doi:10.1029/2005JA011474.

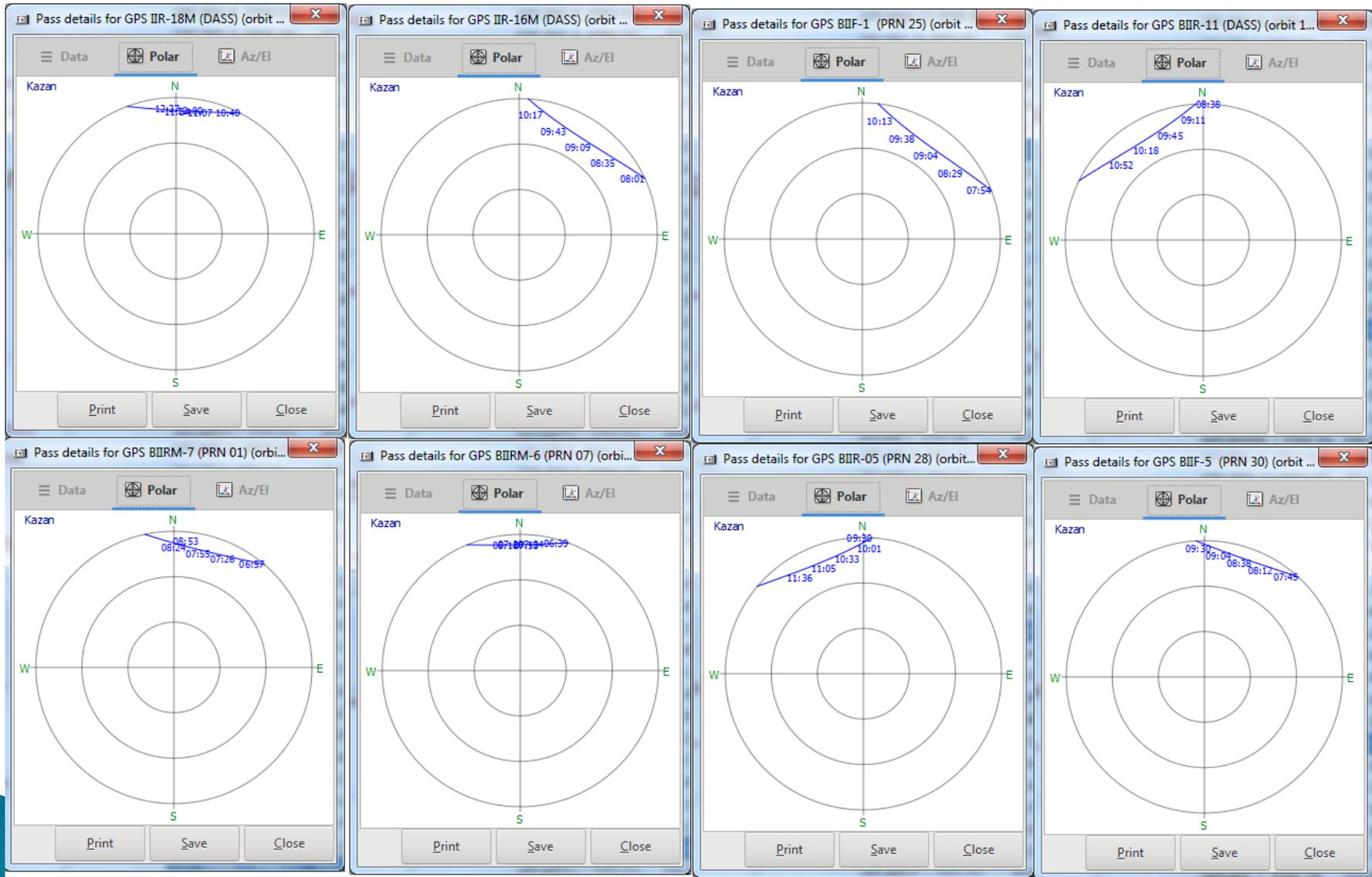
Chen G. A statistical analysis of medium-scale traveling ionospheric disturbances during 2014-2017 using the Hong Kong CORS network. / G. Chen, C. Zhou, Y. Liu et al. // Earth Planets and Space - 2019. - Vol. 71. No 52. doi:10.1186/s40623-019-1031-3



# Сопоставление с GPS-спутниками



# Траектории спутников GPS



# Выводы

- ▶ 1. Для выделения ММ и слабых СМ ПИВ на ионограммах наиболее оптимальным является использование дифференциального поворота.
- ▶ 2. Для более высокого соотношения сигнал/шум можно также использовать полутолщину модельного параболического слоя.
- ▶ 3. Выявлена картина связанного появления слабых СМ и ММ ПИВ в дневное время, с использованием непрерывного вейвлет-преобразования.
- ▶ 4. Картина появления ПИВ имеет тенденцию к сверхкоротирующему появлению.
- ▶ 5. Возможной причиной такой необычной тенденции является движение группировки GPS-спутников.

**Спасибо за внимание**

