

Исследование высокочастотных перемещающихся ионосферных возмущений по данным радиофизического комплекса ИСЗФ СО РАН

*М. В. Толстиков, К. Г. Ратовский, А.В. Медведев
Институт Солнечно-Земной Физики, Иркутск, Россия
E-mail : maxim@iszf.irk.ru*

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 22-17-00146 и при финансовой поддержке Минобрнауки России в части проведения наблюдений и обработки данных. Результаты получены с использованием оборудования Центра коллективного пользования «Ангара» <http://ckp-rf.ru/ckp/3056/> и Уникальной научной установки «Иркутский радар некогерентного рассеяния» <http://ckp-rf.ru/usu/77733/>.

Medvedev A.V., Ratovsky K.G., Tolstikov M.V., Alsatkin S.S., Scherbakov A.A. Studying of the spatial-temporal structure of wavelike ionospheric disturbances on the base of Irkutsk Incoherent Scatter Radar and Digisonde data // J. Atmos. Sol. Terr. Phys., 2013, voo. 105-106, pp. 350–357, DOI:10.1016/j.jastp.2013.09.001.

Medvedev A.V. Ratovsky K.G., Tolstikov M.V., Alsatkin, S.S., Scherbakov A.A. A statistical study of internal gravity wave characteristics using the combined Irkutsk Incoherent Scatter Radar and Digisonde data // J. Atmos. Solar-Terr. Phys., 2015, 132, pp. 13–21, DOI:10.1016/j.jastp.2015.06.012.

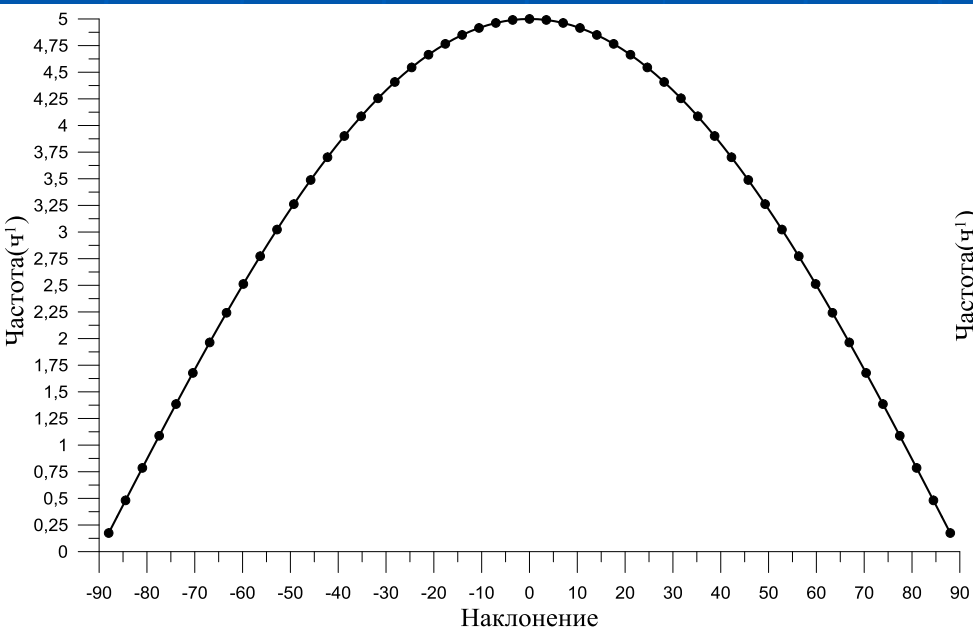
Medvedev A.V., Ratovsky K.G., Tolstikov M.V., Oinats A.V., Alsatkin S.S., Zherebtsov G.A. Relation of internal gravity wave anisotropy with neutral wind characteristics in the upper atmosphere // J. Geophys. Res. Space Phys., 2017, 122, pp. 7567–7580, DOI:10.1002/2017JA024103.

Medvedev A.V., Ratovsky K.G., Tolstikov M.V., Vasilyev R.V., Artamonov M.V. Method for Determining Neutral Wind Velocity Vectors Using Measurements of Internal Gravity Wave Group and Phase Velocities // Atmosphere, 2019, vol. 10, no. 9: 546, DOI: 10.3390/atmos10090546.

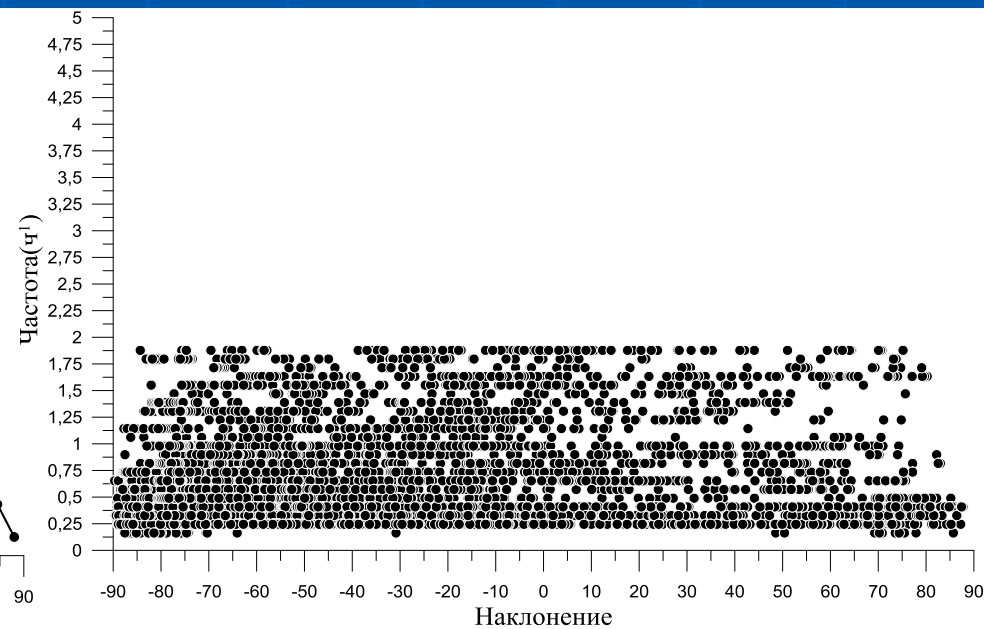
Tolstikov M. V., Oinats A. V., Artamonov M. F., Medvedeva I. V., Ratovsky K. G. Statistical relation of traveling ionospheric disturbances with neutral wind and disturbances in the stratosphere // Solnechno-Zemnaya Fizika. 2022. no. 4. pp. 83-94. DOI: <https://doi.org/10.12737/szf-84202208>

$$f = f_b \cos \theta$$

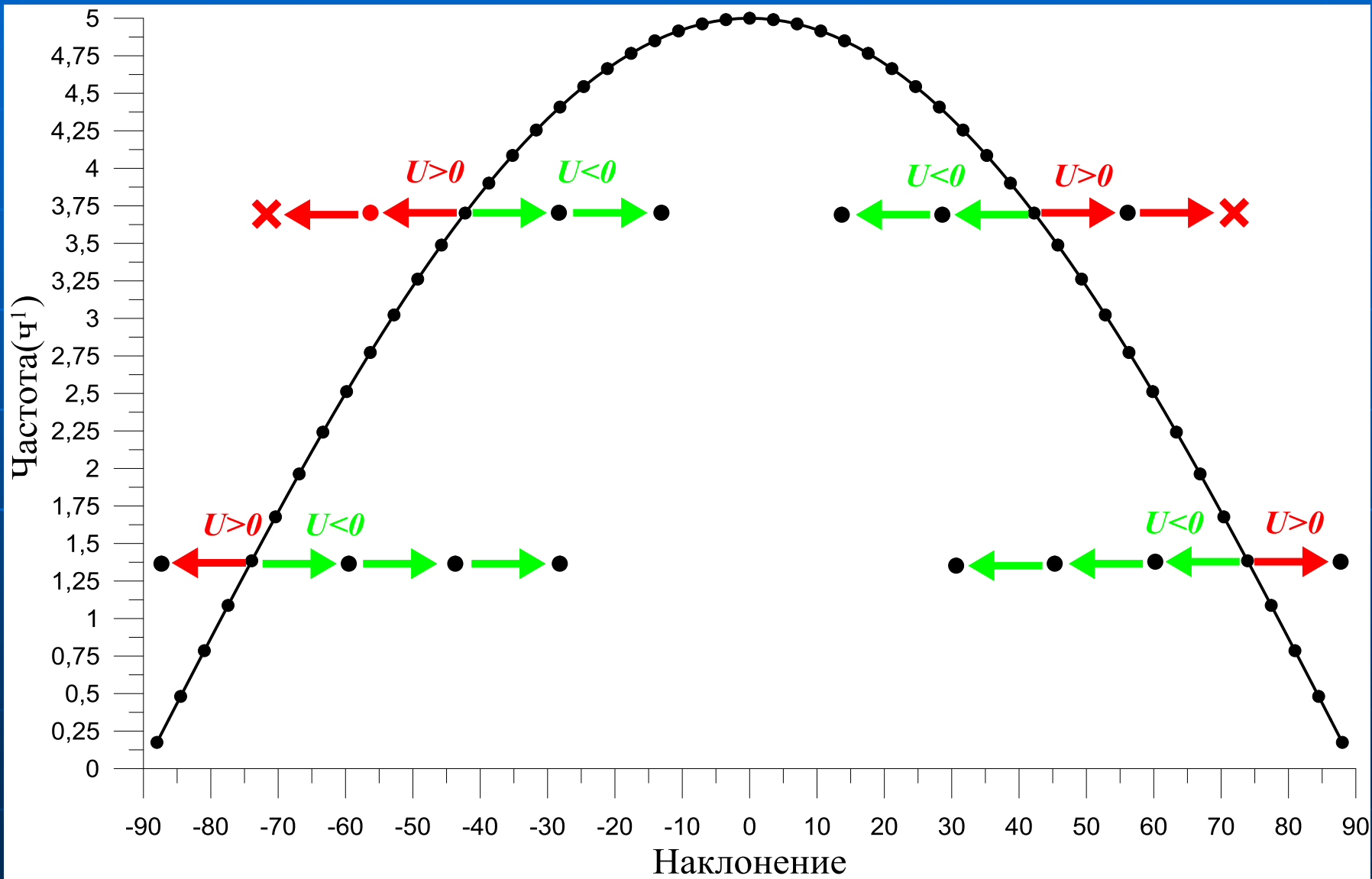
Теория



Эксперимент



$$f' = f - \frac{U}{L_h}$$



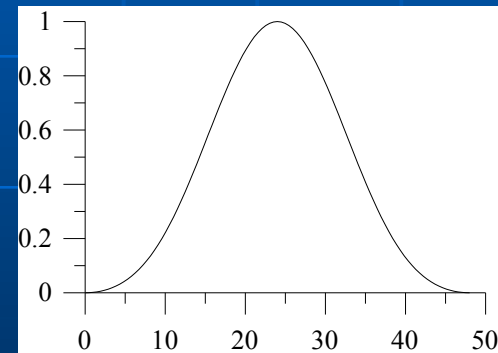
В 2022 году с 31 января по 6 февраля измерения на радаре некогерентного рассеяния и ионозонде проводились с 5 минутным шагом.

2037 ПИВ из них ~75% 1559(с периодом больше 30 минут) и ~25% 478(с периодом меньше 30 минут)

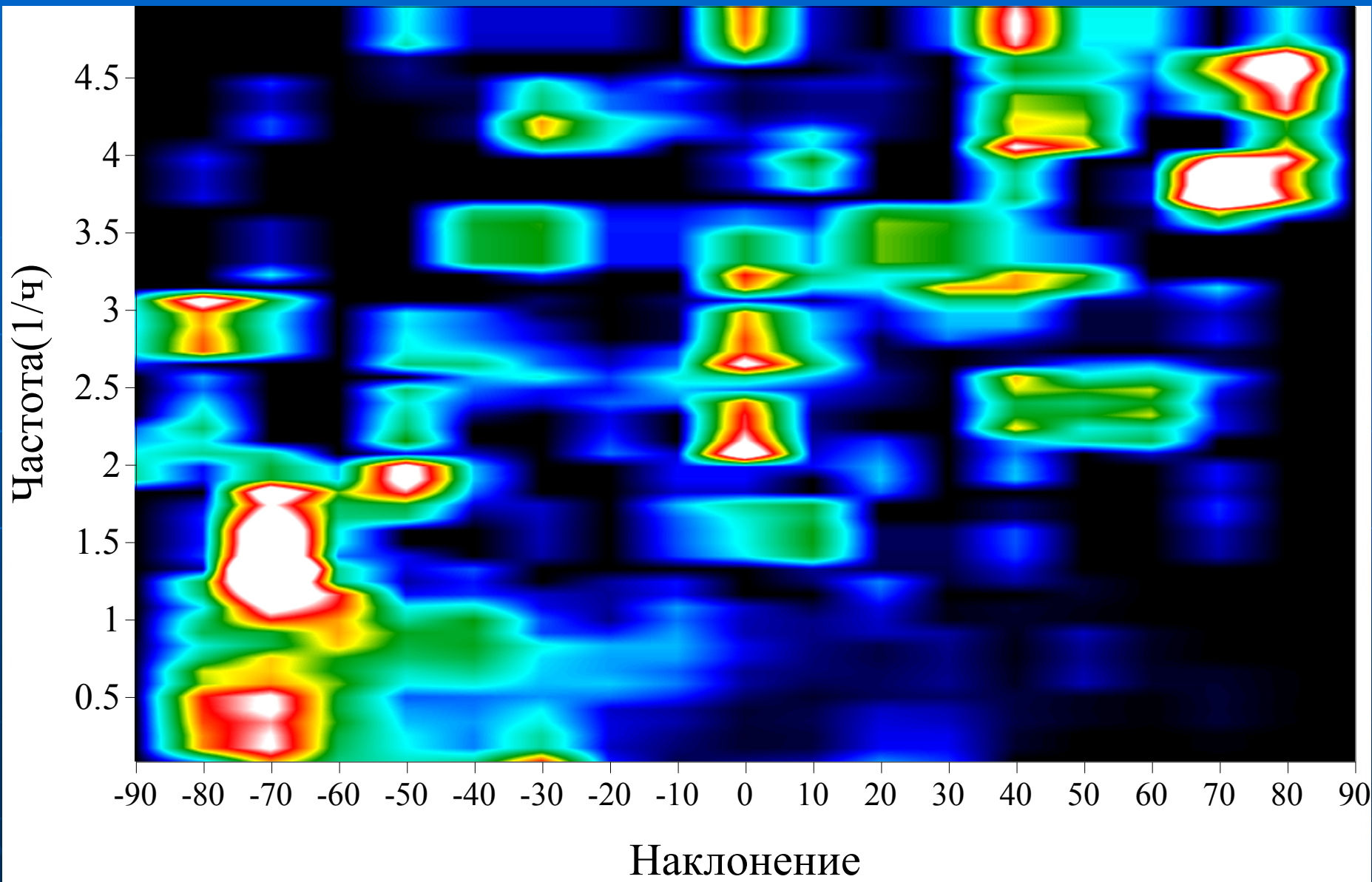
Критерий наличия ПИВ

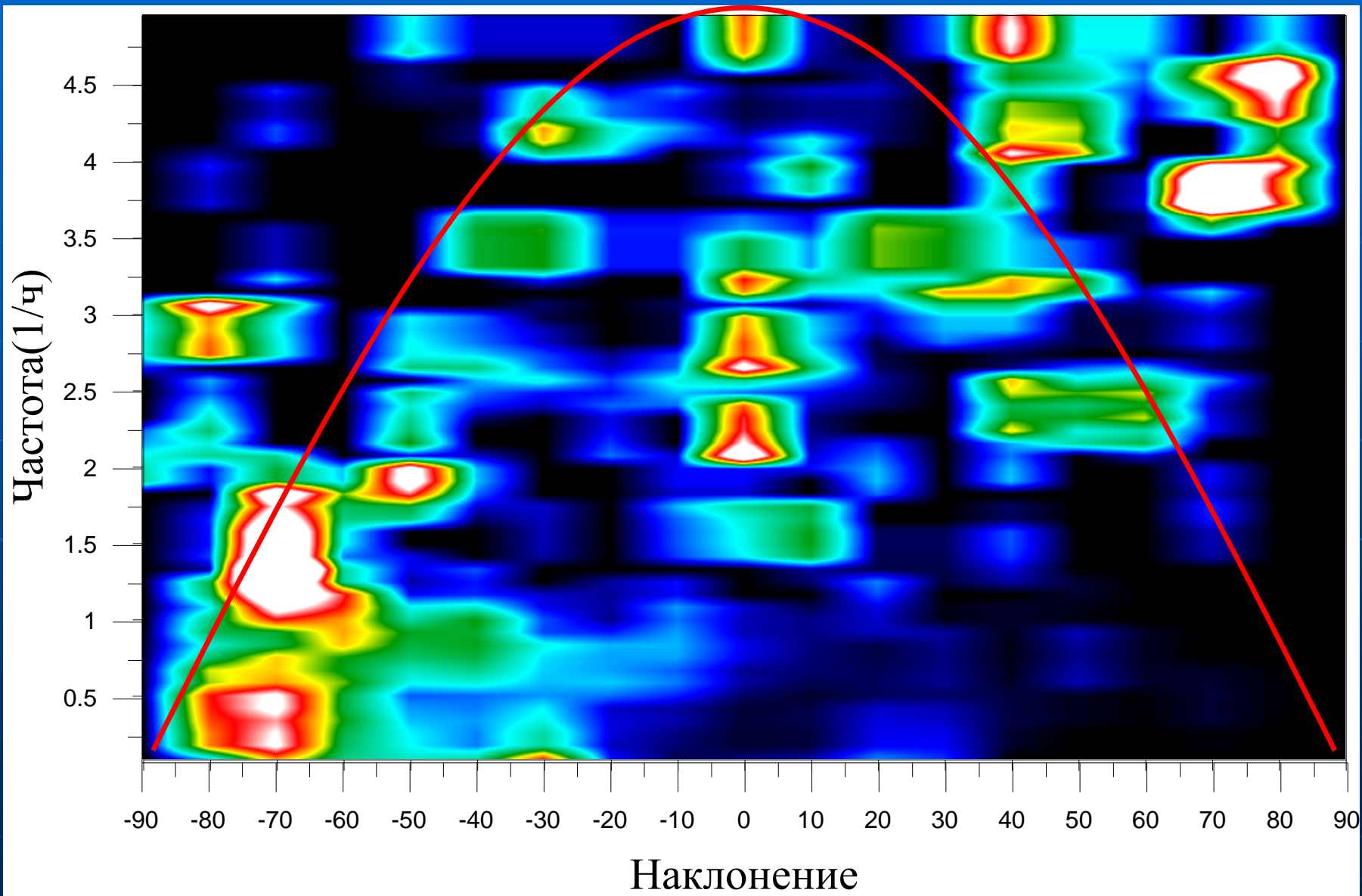
Окно Блэкмана

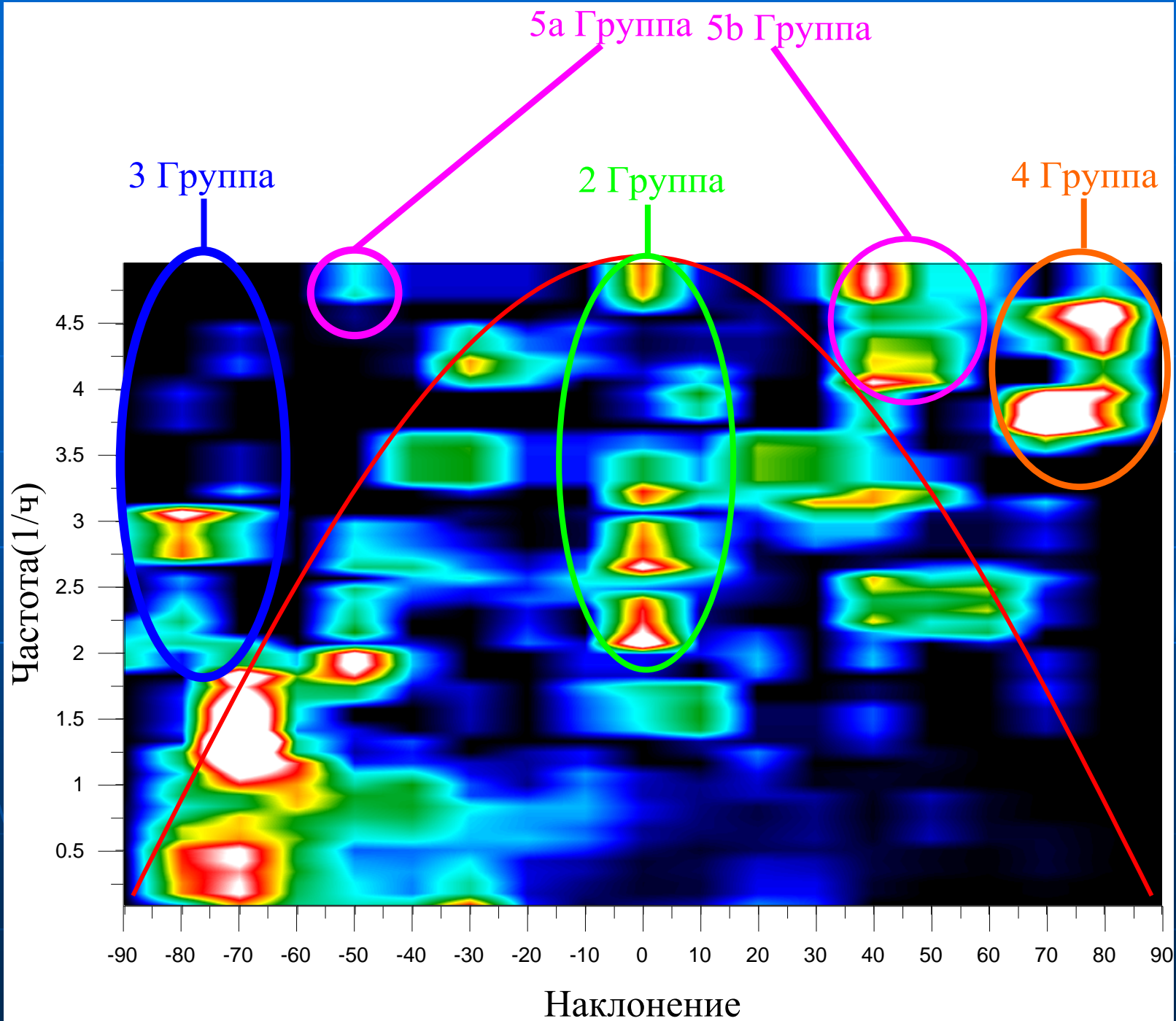
$$0.42 - \frac{1}{2} \cos\left(\frac{2\pi n}{N-1}\right) + 0.08 \cos\left(\frac{4\pi n}{N-1}\right)$$



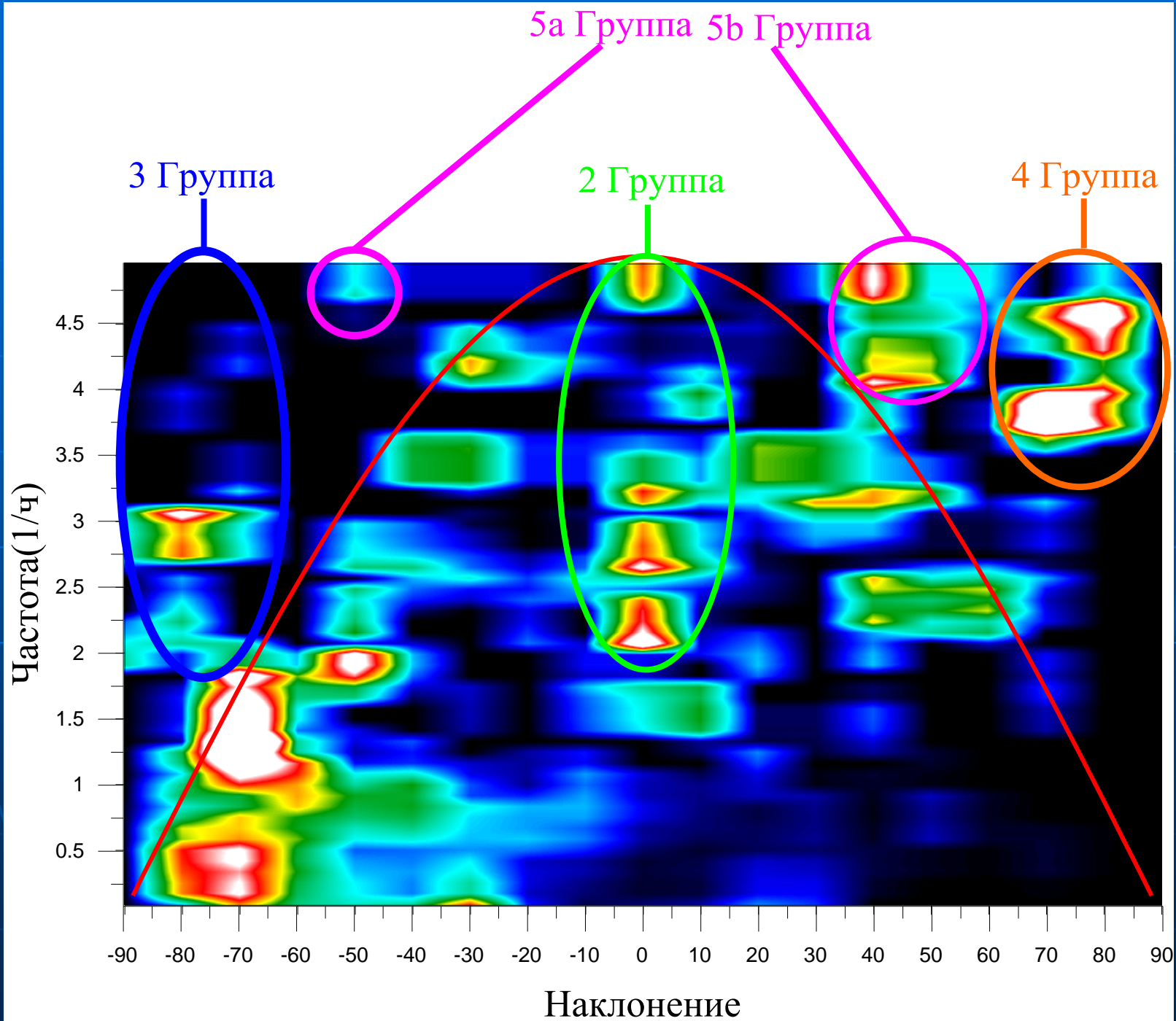
Локальный максимум в спектре на минимум трёх соседних высот и трёх инструментах на одной и той же частоте.







Группа ПИВ	Количество	Процент ПИВ распространяющихся против ветра	Процент ПИВ
0 «старые ВГВ»		~79%	-----
1) Лежащие под дисперсионной кривой с $ \theta > 10^\circ$	177	~71%	~39%
2) «Отражённые» Лежащие под дисперсионной кривой с $ \theta < 10^\circ$	88	~73%	~19%
3) Лежащие над дисперсионной кривой с $\theta < -65^\circ$	55	~60%	~12%
4) Лежащие над дисперсионной кривой с $\theta > 65^\circ$	73	~52%	~16%
5a) Лежащие над дисперсионной кривой с $-45^\circ > \theta > -55^\circ$	4	~47%	~14%
5b) Лежащие над дисперсионной кривой с $-60^\circ > \theta > -35^\circ$	57		



Заключение

Возмущения с периодами менее 30 минут составляют $\sim 25\%$ от общего числа возмущений. Высокочастотные возмущения по соответствию дисперсионному соотношению для ВГВ можно условно разделить на шесть основных групп. При распространении ВГВ по ветру сильно уменьшается амплитуда ВГВ за счет диссипации, в то время как при распространении против ветра амплитуда ВГВ увеличивается. Следовательно большинство наблюдаемых ВГВ должны распространяться против ветра, а возмущения иной физической природы могут распространяться как по ветру, так и против ветра. В первой группе(ВГВ) $\sim 71\%$ возмущений распространяется против ветра, во второй группе(отражённые ВГВ) $\sim 73\%$ возмущений распространяется против ветра, во второй группе, в третьей группе $\sim 60\%$ возмущений распространяется против ветра, в четвёртой группе $\sim 52\%$ возмущений распространяется против ветра, в пятой и шестой группе $\sim 47\%$ возмущений распространяется против ветра.