



S. Grach ^{1,2)} , V. Klimenko ³⁾, A. Shindin ^{1,2)}, I. Nasyrov ⁴⁾ , E. Sergeev.^{1,2)},

Results of airglow observations at SURA in 2010, Savely Grach, University of Nizniy Novgorod, Russia

- 1) Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod
- 2) Radiophysical Research Institute
- 3) Institute of Applied Physics RAS
- 4) Kazan (Volga region) Federal University

В докладе кратко изложены предварительные результаты исследований генерации искусственного оптического излучения ионосферы под действием мощного КВ радиоизлучения стенда «Сура», выполненных в марте, мае и сентябре 2010 г.

Измерения проводились с помощью фотометрического комплекса, созданного в 2005-2010 гг. на стенде «Сура», включающего в себя набор фотометров и цифровую ПЗС камеру S1C/079-FP(FU) со светофильтрами на различные длины волн. Кроме того, в эксперименте использовался мобильный фотометрический комплекс Казанского федерального университета.

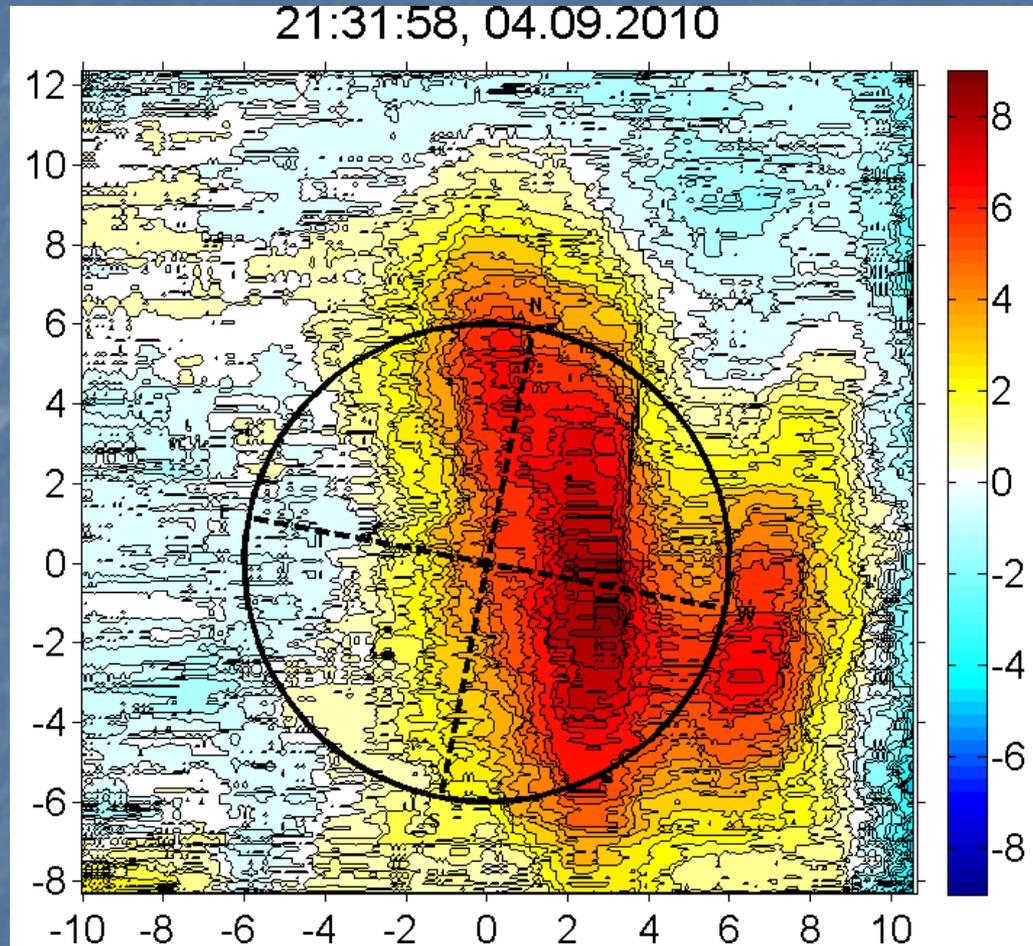
Как известно, оптическое свечение ионосферы в красной линии с длиной волны $\lambda=630$ нм связано с излучением возбужденных атомов кислорода $O(1D)$. Возбужденные атомы возникают в результате двух причин: диссоциативной рекомбинации с участием электронов и ионов молекулярного кислорода и возбуждения атомов кислорода, находящихся в основном состоянии, при столкновениях с электронами, обладающими энергией большей, чем энергия возбуждения уровня O^1D ($\varepsilon > I = 1,96$ эВ). Поэтому нагрев электронов при воздействии мощных радиоволн на F-слой ионосферы оказывает двойное влияние на яркость свечения. Уменьшение коэффициента рекомбинации с ростом температуры должно приводить к уменьшению концентрации возбужденных атомов $[O(1D)]$ и, соответственно, уменьшению яркости, тогда как увеличение числа электронов с $\varepsilon > I$ при нагреве – к увеличению $[O(1D)]$ и яркости свечения. При воздействии мощной волной O -поляризации в ионосфере возбуждаются плазменные волны, которые ускоряют электроны до энергий с $\varepsilon > I$ что является дополнительным источником увеличения яркости свечения.

Используемый режим воздействия: чередование квазинепрерывного воздействия (QCW) (970 ms "on", 30 ms "off") в течение 1.5-3 минут и импульсов с малой скважностью

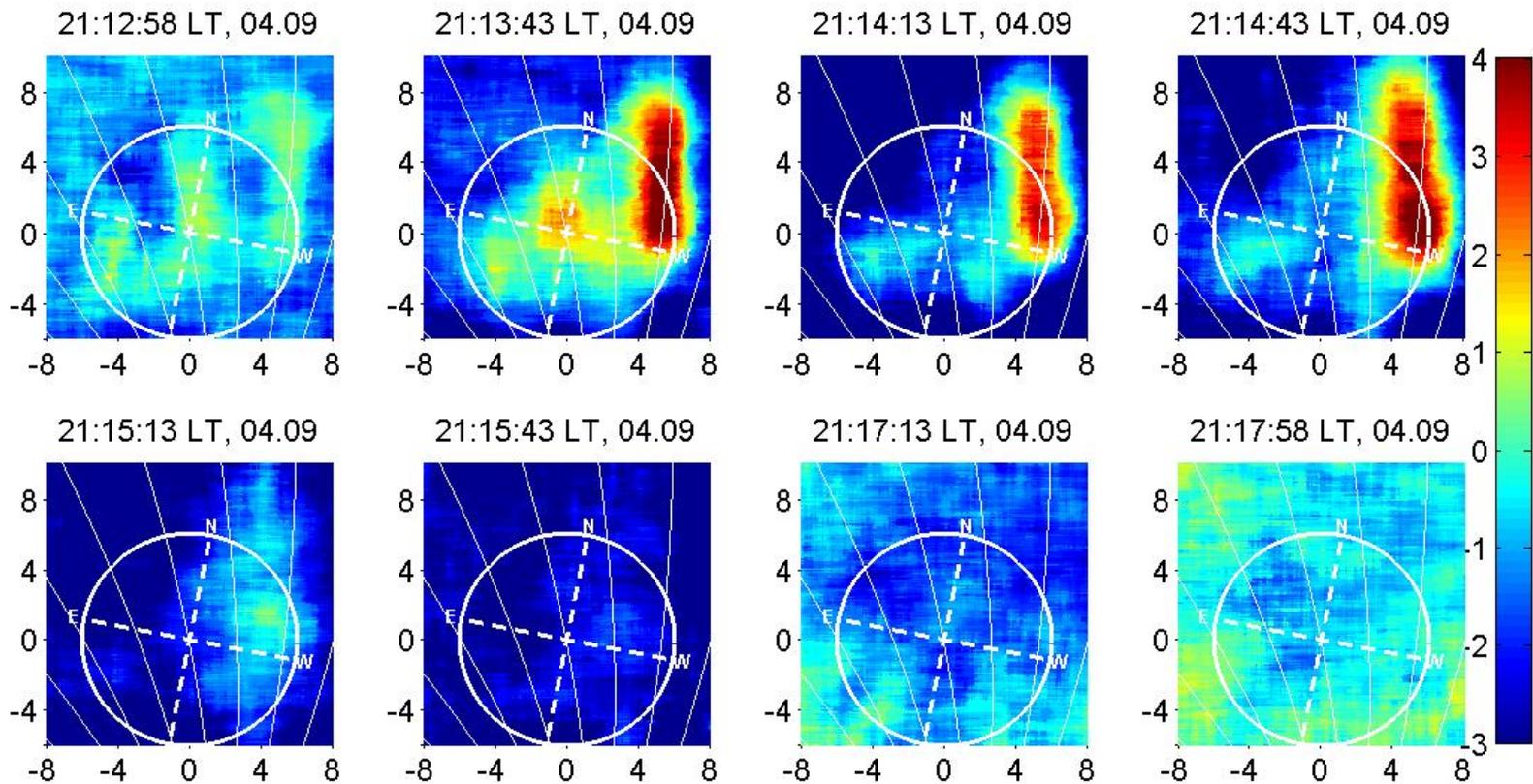


Такой режим позволяет измерять времена релаксации ИРИ после выключения мощной волны и определять вклад ускоренных электронов на разных стадиях воздействия в затухание плазменных волн

Вертикальное воздействие, 4 сентября 2010 г.

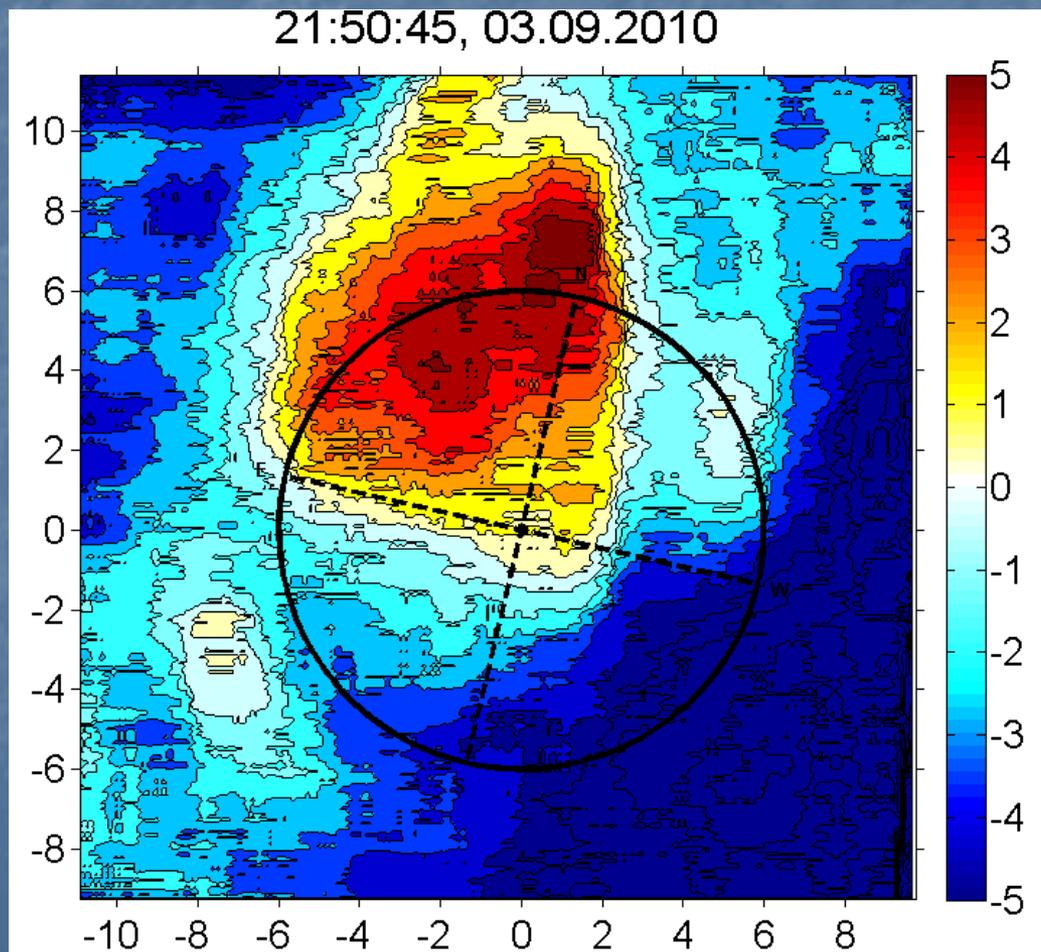


Стратификация возмущенной области, западно-восточный дрейф, скорость смещения ~ 10 м/с

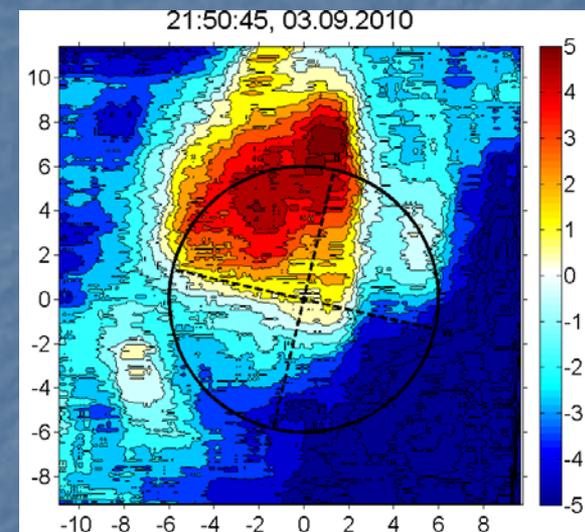
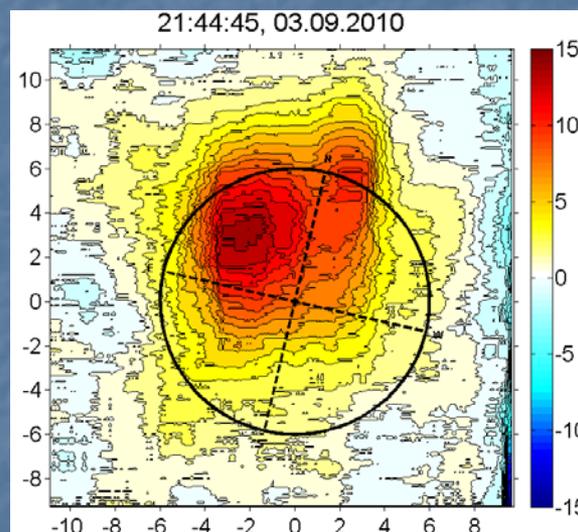
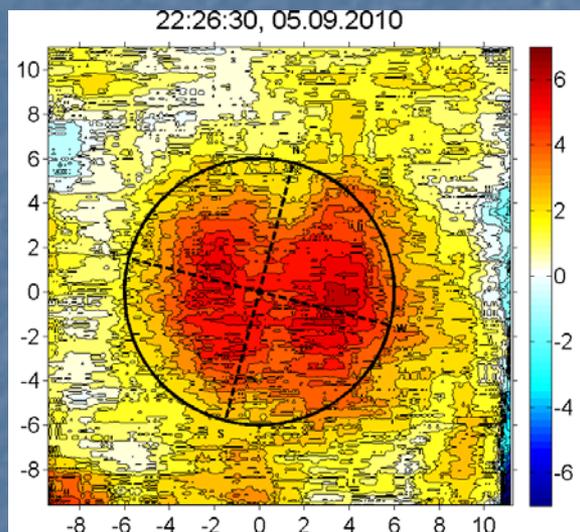


04.09.10, Vertical pumping. Ясно видны «страты», вытянутые вдоль магнитного поля.

3 и 5 09.2010 Вертикальное воздействие. Смещение пятна свечения на север при увеличении высоты отражения.



Влияние высоты отражения мощного радиоизлучения на смещение пятна свечения

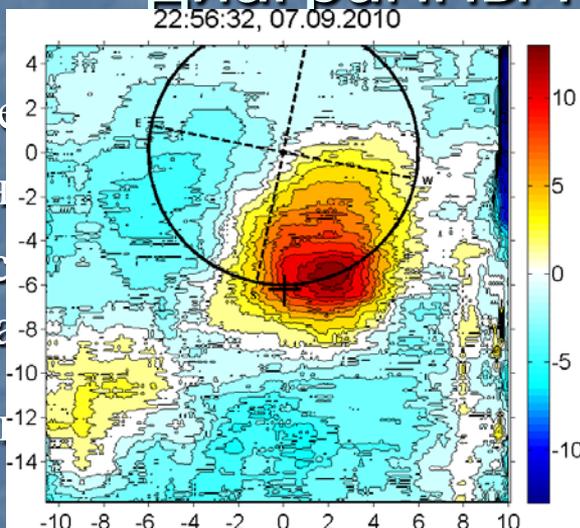


5 сентября:
высота отражения –
250 км

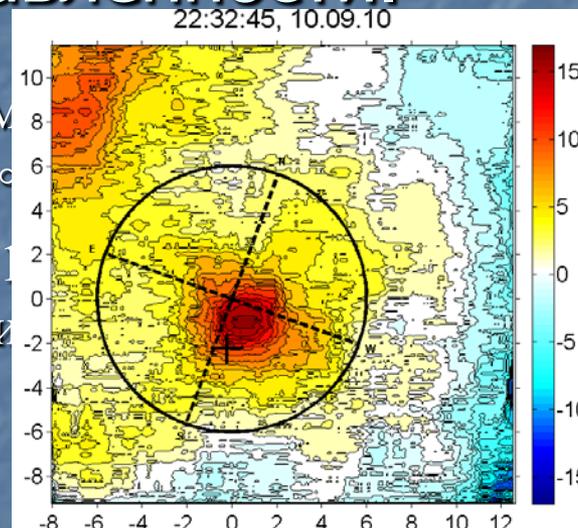
3 сентября: высота отражения –
280 км

При $f_0 = 4740$ кГц пятно свечения - в магнитном зените при различных углах наклона диаграммы направленности.

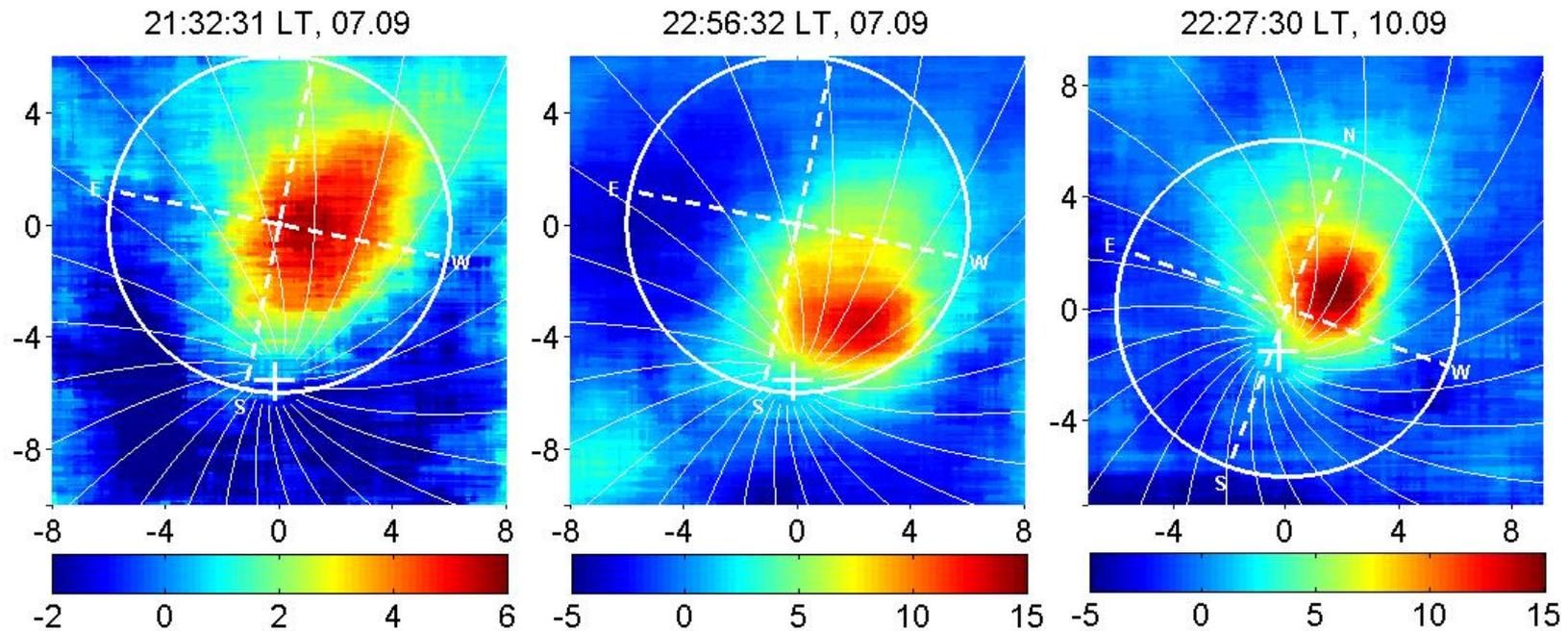
Изображе
Левый св
Правый с
показа
геома



е двухм
н на 12°
лон на 1
ого зени



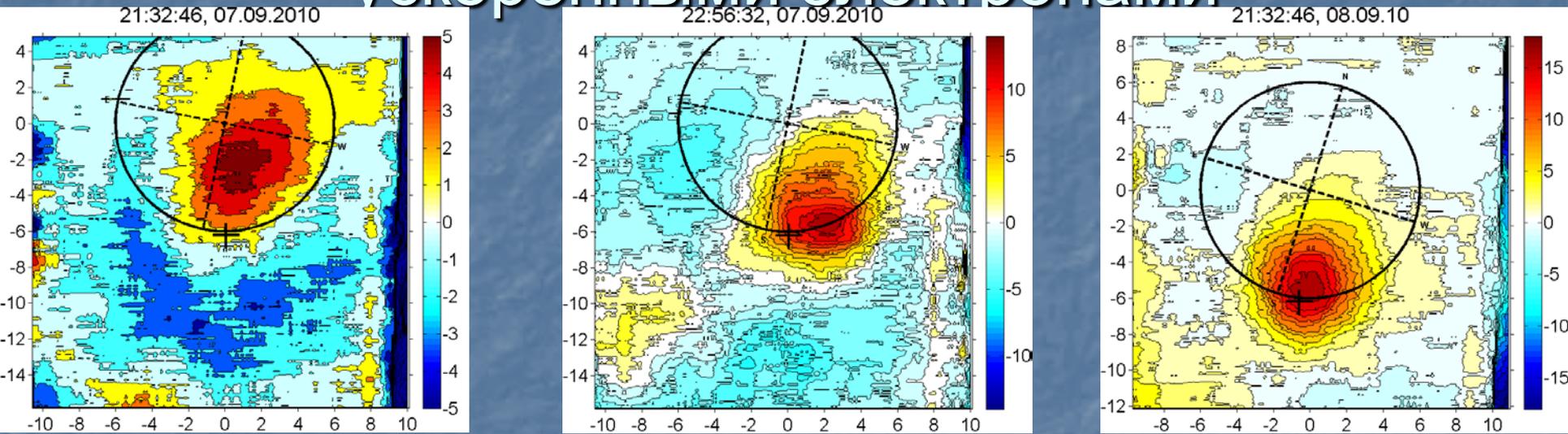
ТВИЯ.
сунке



07.09.11 Наклон ДН на 12° югу. При малых яркостях пятно в центре ДН, при больших – в магнитном зените.

10.09.11 Наклон ДН на 16° югу. Пятно в магнитном зените.

Генерация искусственного свечения ускоренными электронами



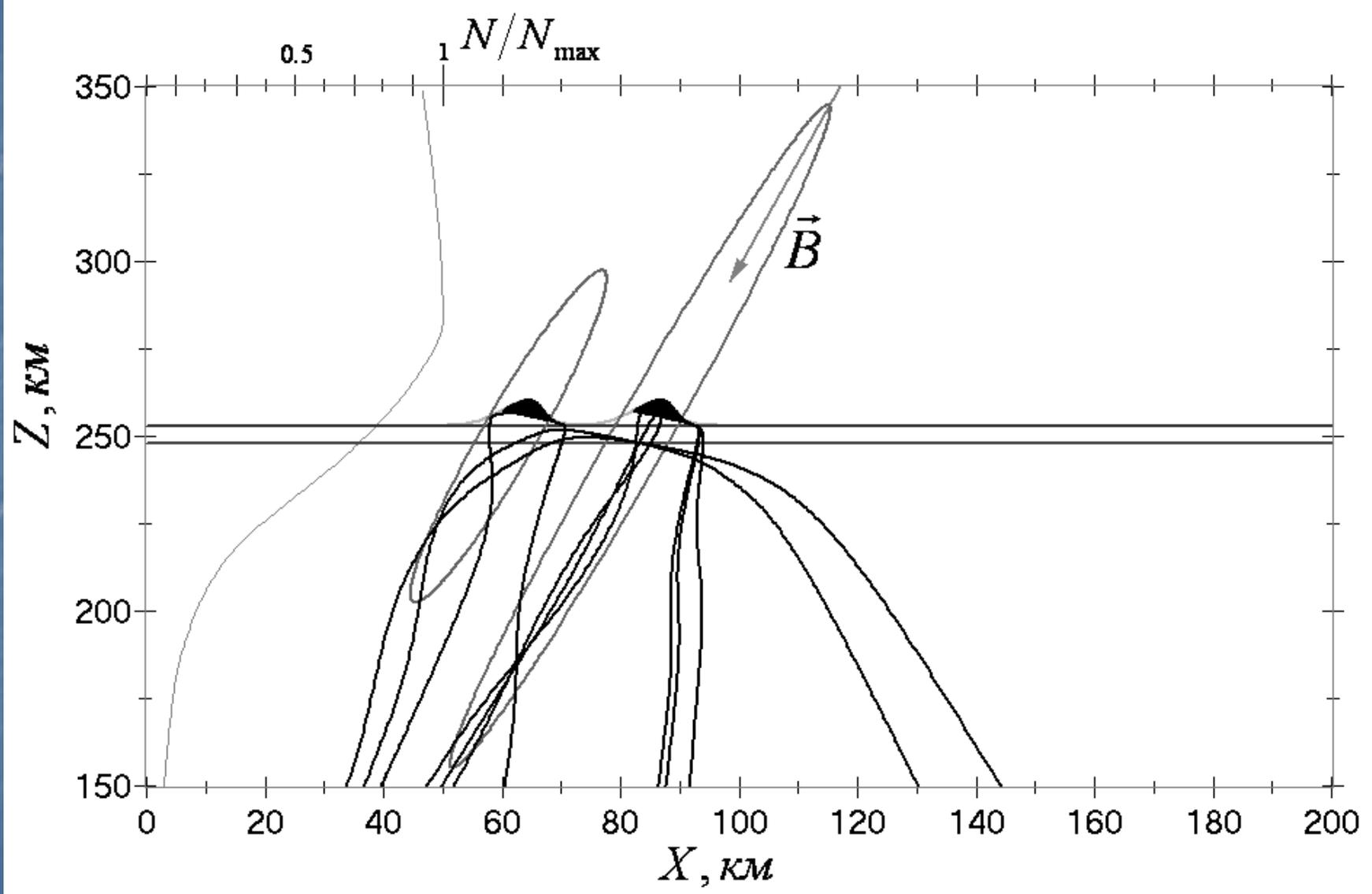
7.09 и 8.09. Угол наклона диаграммы направленности - 12° к югу.

Снимок слева: частота волны накачки - 5375 кГц ;

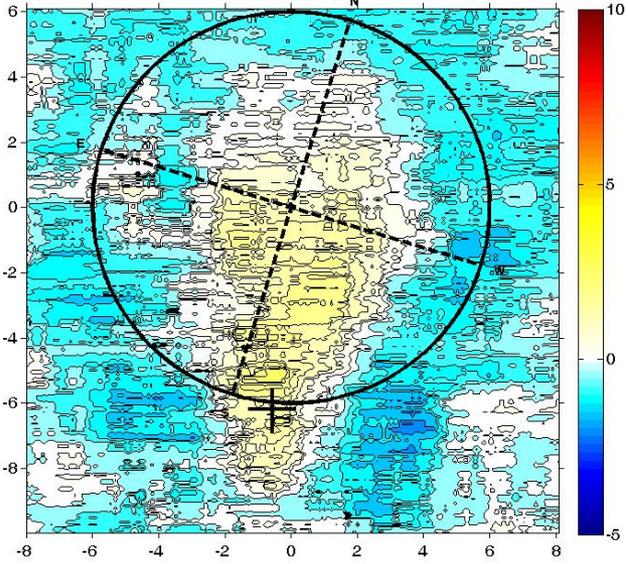
Центральный снимок: частота волны накачки - 4740 кГц;

Снимок справа: частота волны накачки - 4740 кГц.

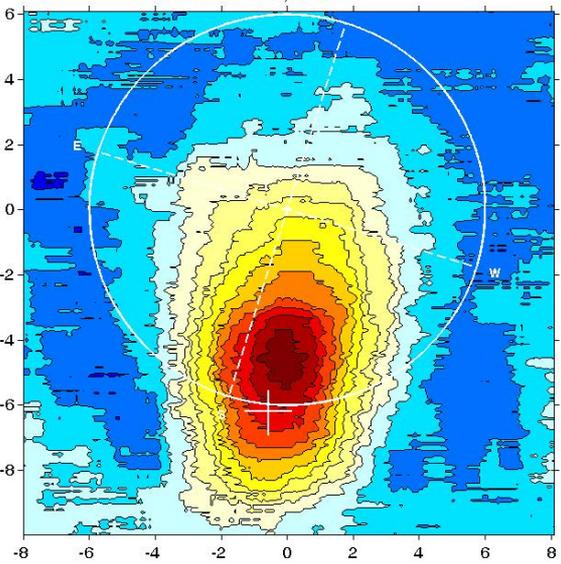
При $f_0 = 4740$ кГц - пятно свечения в магнитном зените!



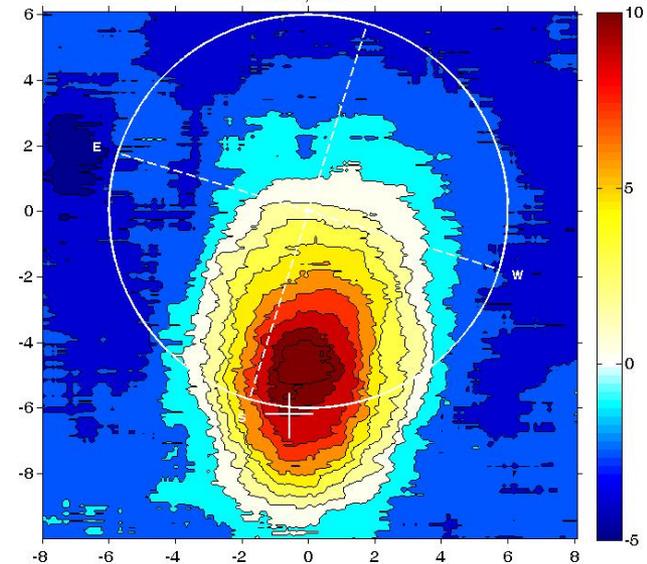
21:13:15, 08.09.10



21:14:00, 08.09.10



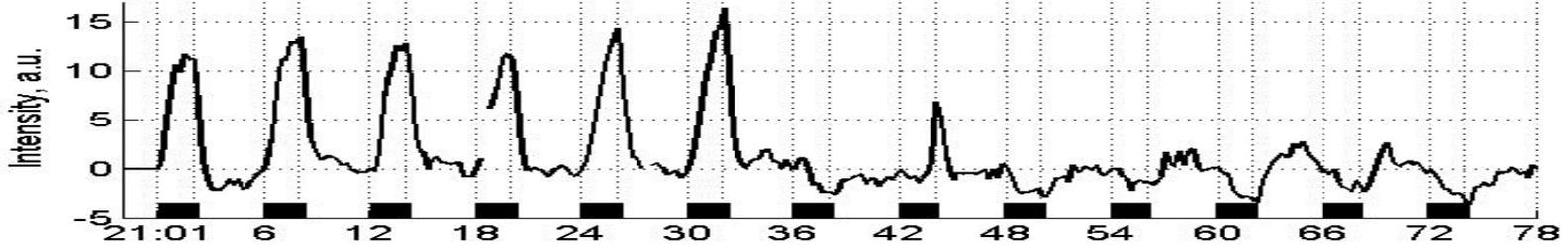
21:14:30, 08.09.10



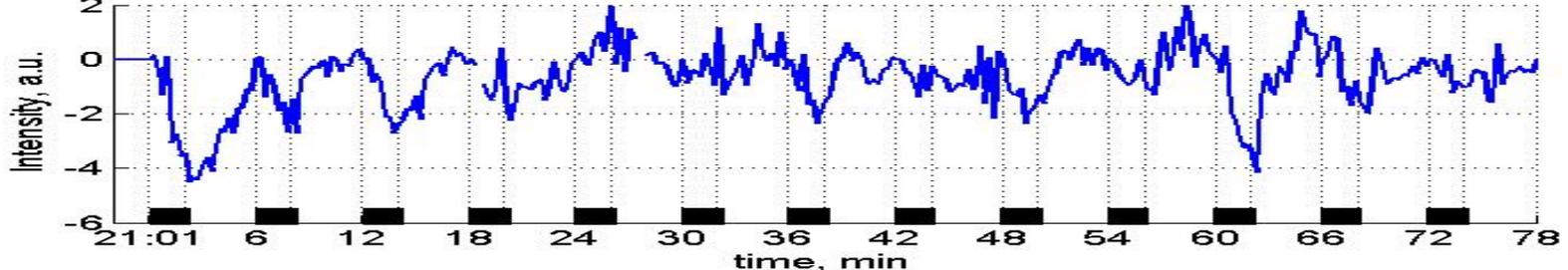
08.09.11 Наклон ДН на 12° югу, развитие пятна в магнитном зените. Видно уменьшение яркости вне яркого пятна.

September, 8

Median intensity for square (size - 43') at the airglow center



...for the square shifted from the airglow center by $5^\circ 23'$ to E

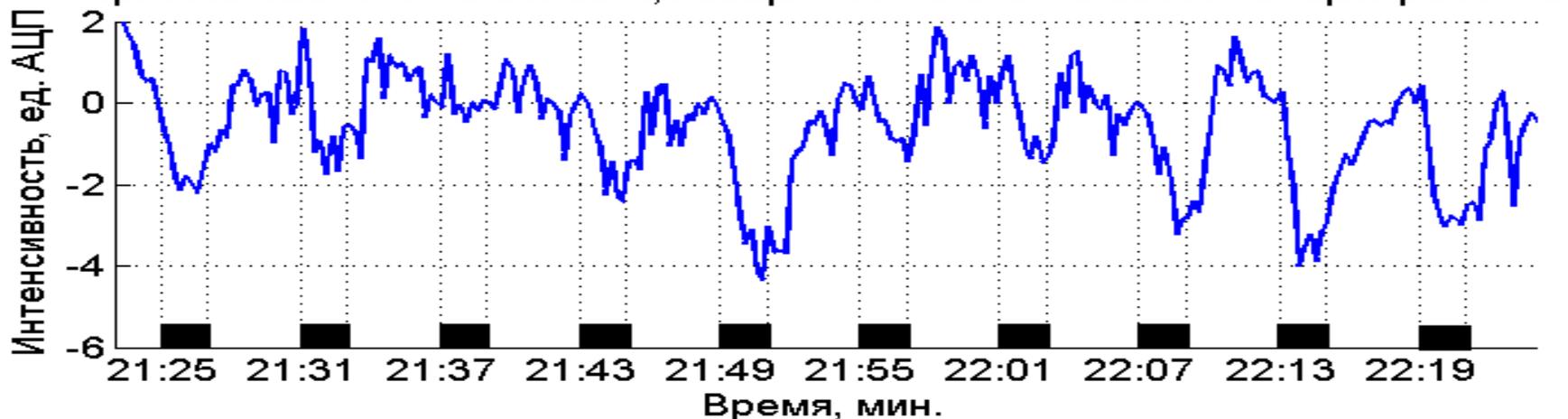


Динамика яркости свечения от сеанса к сеансу 07.09.2010

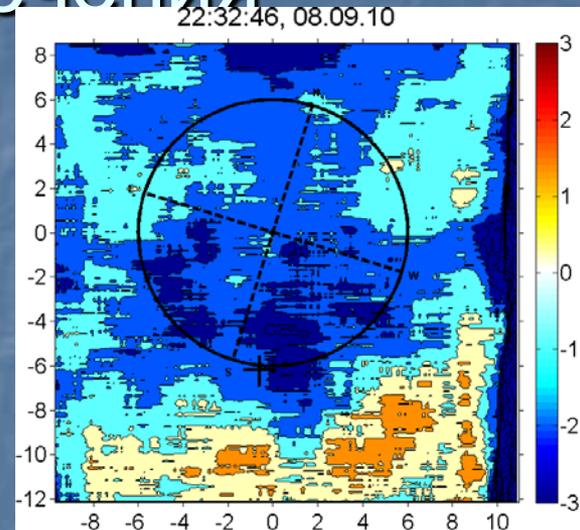
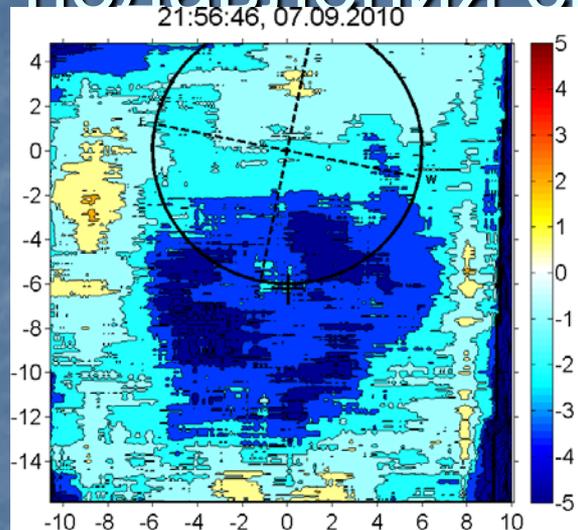
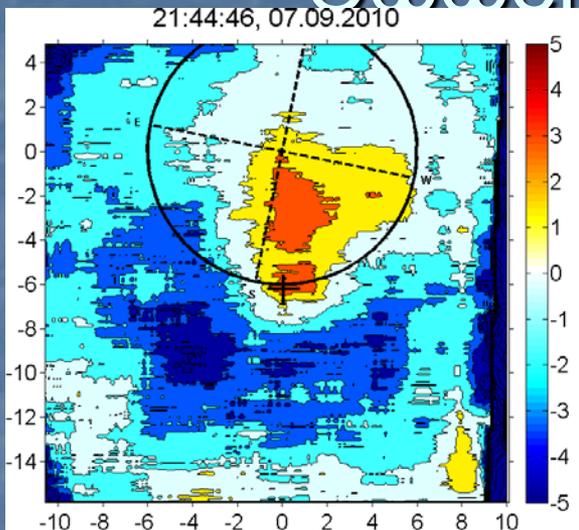
Яркость свечения в центре пятна



Яркость свечения в области, смещенной на $6^{\circ}2'$ на восток от центра пятна



Эффект подавления свечения

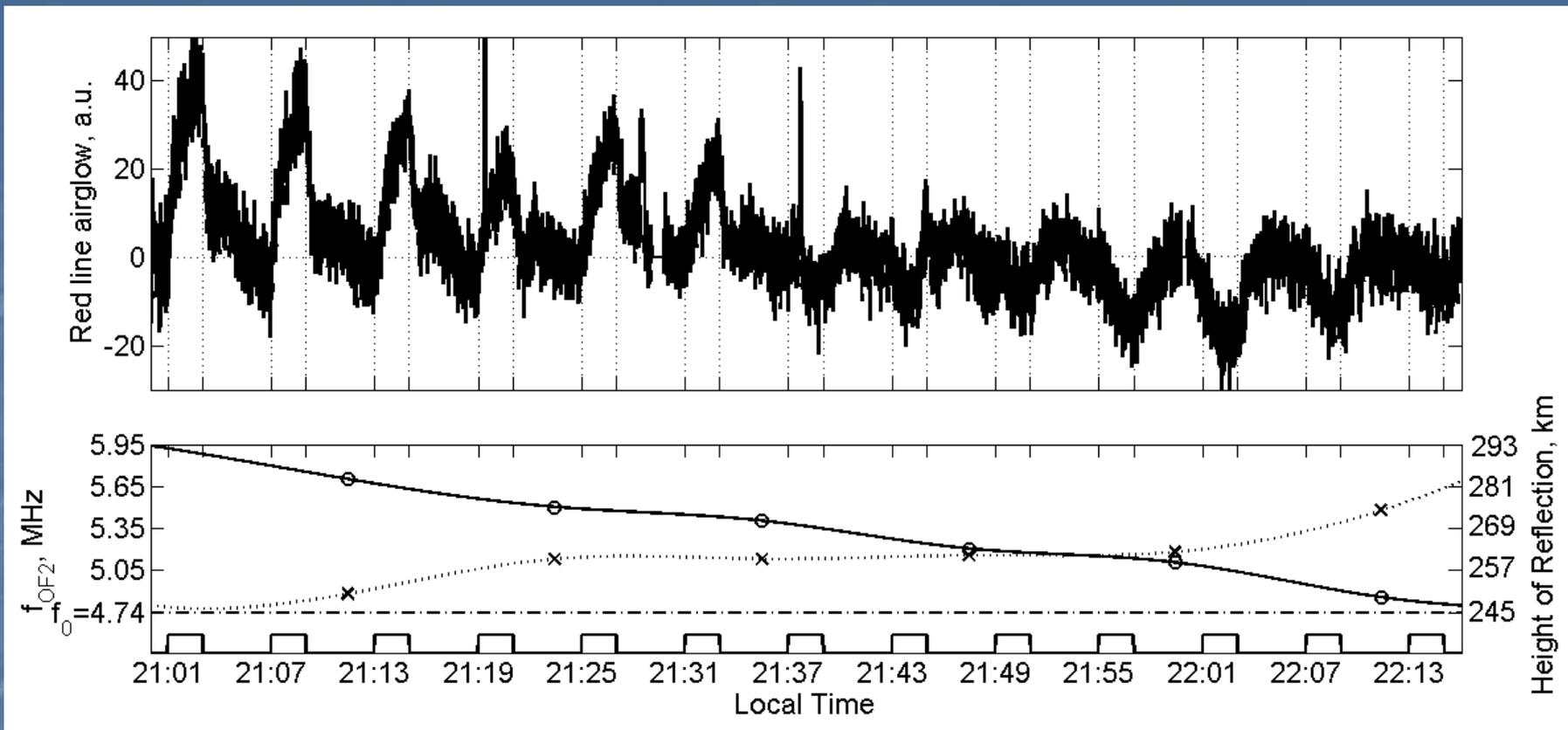


Угол наклона диаграммы направленности - 12° к югу.

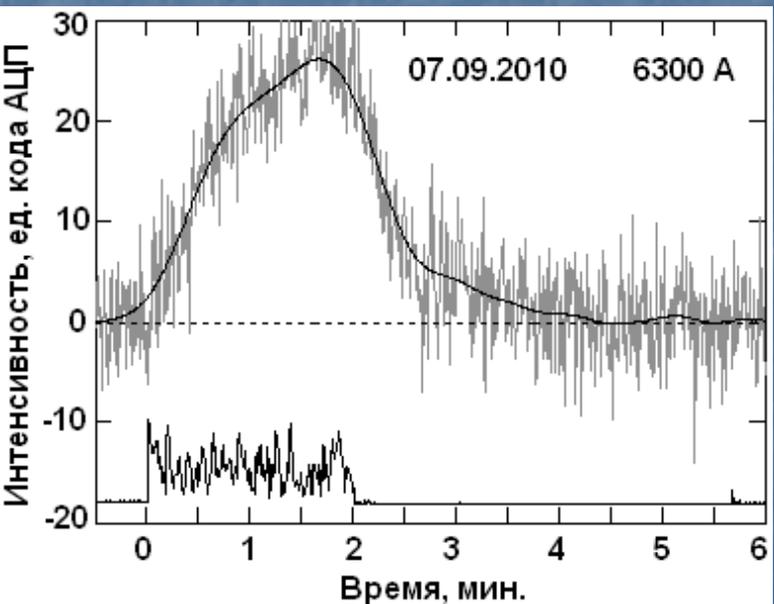
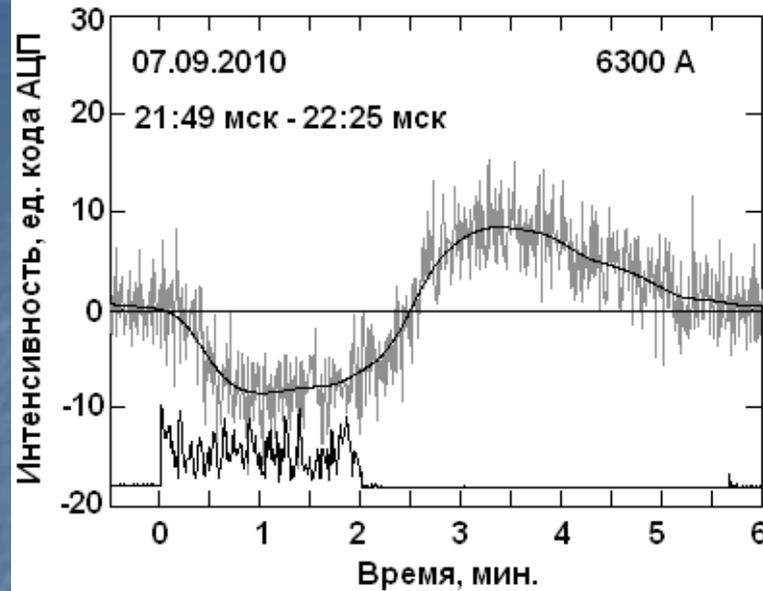
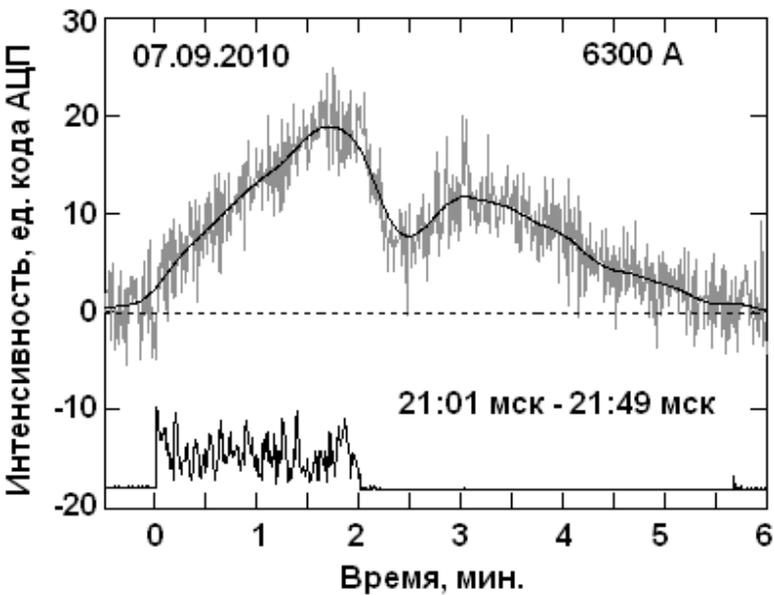
Снимок слева: частота волны накачки - 5355 кГц ;

Центральный снимок: частота волны накачки - 4740 кГц;

Снимок справа: частота волны накачки - 4375 кГц.

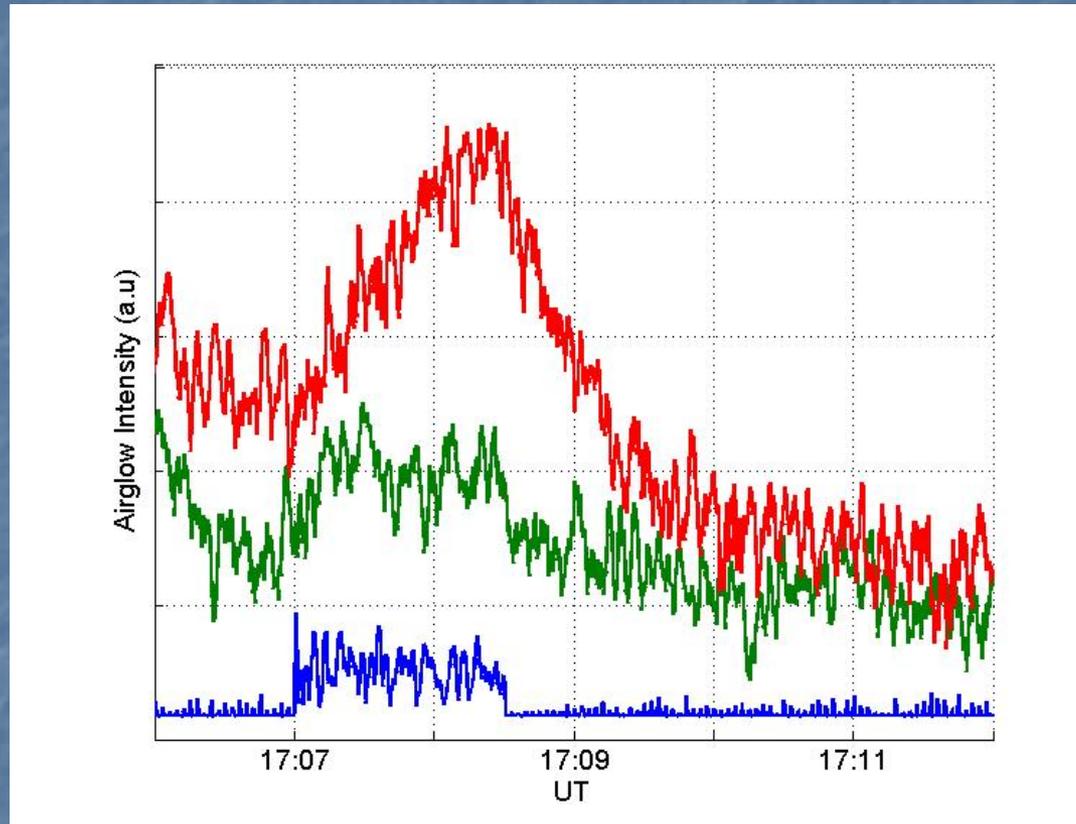


Временной ход яркости свечения ($\lambda=630$ нм, фотометр) после вычитания фонового уровня свечения ионосферы (верхняя панель), критической частоты f_{OF2} (кружки, нижняя панель) и высоты отражения мощной волны на частоте 4740 кГц (пунктир, нижняя панель). На нижней панели квадратами показано время работы стенда. 08.09.10. Максимальный уровень свечения соответствует ~ 30 R.



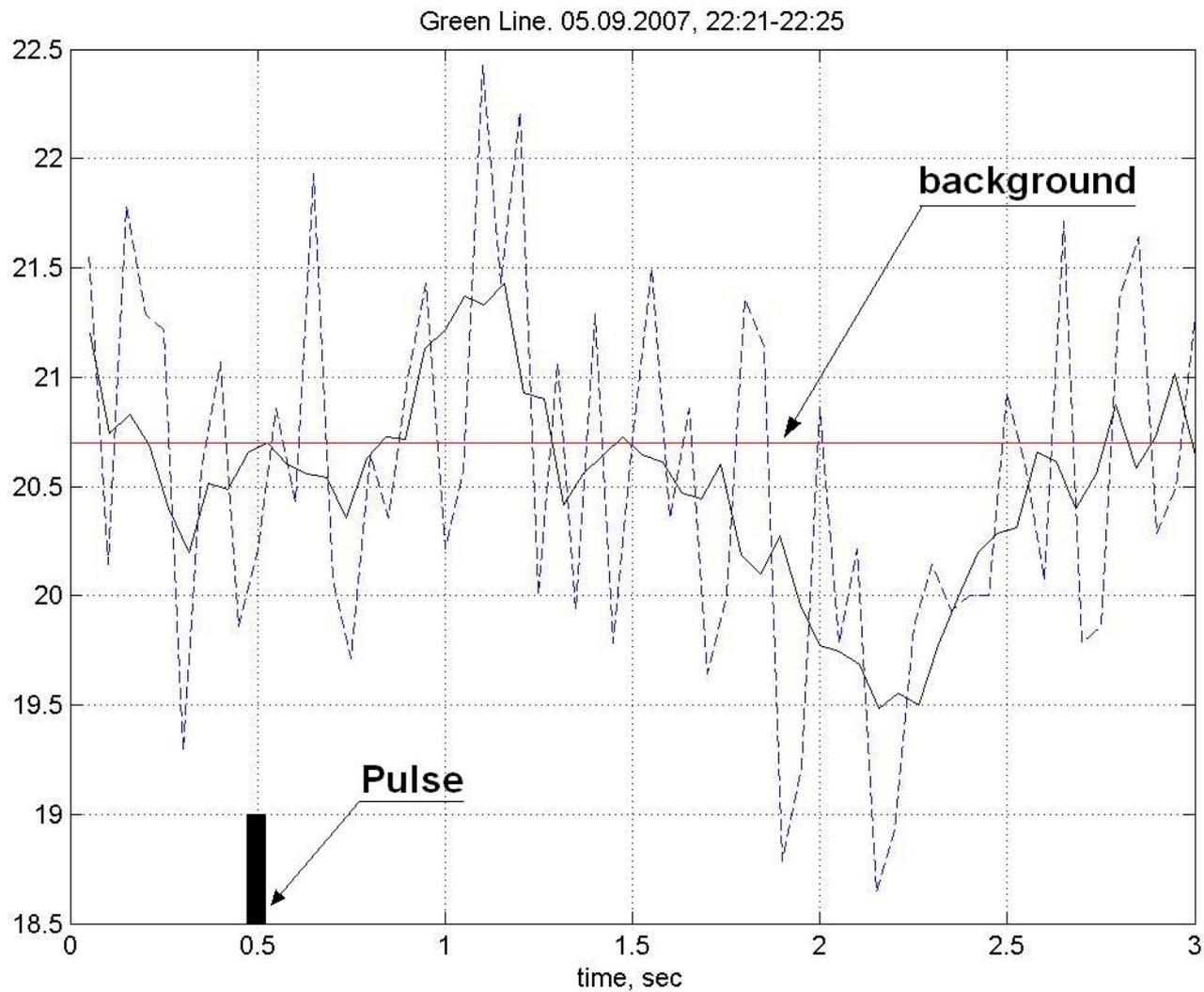
Формы вариаций интенсивности свечения $\lambda=630$ нм, полученные усреднением (наложение эпох) по нескольким сеансам нагрева. Сигнал стэнда показан на нижних кривых. Слева – эффект совместного действия нагрева и ускорения электронов, в центре – только эффект нагрева, справа – разностная кривая, соответствующая только эффекту ударного возбуждения ускоренными электронами.

Свечение в зеленой линии 557,7 нм

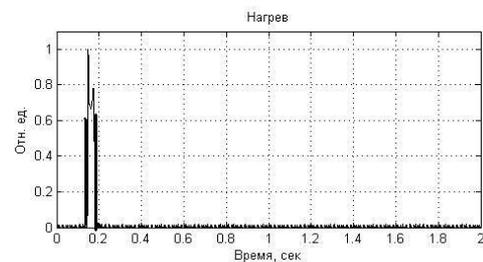
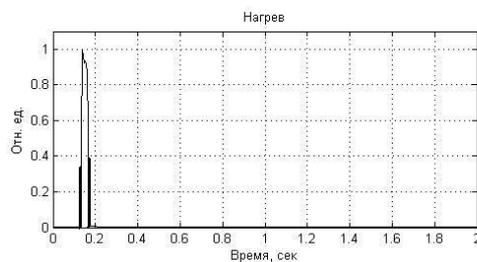
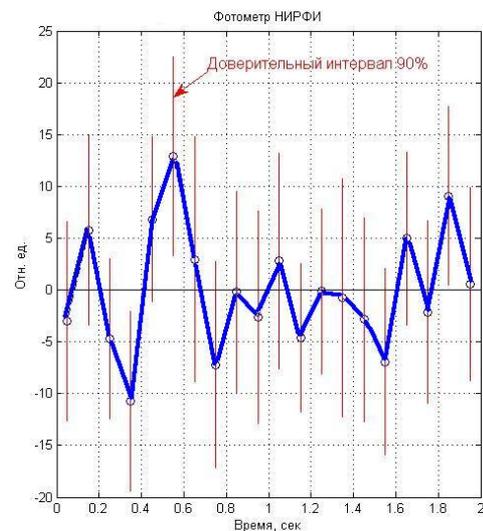
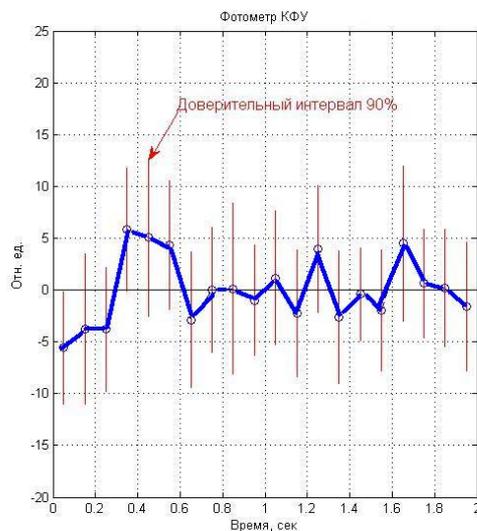


16.03.2010. 20:06 – 20:12 LT.

The first results (557.7 nm)



07.09.2010 21:17:30-21:18:30 LT.



07.09.2010. 21:17:30 – 21:18:30 LT. Усреднение по 30 последовательным 2х-секундным интервалам, длительность импульса – 30 мс.

Выключение непрерывного воздействия – 21:15:00 LT.