

## НЕЛИНЕЙНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В F-ОБЛАСТИ ИОНОСФЕРЫ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ МОЩНЫМИ РАДИОВОЛНАМИ КВ-ДИАПАЗОНА НЕОБЫКНОВЕННОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ

Н.Ф. Благовещенская

ГНЦ РФ Арктический и антарктический научно-исследовательский институт, С. Петербург, Россия,  
nataly@aari.ru

## NON-LINEAR PHENOMENA IN THE IONOSPHERIC F-REGION INDUCED BY EXTRAORDINARY POLARIZED POWERFUL HF RADIO WAVES

N.F. Blagoveshchenskaya

State Scientific Center of the Russian Federation Arctic and Antarctic Research Institute, St. Petersburg, Russia,  
nataly@aari.ru

**Аннотация.** В лекции представлены результаты исследований основных нелинейных явлений в F-области ионосферы, вызванных воздействием мощных радиоволн КВ-диапазона необыкновенной поляризации, излучаемых стендом EISCAT/Heating (г. Тромсе, Норвегия).

**Ключевые слова:** мощная КВ радиоволна, поляризация, высокоширотная ионосфера, нелинейные явления.

**Abstract.** The lecture describes investigation results of main non-linear phenomena in the ionospheric F-region induced by powerful HF radio waves radiated by EISCAT/Heating facility (Tromsø, Norway).

**Keywords:** powerful HF radio wave, polarization, high latitude ionosphere, non-linear phenomena.

Физические эксперименты в естественной свободной плазме (ионосфере) с использованием контролируемой инъекции мощных радиоволн КВ-диапазона в верхнюю (F-область) ионосферу позволяют изучать широкий спектр ионосферных возмущений, нелинейных явлений, механизмы возбуждения турбулентностей и плазменных волн, плазменные и гиромагнитные резонансы, механизмы ускорения электронов. Для модификации верхней ионосферы (F-область) традиционно на всех нагревных стендах мира используются мощные КВ радиоволны обыкновенной (O-мода) поляризации. Это вызвано тем, что радиоволны необыкновенной (X-мода) поляризации в фоновой (невозмущенной) ионосфере отражаются существенно ниже высоты отражения мощной КВ радиоволны O-поляризации, и, более того, ниже области существования квазиэлектростатических плазменных волн (ленгмюровских и верхнегибридных). Вследствие этого они не должны вызвать генерацию этих волн и, как следствие, возбуждение искусственной ионосферной турбулентности и явлений, её сопровождающих. Однако результаты многолетних экспериментальных исследований на КВ нагревном стенде EISCAT/Heating (г. Тромсе, Норвегия), полученные специалистами ААНИИ, впервые показали возможность генерации искусственных возмущений, вызванных воздействием мощной КВ радиоволны X-поляризации на высокоширотную F-область ионосферы, которые могут превосходить по интенсивности возмущения при O-нагреве. Для диагностики

эффектов воздействия мощных КВ радиоволн использовались: радар некогерентного рассеяния (933 МГц), пространственно совмещенный с нагревным стендом, когерентный радар CUTLASS (SuperDARN) в Финляндии, оптические камеры всего неба ALIS в Скандинавии, аппаратура, установленная на обсерватории ААНИИ вблизи г. С. Петербург, для дистанционной диагностики узкополосного искусственного радиоизлучения ионосферы и мелкомасштабных искусственных ионосферных неоднородностей методом ракурсного рассеяния.

В лекции кратко описаны основные нелинейные явления, возникающие в F-области ионосферы, при X-нагреве на частотах как ниже, так и выше критической частоты необыкновенной компоненты слоя F2 ( $f_H \leq f_x F2$  и  $f_H > f_x F2$ , где  $f_x F2 = f_o F2 + f_{ce}/2$ ,  $f_{ce}$  – гирочастота электронов). Рассмотрены условия генерации, характеристики и пороги возбуждения дактов повышенной электронной плотности, мелкомасштабных искусственных ионосферных неоднородностей (МИИН), искусственного свечения в красной (630 нм) и зеленой (557.7) линиях атомарного кислорода, ленгмюровских и ионно-акустических плазменных волн, узкополосного искусственного радиоизлучения ионосферы (УИРИ). Обсуждаются физические процессы, лежащие в основе этих нелинейных явлений. Уделено внимание результатам сравнения эффектов воздействия мощных КВ радиоволн O- и X-поляризации на F-область ионосферы.