

В. М. ДРИАЦКИЙ

**О МАГНИТО-ИОННОМ РАСЩЕПЛЕНИИ
В СПОРАДИЧЕСКОМ СЛОЕ E**

(Представлено академиком Б. А. Введенским 21 V 1947)

Согласно магнито-ионной теории (1, 2) при распространении радиоволн через ионизированную среду в присутствии магнитного поля сигнал расщепляется на три компоненты, каждой из которых соответствует своя критическая частота проникновения.

Экспериментальные исследования ионосферы методом кратковременных импульсов целиком подтверждают правильность теоретических предположений. Тройное магнитное расщепление при отражении радиоволн от ионосферы наблюдалось многими исследователями (3-5), правда, главным образом для слоя F₂. Для слоев F₁ и E оно отмечается значительно реже. Для спорадического же слоя E в литературе вообще упоминалось не только о тройном, но и о двойном магнито-ионном расщеплении.

Как известно, данные о магнито-ионном расщеплении являются одним из существенных доказательств наличия электронов в той или иной ионизированной области и подтверждением их большой роли в преломлении радиоволн. Именно магнито-ионное расщепление доказало электронную структуру основных F₂, F₁ и E слоев ионосферы.

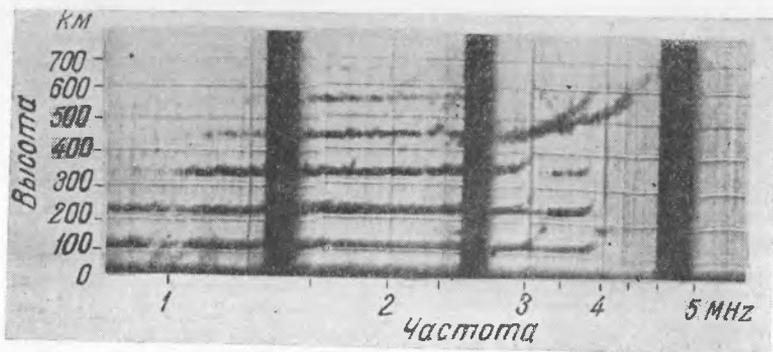


Рис. 1. 1945 г. декабрь 17, 20 час. Критическая частота $f_{ES}^x = 4,0$ MHz, $f_{ES} = 3,2$ MHz, высота $h_{ES} = 110$ км

В отношении же спорадического слоя E, где до сих пор не удалось наблюдать расщепления, вопрос о наличии в нем количества электронов, достаточного для полного внутреннего отражения радиоволн, оставался неясным.

Однако проводимые в последние годы ионосферные наблюдения в высоких широтах с помощью автоматической аппаратуры показали, что двойное и тройное магнито-ионное расщепление характерно также и для спорадического слоя E. Наблюдаемые же различия между значениями критических частот отдельных компонент говорят о преобладающей роли электронов при отражении радиоволн от этого слоя.

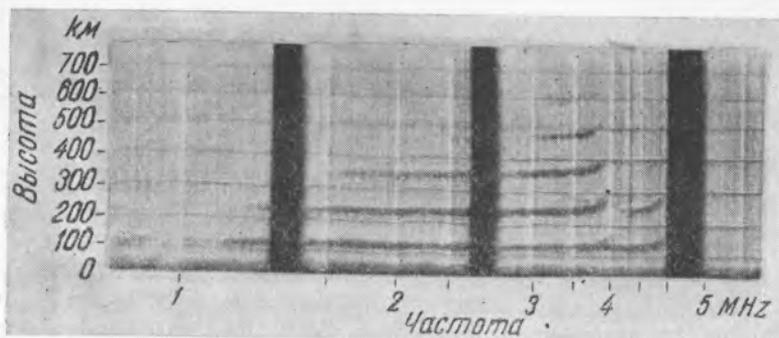


Рис. 2. 1945 г. декабрь 28, 20 час. Критическая частота $f_{ES}^x = 4,9$ MHz, $f_{ES}^o = 4,0$ MHz, высота $h_{ES} = 120$ км

На рис. 1 и 2 приведены высотно-частотные характеристики с двойным, а на рис. 3, 4 — с тройным магнито-ионным расщеплением сигналов, отраженных от спорадического слоя E, по наблюдениям ионосферной станции в бухте Тикси ($\varphi = 71^\circ 35' N$; $\lambda = 128^\circ 55' E$).

В пользу того, что на рис. 3 и 4 представлены случаи тройного магнито-ионного расщепления, существование которого в некоторых случаях подвергается сомнению (⁶, ⁷), а не проявления двойных дуплетов, говорит ряд обстоятельств.

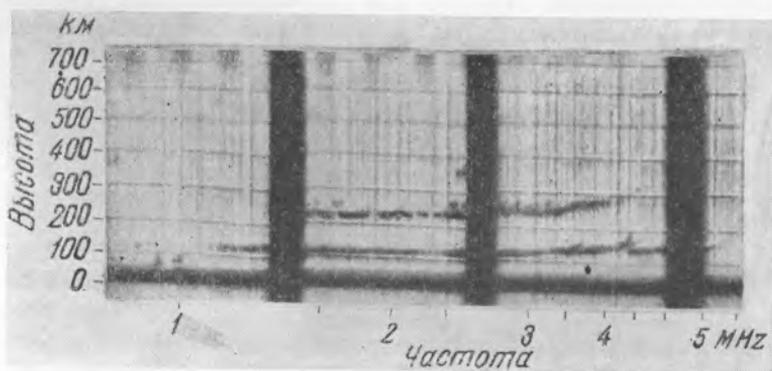


Рис. 3. 1945 г. ноябрь 14, 22 час. Критическая частота $f_{ES}^x = 5,3$ MHz, $f_{ES}^o = 4,4$ MHz, $f_{ES}^z = 3,7$ MHz, высота $h_{ES} = 110$ км

1. На протяжении нескольких лет работы ионосферной станции в бухте Тикси не наблюдалось при отражении от спорадического слоя E ни одного случая двойных дуплетов с четырьмя ветвями группового замедления вблизи критической частоты слоя.

2. Разность по частоте между крайними ветвями тройного магнито-ионного расщепления хорошо совпадает, как показано ниже, с

теоретической разницей между двумя значениями критической частоты необыкновенного луча.

3. В высоких геомагнитных широтах условия для проявления эффекта тройного магнито-ионного расщепления являются более благоприятными вследствие относительно большего значения вертикальной составляющей магнитного поля Земли (8).

Первые указания на наличие магнито-ионного расщепления при отражении от спорадического слоя E и на его электронную структуру были сделаны Ф. Я. Заборщиковым и Л. Г. Махоткиным в неопубликованном отчете о работе автоматической ионосферной станции в бухте Тикси.

Дальнейшее более детальное исследование материалов наблюдений этой станции позволило установить, что случаи двойного и трой-

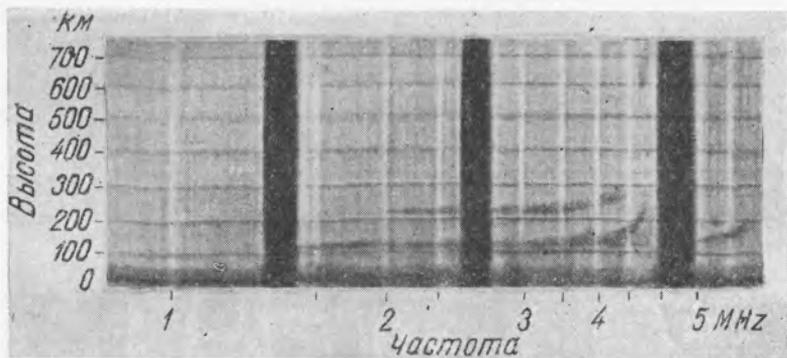


Рис. 4. 1945 г. июнь 7, 21 час. Критическая частота $f_{ES}^x = 5,8$ MHz, $f_{ES}^a = 4,8$ MHz, $f_{ES}^z = 3,9$ MHz, высота $h_{ES} = 110$ км

ного магнито-ионного расщепления в спорадическом слое E наблюдаются преимущественно в вечерние и ночные часы и, главным образом, в зимнее время. В большинстве случаев магнито-ионное расщепление наблюдалось при возмущенном состоянии магнитного поля Земли.

Разность между критическими частотами отдельных компонент сравнительно хорошо согласуется с теоретическими величинами. Правда, в отдельных случаях величина этой разности может значительно меняться, но, как показал Кессених (2), эти отклонения теоретически возможны и объясняются „размыванием“ ионизированной области и неоднородностью магнитного поля Земли.

Средняя разность $f^x - f^z$ между критическими частотами необыкновенных компонент, вычисленная из 23 случаев, когда наблюдалось тройное магнито-ионное расщепление в спорадическом слое E, равна 1,6 MHz. Теоретически же эта разность должна быть равна гиромангнитной частоте, которая для бухты Тикси имеет величину 1,67 MHz.

При двойном магнито-ионном расщеплении, когда левая необыкновенная компонента целиком поглощается, разность $f^x - f^0$, подсчитанная из 190 случаев за тот же период (с января по сентябрь 1945 г.), равна 0,87 MHz.

Теоретически эта разность, определяемая уравнением

$$f^x - f^0 = \sqrt{\left(f^0 - \frac{f_H}{2}\right)^2 + f^0 f_H} - \left(f^0 - \frac{f_H}{2}\right), \quad (1)$$

равна 0,93 MHz, т. е. также достаточно хорошо совпадает с экспериментальными данными.

Полученные результаты позволяют, таким образом, сделать следующие заключения:

1. Магнито-ионное расщепление радиоволн наблюдается не только при отражении от регулярных F_2 , F_1 и E слоев ионосферы, но и при отражении от спорадического слоя E.

2. Значения разности между критическими частотами отдельных компонент говорят о наличии в спорадическом слое E значительного количества электронов, которые обуславливают полное внутреннее отражение радиоволн.

3. Спорадический слой E, повидимому, имеет „решетчатую“ структуру, так как, несмотря на явление полного внутреннего отражения радиоволн, часть энергии иногда проникает через слой (рис. 1) и отражается от ионизированных областей.

Все, это однако, не исключает роли ионов в образовании спорадического слоя E и возможности в некоторых случаях частичного отражения радиоволн за счет большого градиента его нижней границы.

Арктический институт
Главного управления
Северного морского пути
при Совете Министров СССР

Поступило
10 V 1947

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ H. R. Minno, Rev. Mod. Phys., 9, No. 1, 43 (1937). ² В. Н. Кессених, ДАН, 22, № 7 (1939). ³ L. Nagang, Terr. Magn., 41, No. 2, 143 (1936). ⁴ Н. Д. Булагов, Тр. СФТИ, 6, в. 1, 122 (1941). ⁵ А. И. Лихачев, Тр. СФТИ, 6, в. 1, 140 (1941). ⁶ L. V. Berkner and H. W. Wells, Proc. J. R. E., 22, 1102 (1934). ⁷ Я. Л. Альперт, ДАН, 53, № 2 (1946). ⁸ K. Forsterling, Hoch. u. Elek., 59, 10 (1942).