

# Влияние облаков микрометеоритной пыли на дальнее распространение радиоволн КВ и УКВ диапазонов и их связь со спорадическим слоем Es

Автор: Мудров Е.В. (УАЗМРР)



Радилюбителям хорошо известно, что иногда в ионосфере на высотах от 50 до 150 км возникает так называемый спорадический слой Es, благодаря отражению от которого появляется возможность связи на высокочастотных КВ диапазонах и сверхдальнего распространения низкочастотного участка УКВ диапазона [1, 2].

Основные экспериментально обнаруженные особенности этого слоя таковы: аномально высокая концентрация электронов, позволяющая проводить радиосвязи

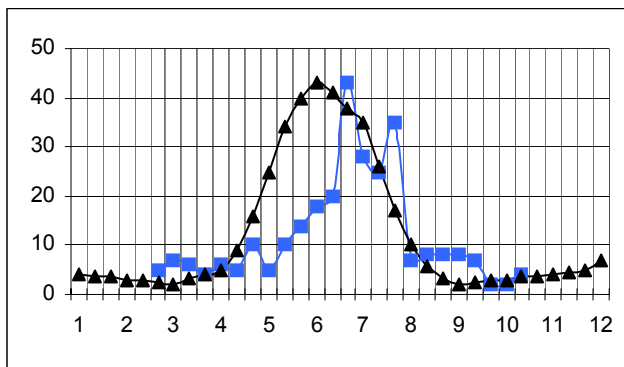
даже в диапазоне 144 МГц; формирование отражающих областей в виде “облаков” площадью от единиц до сотен квадратных километров и толщиной 2-3 км; перемещение этих облаков с высокими скоростями, достигающими нескольких сотен километров в час, преимущественно в западном направлении (и северном полушарии Земли); отсутствие прямой связи с солнечной активностью, отчетливая зависимость вероятности образования спорадического слоя от времени года [3].

Для иллюстрации сезонной зависимости частоты образования спорадических слоев на рисунке приводится сезонная зависимость числа радиосвязей на частоте 50 МГц по данным польских радилюбителей [3].

Любопытно сопоставить основные эмпирические особенности слоя Es со свойствами так называемых “серебристых” или мезосферных облаков, впервые обнаруженных ещё в 1885 году приват-доцентом Московского университета В. К. Церарским и хорошо известных любителям астрономии [4].

Основные свойства серебристых облаков следующие: встречаются на высотах 75-90 км; формируются в виде светящихся областей серебристо-голубоватого цвета с площадью, достигающей сотен квадратных километров и толщиной в несколько километров; перемещаются со скоростями, достигающими несколько сотен километров в час, преимущественно с северо-востока на юго-запад (в северном полушарии Земли); отсутствует прямая связь с солнечной активностью; отчетливо видна зависимость вероятности образования серебристых облаков от времени года.

Для наглядности на том же рисунке приводится распределение случаев видимости серебристых облаков по месяцам (по данным станций Гидрометеослужбы СССР) суммарно за три года (1957, 58, 59) [4].



Как видно из рисунка, обе приведенных на нем зависимости довольно хорошо совпадают, что позволяет сделать предположение о существовании некоего общего для обоих явлений процесса, проявляющегося как в виде спорадических слоев, так и в виде серебристых облаков. Что же это за процесс?

Прямые ракетные эксперименты с использованием специальных ловушек для малых частиц, проводившиеся при появлении серебристых облаков показали, что они состоят из мельчайших кристалликов льда,

образовавшихся на так называемых ядрах конденсации. Как показал анализ ядер конденсации, в них содержится железо и никель, типичные для метеоритных частиц [4]. Причем размеры этих частиц или микрометеоритов (0,02-1 мкм) таковы, что они тормозят на высотах 120-80 км не сгорая, и далее начинают опускаться с постоянной и незначительной (единицы, десятки миллиметров в минуту) скоростью. Достаточно небольшого устойчивого восходящего потока воздуха со сходной или большей скоростью, чтобы микрометеоритная пыль, постоянно бомбардирующая Землю, стали накапливаться и образовывать слои, или "облака". Оценки, проведенные мной, показывают, что достаточно нескольких часов существования устойчивого восходящего потока воздуха, чтобы образовался слой микрометеоритной пыли с усредненной (по объему) электронной плотностью, достаточной для отражения на высокочастотных КВ и низкочастотных УКВ диапазонах (электроны, конечно, находятся в объеме железо-никелевых частиц). Отсутствие отражения для низкочастотных КВ диапазонах возможно связано с размерами этих частиц, но ограниченный объем статьи не позволяет остановиться на этом вопросе более подробно.

Таким образом, как представляется автору, спорадический слой Es есть **накопившейся в результате существования устойчивого восходящего потока воздуха слой микрометеоритной пыли, содержащей железо и никель**. В рамках этого предположения можно объяснить все вышеперечисленные особенности спорадических слоев. Например, сезонная зависимость частоты появления слоя Es и связь ее с серебристыми облаками объясняется тем, что "... выше 25-30 км на средних широтах в летнее время года наблюдаются восходящие токи воздуха, которые переносят водяной пар в область мезопаузы, где он и вымерзает, образуя серебристые облака. На других широтах и в другие сезоны, восходящие потоки либо не возникают, либо подавляются отсутствием вымораживания..." [4]

В целом, конечно, данную статью следует рассматривать как тему для дискуссии и автор с благодарностью примет любые замечания, возражения, предложения, ссылки на неупомянутые работы и т.п.

#### Цитируемая литература.

- 1) Ротхаммель.К. Антенны. Пер. с нем. 1-ое полное издание, С-Пб. Издательство Бояныч, 1998.
- 2) Степанов Б.Г., Лаповок Я.С., Ляпин Г.Б. Любительская связь на КВ. Справочник. М., Радио и связь, 1991.
- 3) Беньковский З., Липинский Э. Любительские антенны коротких и ультракоротких волн. Пер. с польск. под ред. О.П. Фролова. М. Радио и связь. 1983.
- 4) Бронштэн В.А. Серебристые облака и их наблюдение. М., Наука. 1984.