

Слайды

1. Информация о характеристиках плазмы воздуха на разных высотах в разных условиях, в том числе при грозовой активности над поверхностью Земли имеет большое значение для подготовки летных испытаний с применением различных газоразрядных устройств, для разработки и использования различных устройств позиционирования в ионосфере. Интерес к ионизационным процессам на больших высотах вызван возможностью протекания этих процессов в воздухе у поверхности летательных аппаратов из-за их электризации, или появления атмосферных разрядов, таких как спрайты, струи и т.д.

Целью настоящей работы являются: определение возможных значений электрического поля на высотах 70-90 км, при которых может происходить пробой воздуха и служить прекурсором образования плазменной области, в последствии превращающейся в ионизационные структуры типа спрайтов, параметра E/N (E - величина электрического поля на высоте при значении концентрации нейтралов N) электронной концентрации и температуры плазмы на основе изучения химической кинетики плазмы на высотах 90-100 км в грозовом поле, поскольку соответствующих расчетов параметров плазмы для оценки наработки электронов на конкретных высотах ранее проделано не было.

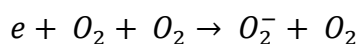
2. Представленный в работе стандарт (Таблица 1.1) определяет характеристики Стандартной атмосферы США, которые рассчитаны из предположения, что воздух является идеальным газом, свободным от влаги и пыли, и основаны на принятых исходных значениях представленных параметров на среднем уровне моря. Средний уровень моря определяется как нулевая абсолютная высота, в отношении которой применяются исходные характеристики g_0 , P_0 , p_0 и T_0 . Остальные параметры рассчитаны на основе исходных характеристик.

3-4. Для большей наглядности построим графики зависимостей температуры и концентрации воздуха от высоты. Атмосфера делится на несколько слоев в соответствии с изменением температуры с высотой. При расчете Стандартной атмосферы температура каждого слоя находится в линейной зависимости от геопотенциальной высоты. Анализируя график зависимости температуры от высоты в стандартной атмосфере можно заметить, что в средней атмосфере статистическая устойчивость гораздо больше, чем в тропосфере, и это позволяет предположить, что средняя атмосфера должна быть более устойчива по отношению к вертикальным движениям.

5. Одной из основной целью работы является определение параметра E/N (где E - величина электрического поля на высоте при значении концентрации нейтралов N) электронной концентрации. При проведении расчетов будем использовать известное выражение (1.1) для зависимости квазистационарного электрического поля от высоты h , где E - значение электрического поля на искомой высоте, h_i - высота ионосферы, которая предполагается идеальным проводником (в расчетах $h_i = 120$ км), z -высота нахождения заряда Q над идеально проводящей поверхностью (5 км, $z \ll h$). Эта формула описывает реализующуюся напряжённость электрического поля над заряженным облаком с учетом поляризационного эффекта в ионосфере. Также при проведении расчетов будем использовать и известное выражение (1.2)

6-7. На приведенных выше графиках отчетливо наблюдается отклонение между посчитанными двумя различными способами значениями E/N . Анализируя результаты, приходим к выводу, что величина отклонения увеличивается с высотой. С увеличением заряда Q расхождение значений происходит намного быстрее. Проведя на рисунках 1.3 и 1.4 линии соответствующие обычному пробойному значению $E/N = 110 \times 10^{-17} \text{ В} \cdot \text{см}^2$ видно, что заряд облака в 1 Кл пробой обеспечить не может ни по одной из формул. Значения E/N слишком низкие. Заряд 5 Кл на высоте порядка 93 км может обеспечить пробой для классической формулы (1.2), где и наблюдаются спрайты, на высоте 93 км. Пробой по формуле (1.1) произойти может при E/N порядка $30 \times 10^{-17} \text{ В} \cdot \text{см}^2$. Для объяснения этого факта можно предположить, что существенно меняются процессы гибели электронов на высотах 93 и 0 км (кислород составляет 22% от молекулярного состава). На высоте 0 км

концентрация молекул кислорода составляет $5,5 \times 10^{18} \text{ см}^{-3}$, а на высоте 93 км $6,44 \times 10^{12} \text{ см}^{-3}$, поэтому можно предположить, что процессы прилипания электронов к молекулам кислорода



где O_2^- - отрицательный ион кислорода (число электронов уменьшается в этой реакции), идут значительно медленнее на высоте, чем у земли. Поэтому остается больше свободных электронов, которые могут участвовать в пробое.

Итоги. В работе были представлены зависимости температуры и концентрации частиц от высоты. Рассчитаны по формулам (1.1) и (1.2) поля на различных высотах и получены значения E/N. Результаты представлены в виде графиков. Так как информация о характеристиках плазмы воздуха на разных высотах в разных условиях имеет большое значение для подготовки летных испытаний с применением различных газоразрядных устройств, для разработки и использования различных устройств позиционирования в ионосфере, данная информация актуальна, как с теоретической, так и практической точек зрения, поскольку позволяют взглянуть на механизмы процессов, имеющих место в нижней ионосфере, то значение E/N необходимо получать с высокой степенью точности. Из рисунков 1.3 - 1.4 видно, что порядки величины поля на низких высотах (в работе нижняя грань - 70 км) совпадают, но ситуация быстро меняется с увеличением высоты. Поэтому для более точного изучения поля на высотах 70 – 100 км формула (1.2) не подходит из-за своей идеализации. В то время как формула (1.1) учитывает поляризационный эффект в ионосфере.