

ЭКВАТОРИАЛЬНАЯ МЕТЕОРНАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ 1968 – 1970 гг.

Лизогуб В.В., Волощук Ю.И.

Харьковский национальный университет радиоэлектроники

61166, Харьков, пр. Ленина, каф. ОПТ, E-mail: drnick@kture.kharkov.ua

Abstract. The report contains short description of radar apparatus, method and certain results of radar observation of meteor drift in the equatorial zone. These results were obtained by equatorial meteor expedition conducted by B.L. Kascheev in 1968 – 1970.

Изучение циркуляции атмосферы имеет научное и прикладное значение, в частности, для прогнозирования погоды. Представляют интерес закономерности движения на различной высоте, взаимосвязи между верхней и нижней атмосферой, глобальная циркуляция. Решению этих задач во многом способствовала реализация ряда международных геофизических проектов 1957 – 1972 гг.

Изучение движения атмосферы на высоте 80...100 км можно проводить по наблюдениям за дрейфом ионизированных метеорных следов с помощью радаров метрового диапазона волн. Начатые в 1950 – 1953 гг. в Англии, США и Австралии радионаблюдения дрейфа метеорных следов были продолжены также и в СССР, Франции, Новой Зеландии и др. странах. В СССР изучение ветра радио метеорным методом было начато в 1958 г. в Харьковском политехническом институте сотрудниками Проблемной научно – исследовательской лаборатории радиотехники под руководством профессора Б. Л. Капцеева.

В процессе развития радиометеорных исследований дрейфа сложилась такая ситуация, что к 1967 г. станции наблюдения располагались на средних широтах северного (38...55 град. с.ш.) и южного (35 град. ю.ш.) полушарий, а также в Арктике и Антарктике, однако полностью отсутствовали в экваториальной области. Для получения информации о циркуляции атмосферы в метеорной зоне над экватором Межведомственный геофизический комитет АН СССР организовал Советскую экваториальную метеорную экспедицию (СЭМЭ), выполнение программы работ которой было поручено Институту астрофизики АН Таджикской ССР и Харьковскому политехническому институту. В течение двух лет (1968 – 1970 гг.) экспедиция проводила комплексные исследования метеорных явлений в Республике Сомали в районе г. Могадишо (2 град. с.ш., 45 град. в.д.).

В итоге работы СЭМЭ и одновременно проводившихся наблюдений в Харькове и в Душанбе был собран огромный материал, содержащий сотни тысяч измерений радиальных компонент скорости дрейфа метеорных следов. Полученные данные в значительной мере заполнили тот пробел, который существовал в наших знаниях об атмосферных процессах в экваториальной зоне.

В результате перемещения метеорного следа под действием ветра происходит изменение параметров сигналов, отраженных от него. Наибольшим изменениям подвергается фаза отраженных радиосигналов, вариации которой определяются не только радиальной скоростью дрейфа, но и диффузией, дифракцией, неоднородностью ионизации, градиентом скорости вдоль следа и другими причинами. Интерпретация результатов измерения дрейфа метеорных следов радиолокационным способом представляет собой не тривиальную задачу, поскольку и наблюдаемая картина ветровых движений, и процедура измерений являются случайными процессами. Кроме того, экспедиционная РЛС «Тропик», как и большинство других станций аналогичного типа и назначения, характеризуется сравнительно невысоким потенциалом, поэтому статистика измерений часто оказывается недостаточной для получения надежных оценок параметров атмосферных течений в метеорной зоне.

Для определения вектора скорости ветра в области наблюдения обычно используется псевдомноголучевой метод обзора пространства. При этом методе используется одна РЛС с поочередным излучением в различных направлениях, причем разброс и смещение оценок оказывается выше, чем в случае классического многолучевого метода, когда несколько РЛС облучают одну область пространства, так как увеличивается область наблюдений и проявляется эффект временной селекции. Если же вектор скорости ветра в области наблюдения считать постоянным и потенциал станции, используемой при измерениях псевдомноголучевым методом равен суммарному потенциалу станций, используемых при измерениях многолучевым методом, оценки вектора скорости, полученные этими двумя методами, оказываются одинаковыми. Одним из вариантов реализации псевдомноголучевого метода является метод Маннинга – поочередное излучение в 12 равноотстоящих по азимуту направлениях. Метод Маннинга был использован при измерениях дрейфов по программе СЭМЭ в

Могадисию и в Харькове. Другим вариантом реализации псевдомноголучевого метода является метод Гринхау – поочередное излучение в двух ортогональных направлениях с априорно вводимым предположением о горизонтальности воздушных течений в метеорной зоне.

Радиолокационный комплекс «Тропику» является многофункциональным устройством, предназначенным для изучения метеоров и верхней атмосферы в экспедиционных условиях. Его основные устройства спроектированы и изготовлены в соответствии с требованиями тропического исполнения. Комплекс был разработан и изготовлен под руководством Б.Л.Кашеева коллективом сотрудников Проблемной НИЛ радиотехники Харьковского политехнического института в 1966г., а с августа 1968г. по июль 1970г. комплекс работал в г. Могадисию, Сомали по программе СЭМЭ. Комплекс «Тропику» включает себя следующие устройства: 1) передатчик; 2) приемно-регистрающее устройство; 3) антенные устройства; 4) система управления антеннами с программным автоматом; 5) приемно – ретранслирующие устройства выносных пунктов; 6) приемники ретранслированных сигналов; 7) регистратор численности; 8) амплитудно – фазовый высотомер.

Основные технические данные комплекса «Тропику»: несущая частота 36,9 МГц; частота повторения основной последовательности зондирующих импульсов 500 Гц, а задержанной на 167 мкс кодирующей последовательности – 100 Гц; длительность импульса 40 мкс; мощность в импульсе 40 кВт; потребляемая мощность 6 кВт; несущие частоты ретрансляторов 46,9 и 56,9 МГц; передающие и приемные антенны – пятиэлементные «волновые каналы»; чувствительность приемников – предельная, ограничена внешними шумами.

Выполненные Советской экваториальной метеорной экспедицией радиолокационные наблюдения дрейфа метеорных следов в течение 24 месяцев впервые обеспечили получение регулярных данных о движении атмосферы на высоте 80...100 км в экваториальной зоне. В результате обработки экспериментальных данных установлено следующее [1]:

1. Проведение радиолокационных наблюдений метеоров на экваторе встречает (по сравнению с пунктами наблюдения, расположенными на средних широтах) трудности – резко выраженный суточный ход численности метеоров (с минимумом около 18 часов) и частое наличие в ионосфере областей с повышенной плотностью электронов, отражающих метровые волны, что приводит к появлению интенсивных сигналов возврата – наклонного зондирования (ВНЗ).

2. Для экваториальной зоны скорость зонального ветра обычно в несколько раз больше меридионального (что совпадает с результатами, полученными на средних широтах северного полушария).

3. Скорость преобладающего ветра большую часть года направлена приблизительно на запад (в отличие от этого на средних широтах основное направление зонального ветра – восточное).

4. На экваторе наблюдается сложный характер изменения во времени скорости зонального и меридионального ветра. Наряду с короткопериодическими, полусуточной и суточной составляющими соизмеримые амплитуды имеют многосуточные составляющие.

5. На экваторе суточная приливная волна преобладает над полусуточной. В 50% случаев для зонального ветра и в 75% случаев для меридионального ветра амплитуды суточных компонент больше, чем полусуточных (на средних широтах амплитуда суточной компоненты обычно меньше полусуточной).

6. Скорость преобладающего зонального ветра имеет четко выраженный полугодовой период изменений.

7. Зональный ветер имеет 3...4 и 8 – суточные периоды изменения. Для меридионального ветра двухсуточная компонента скорости является основной (амплитуда этой компоненты обычно больше амплитуд суточных и полусуточных компонент).

Литература

1. Бабаджанов П.Б., Кашеев Б.Л., Нечитайленко В.А., Федынский В.В. Радиометеорные исследования циркуляции верхней атмосферы. р– Душанбе, «Дониш», 1974. – 172 с.