



УДК 537.5:551.576

**Т. А. Белый**

## **Формирование стратификации облаков электрическим полем атмосферы**

*(Представлено академиком НАН Украины В. И. Старостенко)*

*Проведен анализ данных вертикального зондирования электрического поля атмосферы и высот облачности на предмет соответствия стратификации облачных горизонтов с зарядовыми плоскостями в атмосфере. Ход объемных зарядов с высотой восстанавливался по уравнению Пуассона. Согласно проведенным расчетам, для всех типов облаков наблюдается совпадение частотных максимумов облачности и точек равновесия зарядовой плотности.*

Основная масса сведений об электричестве атмосферы была накоплена в результате наземных измерений. Только к концу 50-х годов прошлого столетия было предпринято несколько исследований, благодаря которым получены непосредственные данные об электричестве свободной атмосферы, однако разрозненные и не позволяющие выявить типичную картину электрической структуры вертикальных разрезов атмосферы. В связи с этим, несмотря на большую длительность атмосферно-электрических измерений, насчитывающих более 100 лет, недостаточно изучены макроэлектрические характеристики облаков и не выяснена их роль в общей схеме атмосферно-электрических процессов.

Автором настоящего сообщения сделана попытка внести ясность в некоторые аспекты данной проблемы. Поэтому цель работы заключалась в выяснении роли облачности в общей схеме указанных процессов.

В качестве исходных рассматриваются результаты обработки самолетных зондирований (более 2000) электрического поля атмосферы, которые проводились в период международного геофизического года и международного геофизического сотрудничества 1958–1959 гг. в трех пунктах бывшего СССР — Ленинграде, Киеве и Ташкенте [1]. Исследования выполнялись самолетами, что позволило получить одновременно дополнительные метеорологические характеристики, такие, как вид облаков и высоты их границ, наличие осадков, уровень их появления и пр. Анализ и интерпретация данных зондирования опубликованы в монографии [2] и материалах конференции [3].

Ход объемных зарядов с высотой восстанавливался по уравнению Пуассона  $\partial E/\partial z = = 4\pi\rho$ . Результаты расчетов напряженности электрического поля, плотности объемного заряда и частотной стратификации облачности с высотой демонстрируют рис. 1–4. Рис. 1

---

© Т. А. Белый, 2013

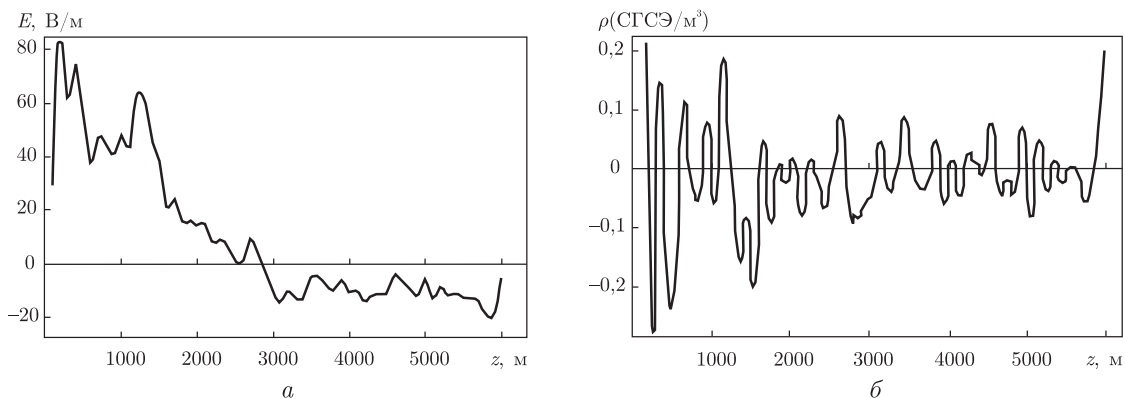


Рис. 1

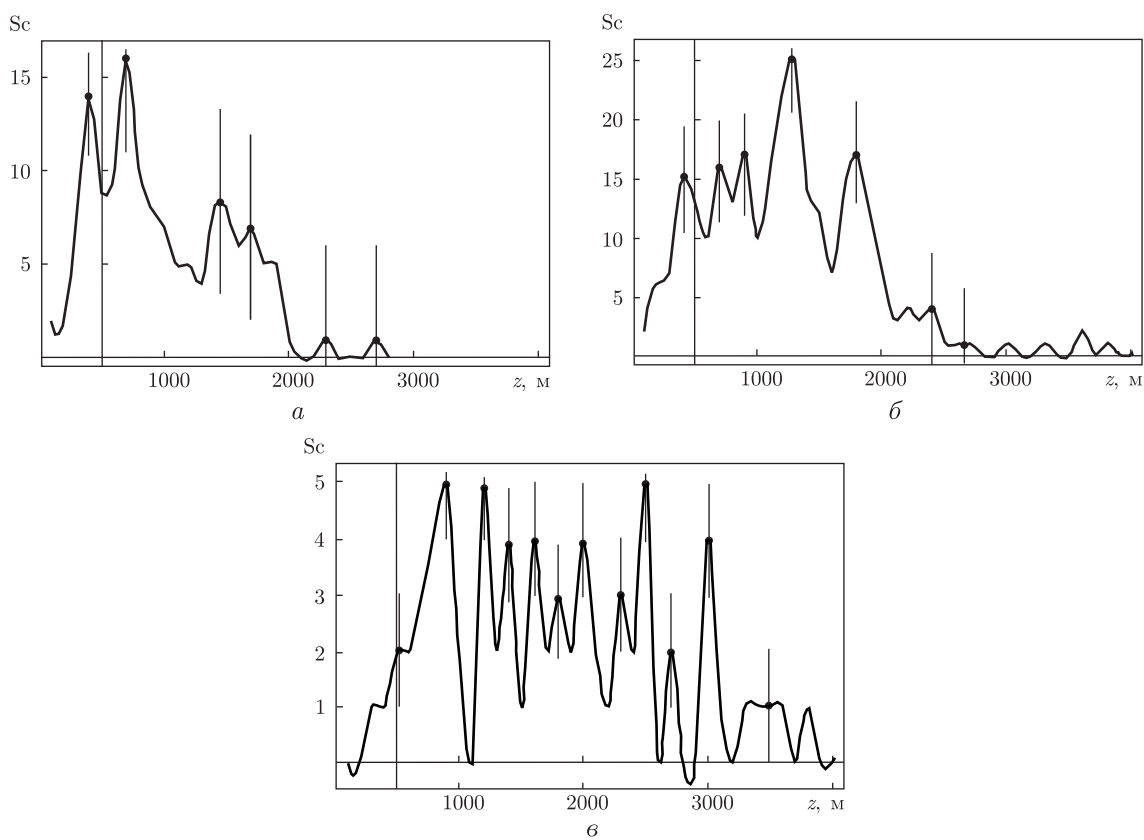


Рис. 2

иллюстрирует напряженность электрического поля  $E$  (а) и плотность заряда электрического поля  $\rho$  (б) с высотой  $z$  в условиях чистой атмосферы за 08.02.58 г. (Ташкент); рис. 2 — частотные диаграммы стратификации облачности  $Sc$  за 1958 г. для Киева (а), Ленинграда (б), Ташкента (в) (максимальные значения (пики) отмечены точками (с вертикальными линиями)); рис. 3 — совмещенный график зарядовой плотности и частотного максимума облачности  $Sc$  для г. Ташкент за 1958 г. (вертикальными линиями отмечены максимальные значения (пики) распределения  $Sc$ ). На рис. 4 представлена корреляционная зависимость

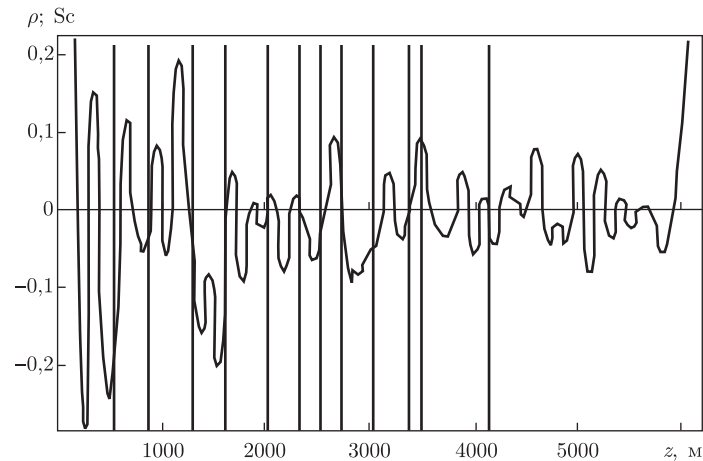


Рис. 3

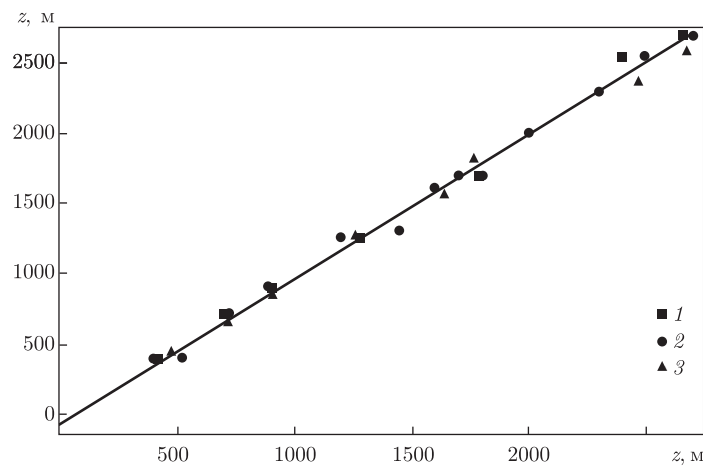


Рис. 4

совпадений годовых частотных максимумов облачности  $Sc$  с среднегодовыми изобестическими точками зарядовой плотности  $\partial E/\partial z = 0$  за 1958 г. (соответственно: 1 — Киев; 2 — Ленинград; 3 — Ташкент).

Как видно из рис. 3, распределение максимумов облачности (суммарная за год статистическая вероятность для г. Ташкент) совпадает с серединой стратификацией электрического поля (локальной точкой зарядовой нейтральности) для этой же широты. В большинстве случаев высота облачных горизонтов совпадает с нулевым горизонтом зарядовой плотности и составляет точность порядка ( $\pm 10-50$  м) при ширине активного слоя 250–500 м. Совпадение частотных максимумов облачности и точек равновесия зарядовой плотности наблюдается для всех типов облаков, а также для усреднения по сезонам и годам. Коэффициент корреляции совпадения максимумов облачности и зарядовой плотности (точки на линии регрессии рис. 4) составил 0,96–0,98.

Также, как при анализе частотного распределения облачности и электрического поля, проявились зоны высоты, “запрещенные” для конденсации. Это связано с областями Матье для частицы в периодическом потенциале [4] — фазовые условия режима усиления или режима запираения в активной среде. Запрещенные зоны для конденсации пара или режим

запираания можно понять по аналогии с режимами усиления или запираания многоэлектродных вакуумных усилительных ламп (триод, пентод и т. д.).

Таким образом, можно сделать предположение, что электрическое поле сухой атмосферы является определяющим фактором общей стратификации при любом гидродинамическом состоянии атмосферы Земли. Исходя из этого, явление линейных облачных аномалий [5, 6] ставится в один ряд с общей стратификацией облачной системы атмосферы электрическим полем. Важно отметить, что при макропереносе влаги, относительный молекулярный процент влажности составляет  $10^{-3}$ – $10^{-4}\%$  от стандартной атмосферы. Морфологические типы облачности (в данном физическом контексте) являются электроактивными маркерами электрогидродинамических процессов общей стратификации.

1. *Материалы* наблюдений напряженности электрического поля атмосферы на различных высотах по данным самолетного зондирования в период международного геофизического года и международного геофизического сотрудничества 1958–1959 гг. / Под ред. И. М. Имянитова. – Ленинград: Гидрометеоздат, 1963. – 228 с.
2. *Имянитов И. М., Чубарина Е. В.* Электричество свободной атмосферы. – Ленинград: Гидрометеоздат, 1965. – 241 с.
3. *Материалы* конференции по итогам МГГ (1960) и метеорологического изучения Антарктиды (1959) / Под ред. К. Т. Логвинова. – Москва: Моск. отд-ние Гидрометеоздата, 1961. – 365 с.
4. *Рабинович М. И., Трубецков Д. И.* Введение в теорию колебаний и волн. – Москва: Наука, 1984. – 431 с.
5. *Морозова Л. И.* Спутниковый мониторинг землетрясений. – Владивосток: Дальнаука, 2005. – 136 с.
6. *Белый Т. А., Пирнач А. М.* Динамика облачности над геологически активными зонами Украины: диагностическое и прогностическое численное моделирование, приземные и спутниковые наблюдения // Геофиз. журн. – 2012. – **34**, № 1. – С. 115–128.

*Институт геофизики им. С. И. Субботина  
НАН Украины, Киев*

*Поступило в редакцию 27.06.2012*

**Т. А. Білий**

### **Формування стратифікації хмар електричним полем атмосфери**

*Проведено аналіз даних вертикального зондування електричного поля атмосфери та висот хмарності на предмет відповідності стратифікації хмарних горизонтів із зарядовими площинами в атмосфері. Хід об'ємних зарядів з висотою відновлювався за рівнянням Пуассона. Згідно з проведеними розрахунками, для всіх типів хмар спостерігається збіг частотних максимумів хмарності і точок рівноваги зарядової щільності.*

**T. A. Belyi**

### **The formation of a stratification of clouds by the electric field of the atmosphere**

*The analysis of the probing data on the vertical electric field of the atmosphere and cloud heights for compliance of the cloud horizons stratification with charge planes in air is fulfilled. The space charge density variation with height was calculated by the Poisson equation. Calculations demonstrate that the coincidence of frequency maxima of cloudiness and equilibrium points of charge density is observed for all types of clouds.*