

Д О К Л А Д Ы
АКАДЕМИИ НАУК СССР

1964

т. 159, № 6

К. И. ГРИНГАУЗ, Ш. Ш. ДОЛГИНОВ, В. В. БЕЗРУКИХ, Е. Г. ЕРОШЕНКО,
Л. Н. ЖУЗГОВ, Л. С. МУСАТОВ, Э. К. СОЛОМАТИНА, У. В. ФАСТОВСКИЙ
НАБЛЮДЕНИЯ ПРИ ПОМОЩИ СПУТНИКА ЭЛЕКТРОН-2
СВЯЗИ МЕЖДУ ИЗМЕНЕНИЯМИ МАГНИТНОГО ПОЛЯ И
ПОТОКАМИ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ ИОНОВ ВНУТРИ МАГНИТОСФЕРЫ
ЗЕМЛИ

(Представлено академиком А. Л. Минцем 25 IX 1964)

Спутник Электрон-2 был выведен 30 I 1964 г. на орбиту с апогеем $\sim 11,6 R_z$ (от центра Земли) под углом к плоскости экватора 61° . В начальный период существования спутника линия, соединяющая апогей и перигей его орбиты, составляла с направлением Земля — Солнце угол $\sim 80^\circ$, а угол между направлением Земля — Солнце и плоскостью орбиты спутника $\sim 20^\circ$ (рис. 1).

В состав научной аппаратуры, установленной на спутнике Электрон-2, входили наряду с другими приборами ловушка заряженных частиц и магнитометры. Трехэлектродная ловушка была подобна ловушкам заряженных частиц, устанавливавшимся с 1959 г. на советских космических ракетах (*); потенциал ее внешней сетки был равен потенциалу корпуса спутника.

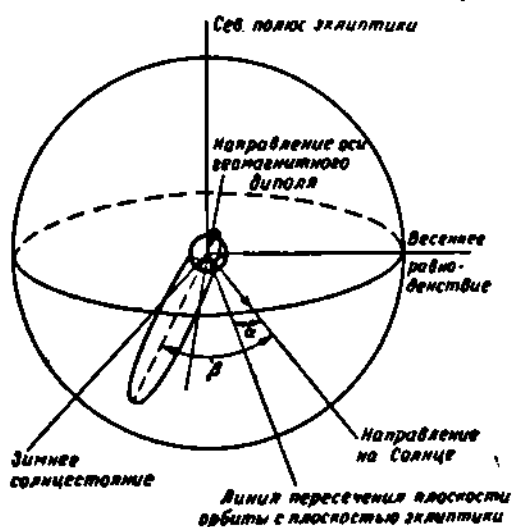


Рис. 1

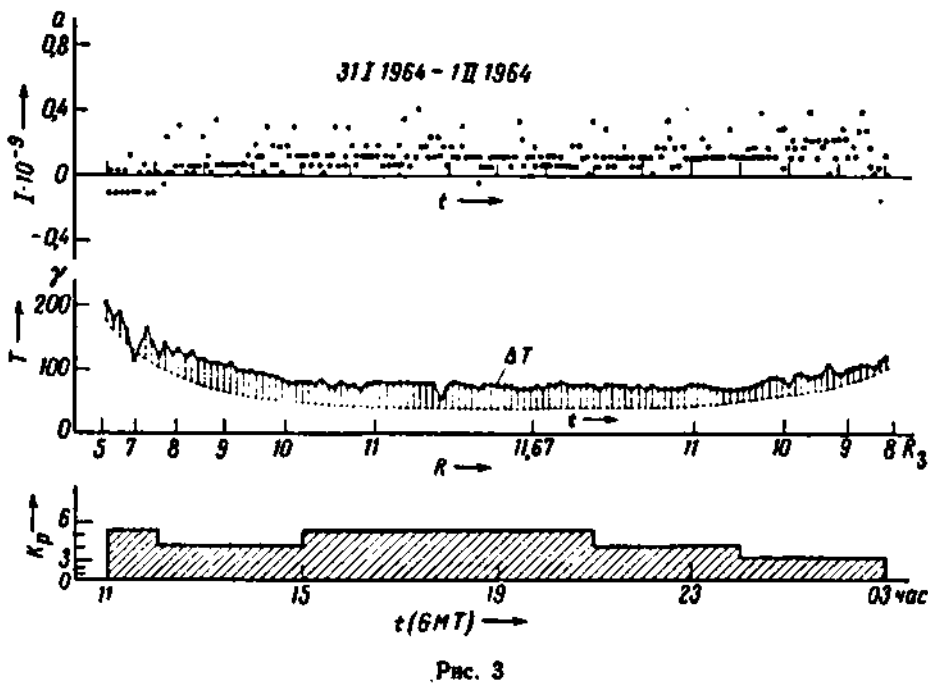
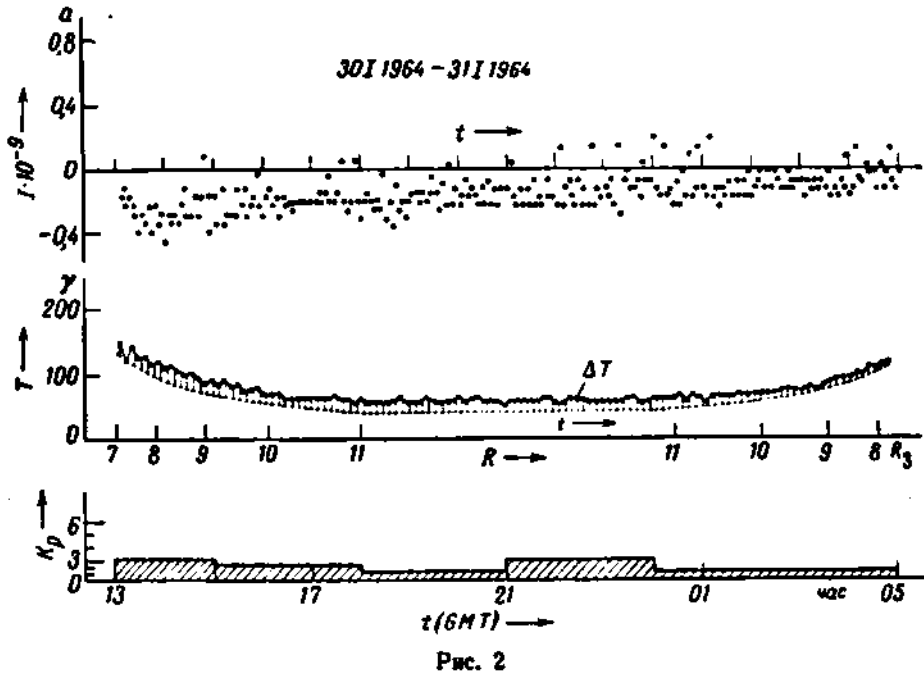
В связи с этим ловушка могла регистрировать положительные ионы всех энергий, превышающих потенциал спутника относительно окружающей среды, создававшие положительный ток в цепи коллектора ловушки, и потоки электронов с энергиями выше 100 эв (выше потенциала внутренней сетки), создававшие отрицательные токи в той же цепи. Кроме того, ловушка регистрировала фотоэлектроны с внутренней сетки, также в виде отрицательных токов в цепи коллектора. Таким образом, если суммарный ток в цепи коллектора был положителен, то это однозначно со-

ответствовало регистрации потоков положительных ионов.

Магнитометр, показания которого использованы в настоящей публикации, представлял собой трехкомпонентный прибор с ортогональными феррозондовыми датчиками с диапазоном измерения $\pm 120 \gamma$ ($1 \gamma = 10^{-8}$ эрст) по каждой компоненте. Порог чувствительности магнитометра по каждой компоненте составлял 2γ . Благодаря вращению контейнера имелась возможность (*) определять и контролировать поправку к абсолютному нулю поля с точностью до 3γ . Постоянство чувствительности аппаратуры проверялось ежечасной калибровкой каналов магнитометров в полете.

В настоящем сообщении приводятся некоторые предварительные результаты сопоставления данных ряда измерений, проведенных при помощи ловушки заряженных частиц и магнитометра на Электроне-2, соответствующих начальному периоду полета спутника, а также K_p -индексов, характеризующих возмущенность геомагнитного поля по данным одновременных измерений наземных магнитных обсерваторий. Это сопоставление свидетельст-

ует о существовании корреляции между изменениями магнитной активности на поверхности Земли и изменениями интенсивности геомагнитного поля и потоков положительных ионов на больших удалениях от Земли внутри ее магнитосферы.



Указанный вывод иллюстрируется данными, полученными в магнитно спокойные сутки (30—31 I; рис. 2), магнитно возмущенные сутки (31 I — 1 II; рис. 3) и в период, когда имел место переход магнитно спокойного состояния в магнитно возмущенное состояние (11 — 12 II; рис. 4) на расстояниях

6—11,6 R_3 при удалениях и приближениях к Земле. Географические широты, соответствующие проекциям на Землю этих участков орбиты, лежат в пределах от 24° ю.ш. до 60° ю.ш. Диапазон изменений долгот на рассматриваемых участках орбит составляет $\sim 160^\circ$.

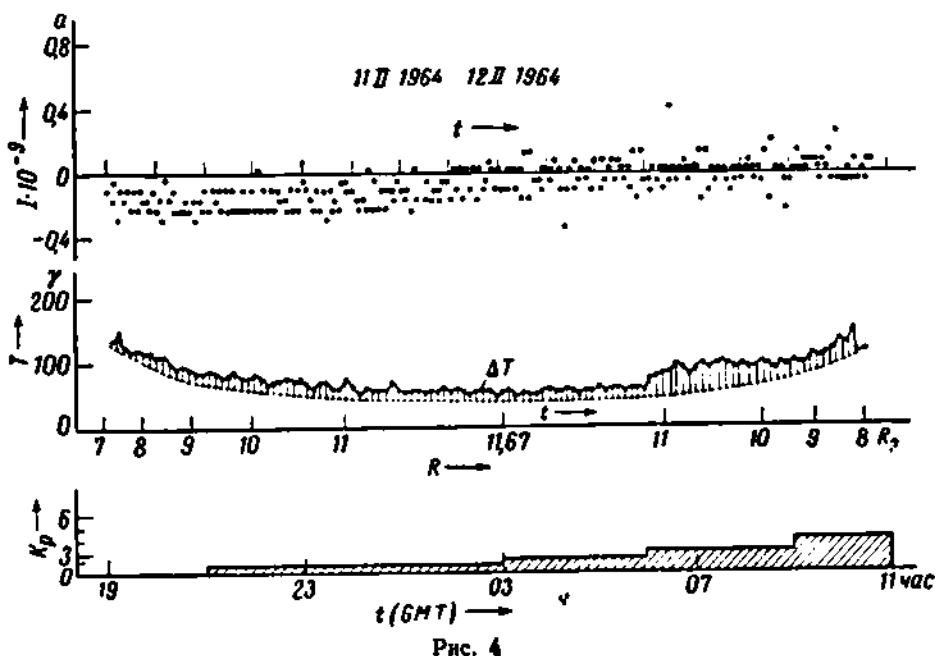


Рис. 4

Рассмотрение результатов, представленных на рис. 2—4 (время везде — мировое GMT), показывает следующее.

В магнитно спокойные сутки 30 — 31 I (K_p не превышал 3) зарегистрированы главным образом отрицательные токи (с весьма малым числом положительных значений), соответствующие малым величинам потоков положительных ионов. Магнитометром при этом зарегистрировано достаточно регулярное по величине поле, превышающее теоретическое значение на величину $\Delta T \sim 20 \gamma$, мало меняющееся на всем рассматриваемом участке орбиты. ΔT в районе апогея составляет около 40% от расчетного поля, определенного как поле эксцентричного диполя. Заметим, что приведенные магнитограммы свидетельствуют о том, что орбита Электрона-2 расположена полностью внутри магнитосферы.

В магнитно возмущенный день (K_p от 3 до 5) на рассматриваемом участке орбиты зарегистрированы только положительные токи в цепи коллектора ловушки, достигающие величины $4 \cdot 10^{10}$ а. Такие токи могут быть вызваны потоками ионов, превышающими величину $2 \cdot 10^8 \text{ см}^{-2} \text{ сек}^{-1}$ (что по порядку величины соответствует потокам солнечной плазмы вне магнитосферы ($3-6$)).

Магнитометром зарегистрировано поле с $\Delta T \sim 40 \gamma$, что составляет в районе апогея 100% расчетного поля. Наблюдающиеся при этом значительные флуктуации поля коррелируют с наблюдаемыми вариациями геомагнитного поля на Земле.

Начало суток 12 II характеризовалось малой магнитной активностью ($K_p = 1-2$). В $6^h 05^m$ все наземные обсерватории отметили возмущение с внезапным началом. Индекс магнитной активности возрос до 3 и достиг 4 к 9^h . В 6^h спутник достиг апогея. Магнитометр, регистрировавший в начале суток величину ΔT , характерную для спокойных суток, зарегистрировал около 6^h довольно быстрое возрастание поля; в дальнейшем величина ΔT достигла значения, характерного для возмущенного периода.

Коллекторные токи ловушек до $t = 03^h$ были преимущественно отрицательными, что характерно для магнитно спокойного периода. Примерно с

03^h количество регистрируемых положительных значений токов стало возрастать, что свидетельствует о росте потоков положительных ионов. В период $t = 9^h + 11^h$, когда $K_p = 4$, зарегистрированы в основном положительные токи, соответствующие потокам ионов порядка $10^9 \text{ см}^{-2} \text{ сек}^{-1}$, что характерно для магнитно возмущенного периода.

Следует отметить, что 12 II возрастание потоков положительных ионов предшествовало возрастанию магнитного поля примерно на 3 часа, тогда как возрастание магнитного поля вблизи спутника и на Земле началось в первом приближении одновременно, во всяком случае, с очень малыми интервалами, и происходило со значительно большей скоростью, чем переход ловушки от состояния с отрицательными коллекторными токами к состоянию с положительными коллекторными токами. Вместе с тем необходимо отметить, что в некоторые дни не наблюдалась корреляция между потоками положительных ионов, с одной стороны, и величинами ΔT и K_p , о которой шла речь выше. Так, из данных, полученных 19 II и 1 III, видно, что увеличенные потоки положительных ионов имели место при низких значениях ΔT и K_p . Однако каждый из этих случаев предшествовал дню с повышенными ΔT и K_p .

В ряде наблюдений, ранее проведенных при помощи магнитометров на космических ракетах и спутниках ((⁷⁻⁹) и др.), была установлена корреляция между изменчивостью магнитного поля в космическом пространстве и индексами магнитной активности на поверхности Земли. В опытах по прямым измерениям потоков солнечной плазмы вне геомагнитного поля отмечалась корреляция между интенсивностью и скоростью частиц этих потоков и геомагнитными возмущениями на Земле (^{3, 4, 6}). Потоки положительных ионов наблюдались во внешнем радиационном поясе (^{8, 10}) и за границей магнитосферы (¹¹) на американском спутнике Эксплорер-12, запущенном в августе 1961 г. на орбиту, наклоненную к экватору под углом 330°, с апогеем $\sim 13R_z$ в направлении к Солнцу.

В отличие от указанных наблюдений на Эксплорере-12, наблюдения потоков положительных ионов, описанные в настоящем сообщении, относятся к области, лежащей за пределами внешнего радиационного пояса, но внутри магнитосферы, хотя удаления спутника от Земли в обоих случаях примерно одинаковы. (Это связано с различными наклонениями к экватору орбит обоих спутников.) Насколько нам известно, в указанной области подобные измерения впервые произведены на Электроне-2.

Остается неясным вопрос о том, созданы ли потоки, наблюдавшиеся при помощи ловушки заряженных частиц на Электроне-2, солнечным ветром, проникшим в глубь магнитосферы, или они образуются из частиц околоземной плазмы, ускоренных при помощи некоего, еще не изученного, механизма. Можно ожидать, что новые сведения, способствующие выяснению этих явлений, будут получены после окончательной обработки результатов измерений других приборов, установленных на спутниках Электрон-2 и Электрон-4.

Описанные в настоящем сообщении явления, по-видимому, относятся к существенным деталям механизма возникновения геомагнитных возмущений.

Поступило
15 IX 1964

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ К. И. Грингауз, В. В. Безруких и др., ДАН, 131, 1301 (1960). ² Ш. Ш. Долгинов, Е. Г. Ерошенко, Л. Н. Жузов, Н. В. Пушков. Искусственные спутники Земли, в. 5, Изд. АН СССР, 1960. ³ К. I. Gringauz, Space Research, II, 539, Amsterdam, 1961. ⁴ К. I. Gringauz, V. V. Bezrukick et al., Space Research, III, Amsterdam, 1962. ⁵ A. Bonetti, H. S. Bridge et al., Space Research, III, Amsterdam, 1962. ⁶ M. Neigebauer, C. W. Snyder, Space Research, IV, Amsterdam, 1963. ⁷ М. Г. Ацимлевич, А. Д. Шевчик, ДАН, 135, 298 (1960). ⁸ C. W. Greenstadt, Nature, 191, 329 (1961). ⁹ L. R. Davis, J. M. Williamson, Space Res., III, 1963. ¹⁰ M. Bader, J. Geophys. Res., 67, 13, 5007 (1962). ¹¹ A. Hoffman, L. R. Davis, J. W. Williamson, J. Geophys. Res., 67, 13, 5001 (1962).