

УДК 539.107 + 541.126

ЗАВИСИМОСТЬ ОТ ДОЛГОТЫ ЧИСЛА СОБЫТИЙ ВЫСЫПАНИЙ ЭНЕРГИЧНЫХ ЭЛЕКТРОНОВ, ЗАРЕГИСТРИРОВАННЫХ СПУТНИКОМ «МЕТЕОР 3М» №1 В 2002-2005 ГГ.

Ю.С. Барсуков

Приведены результаты наблюдений высыпаний энергичных электронов в радиационных поясах. Исследовалась зависимость количества высыпаний от долготы. Исследования проводились с помощью ИСЗ «Метеор 3М» №1 в течение 2002-2005 годов. Представлена статистика распределений высыпаний энергичных электронов от географической долготы в точке наблюдения.

Ключевые слова: внешний радиационный пояс, статистика высыпаний энергичных электронов.

ВВЕДЕНИЕ

Земля окружена кольцом из электронов и ионов с энергиями от 10 кэВ до десятков МэВ, расположенных на расстоянии от 2 до 7 радиусов Земли, составляющих так называемые радиационные пояса. Различают внутренний и внешний радиационные пояса. Внутренний пояс находится на расстоянии от 2 до 3 радиусов Земли. Внешний – от 3,5 до 7 радиусов Земли. Причиной потери частиц в радиационных поясах может быть, в том числе циклотронная неустойчивость. Она развивается в системе из трех компонент: горячие электроны радиационного пояса, холодные электроны плазмосферы (либо дакты), наличие в системе электромагнитных волн в свистовом диапазоне. В данное время с циклотронной частотой энергичных электронов связывают диффузию частиц по питч-углам в радиационных поясах, а также образование КНЧ- и ОНЧ-излучений. В [2] предложена теория проточного циклотронного мазера, в основе которого находится магнитная силовая трубка, содержащая холодную плазму повышенной концентрации, а энергичные электроны участвуют в циклотронной неустойчивости и высыпаются из трубки уже с изотропным распределением по скоростям.

Такие события высыпаний энергичных электронов наблюдаются с борта искусственных спутников Земли (ИСЗ), в том числе с ИСЗ «Метеор 3М №1».

Целью данной работы является представление статистических данных о высы-

паний энергичных электронов зарегистрированных ИСЗ «Метеор 3М №1». Приведена статистика в отношении географической долготы в точке наблюдения.

МЕТОДИКА И АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ

В работе используются данные о скоростях счёта гейгеровского датчика, регистрирующего во внешнем поясе электроны с энергией более 100 кэВ, установленного на ИСЗ «Метеор 3М» №1. Измерения проводились с 2002 по 2005 годы. Пример события высыпания, которые анализируются в настоящей статье, приведен на рис.1. Событие отмечено на рис.1 кружком, на который направлена стрелка.

В табл. 1 представлено количество зарегистрированных событий в исследованных годах.

Табл. 1. Статистика высыпаний энергичных электронов по годам

Год	Количество событий
2002	812
2003	930
2004	335
2005	199

На рис. 2-6 показаны гистограммы высыпаний в зависимости от географической долготы точки наблюдения события за 2002-2005 годы.

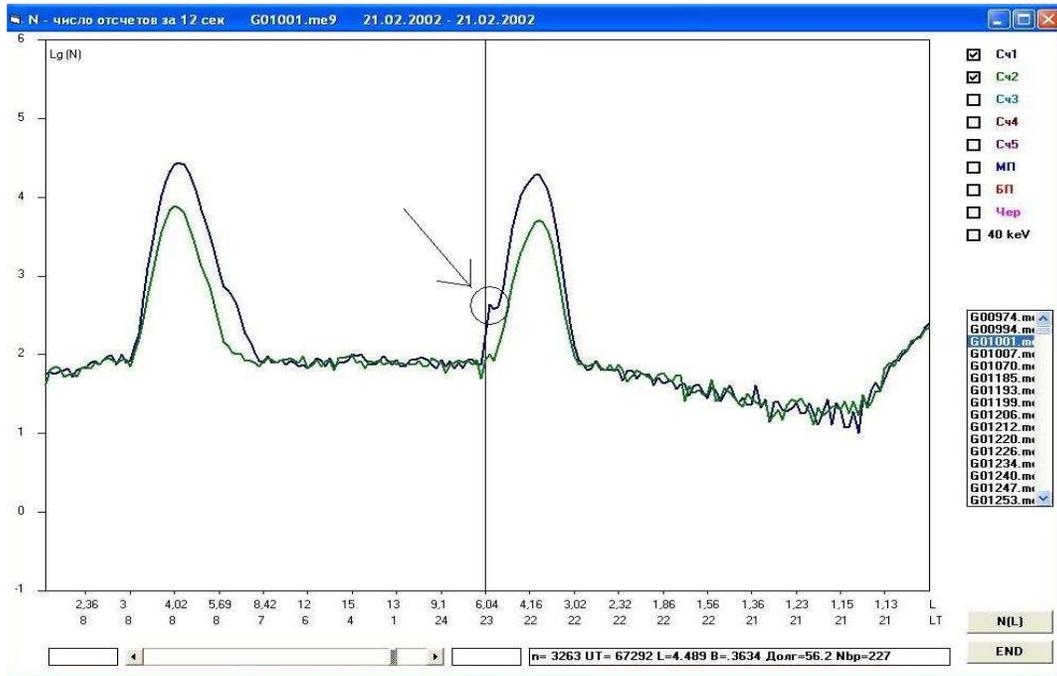


Рис.1. Пример события высыпания электронов.

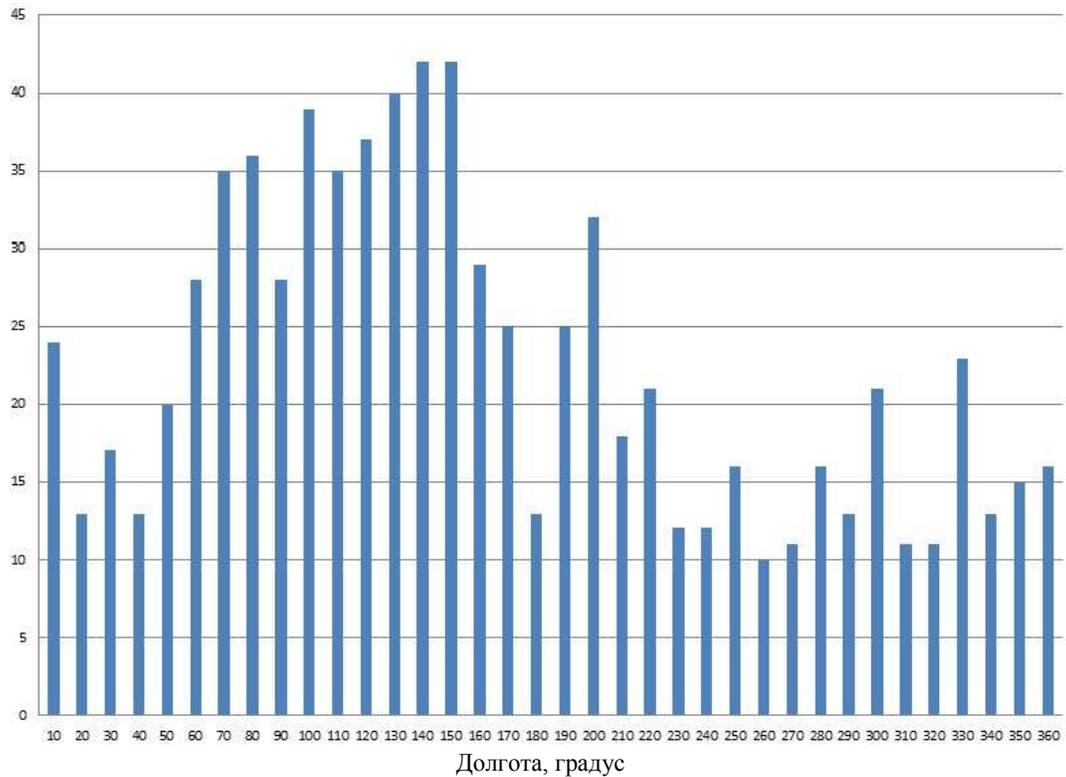


Рис. 2. Гистограмма событий высыпаний энергичных электронов от долготы за 2002 год.

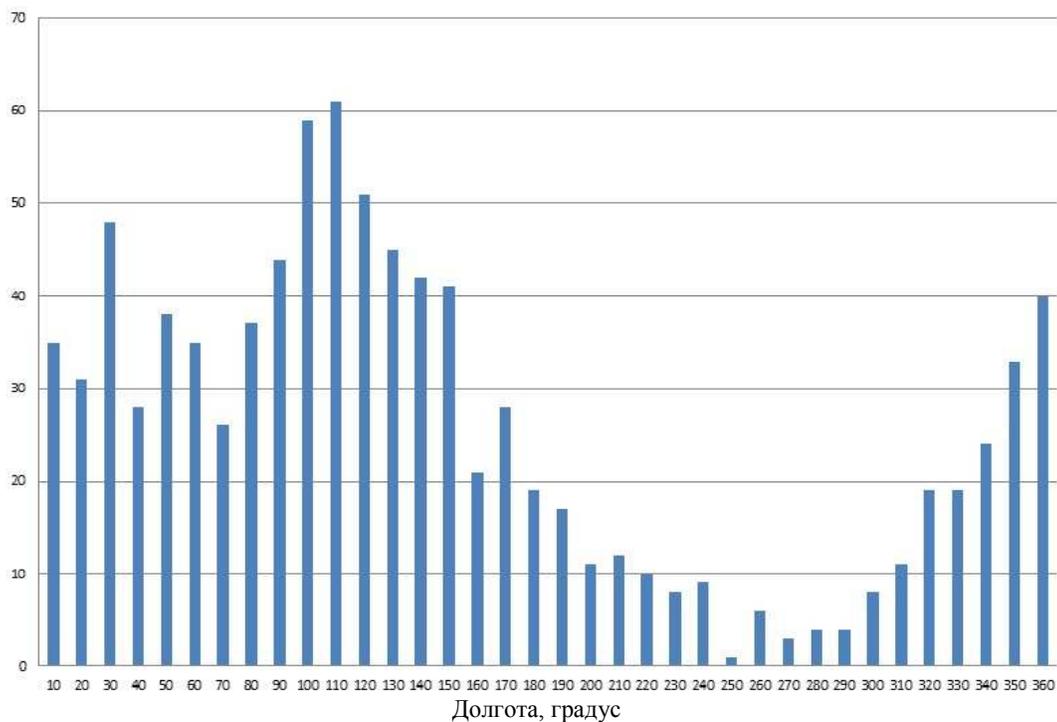


Рис. 3. Гистограмма событий высыпаний энергичных электронов от долготы за 2003 год.

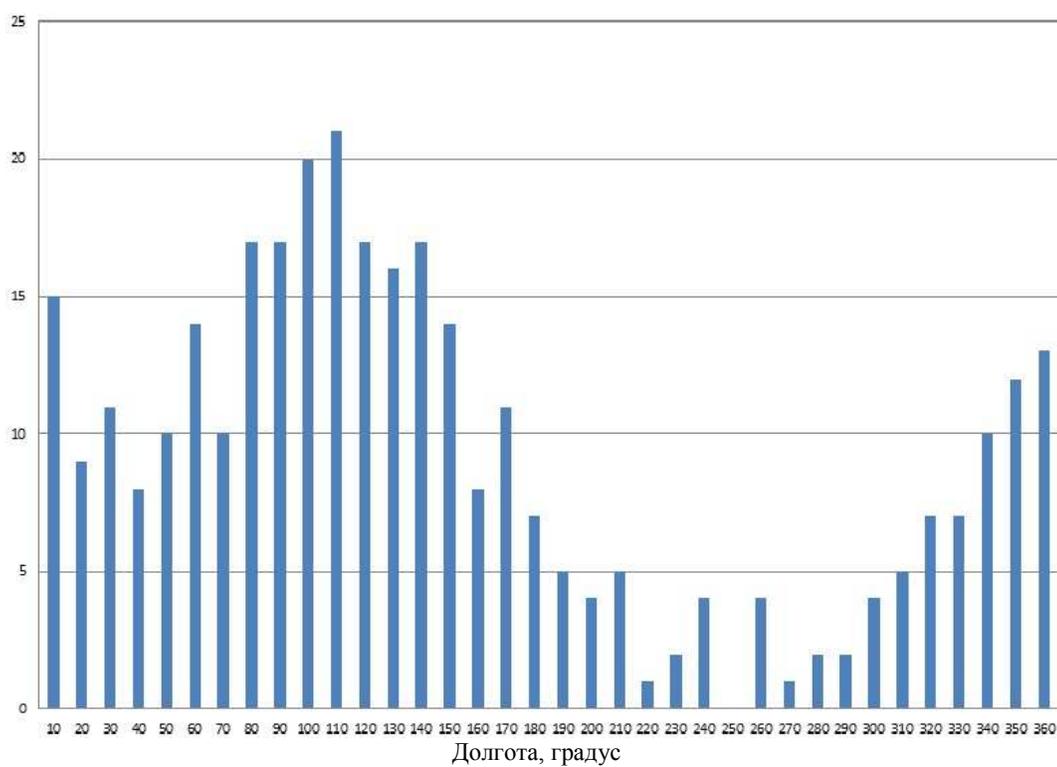


Рис. 4. Гистограмма событий высыпаний энергичных электронов от долготы за 2004 год.

На рис. 2 нет отчётливо просматриваемых пиков. Однако можно выделить несколько наиболее заметных. Первый из них отмечен на долготе $\sim 10^\circ$ (над Скандинавией), второй – на долготах $\sim 70-80^\circ$ (в районе Новосибирска), третий – на долготе $\sim 100^\circ$ (в районе западной части Китая), четвёртый (максимальный) $\sim 130-150^\circ$ (в районах восточной части Китая и Японии), пятый – на долготе $\sim 200^\circ$ (над Аляской), шестой $\sim 300^\circ$ (над Канадой) и седьмой $\sim 330^\circ$ (над Гренландией). Наименьшее число высыпаний наблюдается над Тихим океаном, но минимум представляется нечётким.

На рис. 3 представлена гистограмма событий высыпаний энергичных электронов от долготы за 2003 г. Отчётливо просматриваются несколько пиков. Первый из них отмечен на долготе $\sim 30^\circ$ (в районе Санкт-Петербурга), второй – на долготах $\sim 100-120^\circ$ (в районе Красноярска), и третий – на гринвичском меридиане (в Британии). Наименьшее число высыпаний зафиксировано над Тихим океаном.

На рис. 4 вновь нет отчётливых пиков высыпаний, однако, несколько всё же можно выделить. Первый – на долготе $\sim 10^\circ$ (над Скандинавией), второй – на долготах

$\sim 100-110^\circ$ (в районе Красноярска) и третий – на гринвичском меридиане. Минимум числа высыпаний зафиксирован над Тихим океаном.

На рис. 5 можно заметить несколько областей с максимальным числом высыпаний. Первая расположена на долготе $\sim 20^\circ$ (в районе Финляндии), вторая – на долготах $\sim 80-90^\circ$ (в районе Новосибирска), третья – на долготе $\sim 120^\circ$ (в районе Китая), четвёртая – на долготе $\sim 140^\circ$ (в районе Японии), пятая – на долготах $\sim 170-180^\circ$ (в районе Камчатки и Аляски), шестая – на долготе $\sim 280^\circ$ (в районе Восточного побережья США), седьмая – на долготе $\sim 300^\circ$ (над Канадой). Чётко выраженного минимума над Тихим океаном не наблюдается. Возможно, это связано с тем, что в 2005 г. было зарегистрировано меньше всего событий по сравнению с другими исследуемыми годами (199 событий, в то время как, например, в 2004 их было зарегистрировано 335).

На рис. 6 видно, что во все наблюдаемые года чаще всего высыпания наблюдались на долготах $\sim 100-120^\circ$ в районе Красноярска, а реже всего – над Тихим океаном.

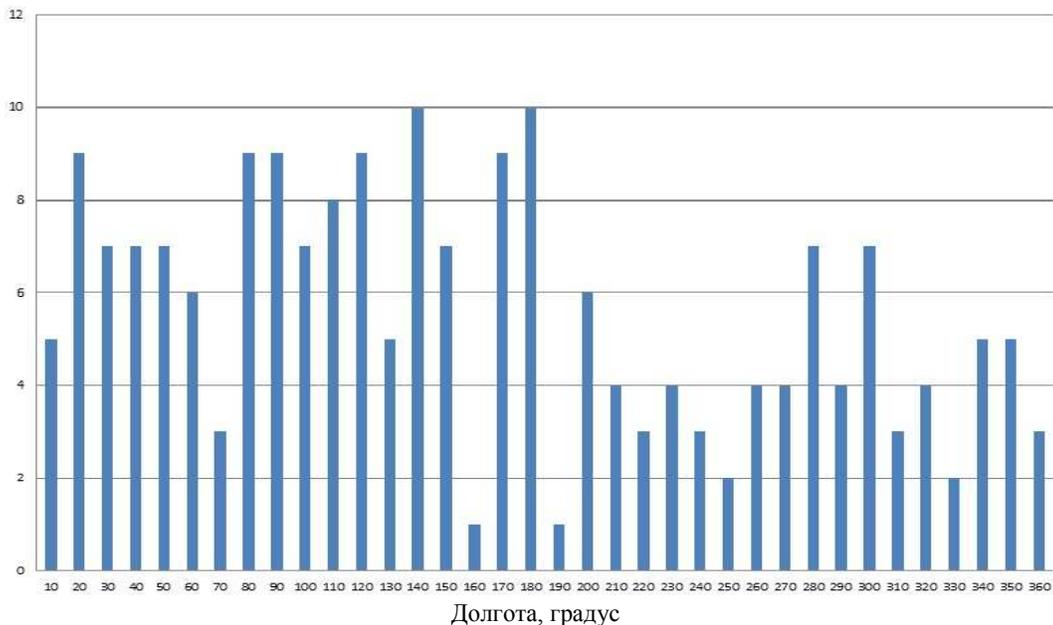


Рис. 5. Гистограмма событий высыпаний энергичных электронов от долготы за 2005 год.

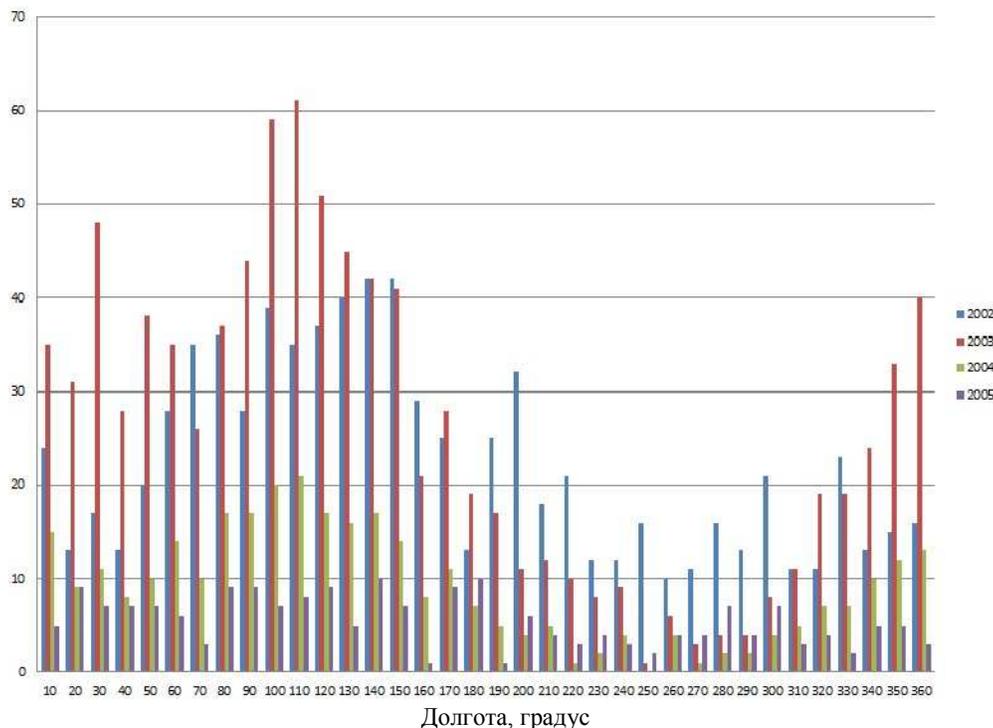


Рис. 6. Сводная гистограмма событий высыпаний энергичных электронов от долготы за 2002-2005 годы

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ данных о событиях высыпаний энергичных электронов, зарегистрированных аппаратурой спутника «Метеор 3М №1», показал, что события высыпаний происходят чаще всего на долготах со значениями ~ 30°, 100-120° и 360°, и реже всего - в районе ~ 200-300°. Чаще события высыпаний регистрируются над промышленными районами. Одним из возможных механизмов утечки электронов из радиационных поясов является их взаимодействие с ОНЧ-волнами. Такие волны могут возбуждаться

как естественно, так и искусственно, например, достаточно мощными наземными передатчиками. Другим возможным источником таких волн могут служить линии электропередач. Искусственное ОНЧ-излучение наземного происхождения способно проникать в магнитосферу и приводить к высыпаниям электронов с энергиями в диапазоне десятков и сотен кэВ [3,4,5].

Благодарности. Автор благодарит д.ф.-м.н. Ю.В. Писанко за внимание к работе и постановку задачи, а также д.т.н. А.В. Тертышникову за полезные советы и дискуссии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ковтюх А.С., Панасюк М.И., Радиационные пояса Земли. В кн. Плазменная гелиофизика, в 2 т. (Под ред. Л.М. Зеленого, И.С. Веселовского), М.: ФИЗМАТЛИТ, 2008. т. I. С. 510-534.
2. Trakhtengerts V.Y., Rycroft M.J., Demekhov A.G. Interrelation of noise-like and discrete ELF/VLF emissions generated by cyclotron interactions // JGR. 1996. V. 101. №. A6. P. 13293–13303.
3. Bullough K., Tatnall A.R.L., Denby M. Man-made ELF/VLF emissions and the radiation belts // Nature. 1976. P. 401-403.
4. Lurette J.P., Park C.G., Helliwell R.A. The control of the magnetosphere by power line radiation // JGR. 1979. V. 84. № A6. P. 2657-2660.
5. Raghuram R., Bell T.F., Helliwell R.A., Katsufakis J.P. Echo-induced suppression of coherent VLF transmitter signals in the magnetosphere // JGR. 1977. V. 82. № 19. P. 2787-2796.