



**Сборник
научных
трудов**

**Том I
Владимир
2003**

**Пятая Российская
конференция
по атмосферному
электричеству**

**Пятая Российская
конференция
по атмосферному
электричеству**

Сборник трудов конференции

Том II

Владимир

21-26 сентября 2003 года

3. Грунская Л.В., Исакевич В.В., Гаврилов И.Н. Интерпретация квазирегулярных периодичностей в электромагнитном поле Земли в приземном слое // ГЕОФИЗИКА И МАТЕМАТИКА. Труды второй Всероссийской конференции (Иермь: ГИ УрО РАН, 2001 г., с. 327-335.

4. Грунская Л.В., Исакевич В.В., Виноградов Д.В. Экспериментальные исследования крайненизкочастотных вариаций электромагнитного поля Земли // Тезисы докладов VI Региональной конференции «Распространение радиоволн», Санкт-Петербург, 2000 с.17.

5. Грунская Л.В., Дорожков В.В., Исакевич В.В., Гаврилов И.Н., Герасимов М.С., Завьялов А.А. Экспериментальные исследования электрического и магнитного поля Земли крайненизкочастотного диапазона // Труды IV Международной научно-технической конференции «Перспективные технологии в средствах передачи информации» 15-17.08.2001, Владимир, с. 45-46.

МОЩНЫЕ УДАЛЕННЫЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ И КРУПНОМАСШТАБНЫЕ ВОЗМУЩЕНИЯ В НИЖНЕЙ ИОНОСФЕРЕ.

А. М. Гоков, С. И. Мартыненко, В. Т. Розуменко, О. Ф. Тырнов

Харьковский национальный университет имени В. Н. Каразина, Украина

Введение

Впервые одновременное развитие крупномасштабных ионосферных возмущений, вызванных мощной сейсмической активностью на протяжении нескольких суток до начала и во время катастрофического землетрясения в Чили 22 мая 1960 года, было экспериментально зарегистрировано по регистрациям радиоизлучения на частоте 18 МГц на сети радиометрических станций в Северной Америке, удаленных друг от друга на тысячи километров [1]. В частности, было зарегистрировано скоррелированное с сейсмическими возмущениями увеличение амплитуды сигналов до двух раз по сравнению с фоновым излучением. Подобного типа сейсмоионосферные явления, существенно влияющие на характеристики распространяющихся высокочастотных радиосигналов, до настоящего времени не нашли удовлетворительного объяснения.

В данной работе приводятся результаты радиофизических исследований возмущений в нижней ионосфере, вызываемых мощными удаленными землетрясениями. Обсуждаются также возможные механизмы развития таких возмущений.

Экспериментальные результаты

Для диагностики возмущений нижней ионосферы на больших расстояниях (до нескольких тысяч километров и более) от районов сильных землетрясений в наших исследованиях использовались измерения характеристик частично отраженных (ЧО) радиосигналов с высот $z \sim 60 - 85$ км и шумов на частотах в диапазоне $f = 2 - 3,5$ МГц с длительностью зондирующих импульсов 25 мкс.

Для примера на рис. 1 приведены временные зависимости величин $R = A_-^2 / A_+^2$ для ЧО сигналов на различных высотах и шумов, полученные в районе г. Харькова на радиофизической обсерватории Харьковского национального университета во время удаленного приблизительно на 11 000 км землетрясения 20.03.95 в 12.48.54 LT в районе западной Новой Гвинеи (3,37 S 135,18 E, магнитуда $M = 5,7$, глубина 33 км. Здесь A_-^2 и A_+^2 — усредненные на последовательных интервалах в 1 минуту интенсивности обыкновенной и необыкновенной компонент ЧО сигналов соответственно.

20.03.95

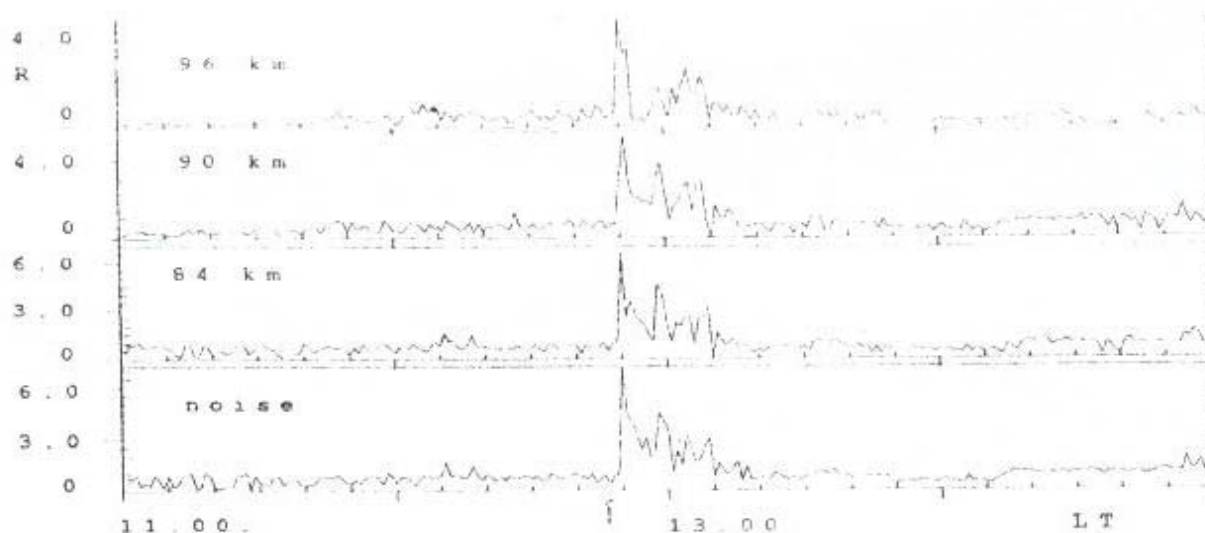


Рис. 1. Временные зависимости R для высот 84, 90, 96 км, а также для шумов (момент землетрясения на рисунке обозначен стрелкой, время местное для Харькова).

Малое характерное время развития возмущений (меньшее нескольких секунд) может свидетельствовать о том, что изменения характеристик ЧО сигналов вызываются соответствующими изменениями температуры и эффективной частоты соударений электронов в D-области ионосферы. Подобие высотно-временных зависимостей R показывает, что основное ионосферное возмущение было локализовано ниже высоты $z = 84$ км. Видно, что удаленное землетрясение привело к резкому всплеску величин R , что может быть следствием уменьшения интегрального поглощения сигналов и шумов на высотах, меньших 84 км.

Тропосферно-мезосферная электрическая цепь

Представляя мезосферу в качестве активного элемента глобальной атмосферной электрической цепи (см. например, [2, 3]), использовалась модель тропосферно-мезосферной электрической цепи со следующими элементами: локальный мощный источник мезосферного тока с плотностью тока $j_m \sim 10^{-8} - 10^{-9}$ А/м² [4, 5], вызывающий возмущения температуры и эффективной частоты соударений электронов до порядка величины по сравнению с общепринятыми фоновыми значениями [4 - 6]; локальное приземное (или тропосферно-стратосферное) сопротивление R_t ; локальное мезосферное сопротивление нагрузки R_m для мезосферного источника, внешнее сопротивление глобального слоя атмосферы между поверхностью Земли и нижней границей ионосферы $R_a \approx 200$ Ом. В невозмущенных условиях $R_t \gg R_m \gg R_a$, общее сопротивление нагрузки мезосферного источника тока будет $R_i = R_m R_t / (R_m + R_t) \approx R_m$.

В возмущенных условиях сопротивление R_t может уменьшаться на порядок и более, например, за счет увеличения поверхностного уровня радиации в районах мощных землетрясений. Тогда, при уменьшении R_t , например, до двух порядков $R_t \ll R_m$, а $R_t \approx R_a$, а разность потенциалов U в мезосфере, которая определяет напряженность мощного мезосферного электрического поля E , становится зависимой от R_t . Уменьшение же R и R_i приводит к соответствующему уменьшению E и, как следствие, к уменьшению температуры электронов T_e в мезосфере под действием увеличения проводимости тропосферы (вплоть до общепринятых невозмущенных значений). Таким образом, присутствие мощных мезосферных электрических полей приводит к формированию новых дополнительных электродинамических тропосферно-мезосферных связей в возмущенных условиях.

Обсуждение

Таким образом, возможность существования на мезосферных высотах мощных электрических полей (см., напр., [2–5]) открывает новые возможности для объяснения электродинамических тропосферно-мезосферно-ионосферных связей. Так, например, при существовании над областью повышенной сейсмической активности таких полей возможна реализация следующего механизма. Значительное (на один-два порядка величины) возрастание тропосферной проводимости над сейсмоактивным регионом за счет тропосферно-мезосферных электрических связей приводит к уменьшению напряженности мощного мезосферного электрического поля. Это вызывает быстрое (с характерным временем, меньшим 1 мс) релаксационное уменьшение температуры T_e и эффективной частоты соударений электронов ν_e , а также соответствующее изменение проводимости мезосферы. Именно последний эффект и приводит к быстрому изменению условий распространения радиоволн в нижней ионосфере над сейсмоактивным регионом.

Отметим, что значительное изменение электрического потенциала в мезосфере над районом удаленного землетрясения может вызывать изменение разности мезосферных потенциалов между районом удаленного землетрясения и районом наблюдения, что эквивалентно изменению напряженности мезосферного электрического поля над районом наблюдения. Поэтому можно ожидать развития возмущений мезосферной плазмы и над районом наблюдения. Для эксперимента, приведенного на рис. 1, крупномасштабная разность мезосферных потенциалов в результате действия удаленного возмущения должна уменьшаться, что и может приводить к уменьшению величин T_e , ν_e и интегрального поглощения ЧО сигналов на высотах, меньших 84 км.

Благодарность. Работа выполнена при поддержке Украинского научно-технологического центра, грант № 1773

Список литературы

1. Warwick J.W., Stoker C., Mayer T.R. Radio emission associated with rock fracture: Possible application to great Chilean earthquake of May 22, 1960 // *J. Geophys. Res.* 1982. Vol. 87, No. B4. Pp. 2851–2859.
2. Брагин Ю.А., Тютин А.А., Кочев А.А., Тютин А.А. Прямые измерения вертикального электрического поля атмосферы до 80 км // *Космич. исслед.* 1974. Т.12, вып.2. С. 306–308.
3. Goldberg R.A. Middle atmospheric electrodynamic during MAP // *Adv. Space Res.* 1990. Vol. 10, No. 10. Pp.(10)209–(10)217.
4. Martynenko S.I., Rozumenko V.T., Tsymbal A.M., Tyrnov O.F., Gokov A.M. Mesospheric electric field measurements with a partial reflection radar // *J. Atmos. Electricity.* 1999. Vol. 19, No. 2. Pp. 81–86.
5. Martynenko S.I., Rozumenko V.T., Tyrnov O.F. New possibilities for mesospheric electricity diagnostics // *Adv. Space Res.* 2001. Vol. 27, No. 6–7. Pp. 1127–1132.
6. Martynenko S.I. Atmospheric electric field and disturbances of the lower ionosphere parameters // *J. Atmos. Electricity.* 1999. Vol. 19, No. 1 Pp. 1–9.