

УДК 551.594

НАРУШЕНИЕ СУТОЧНОГО ХОДА ПРИ ПРИЕМЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В КНЧ-ОНЧ-ДИАПАЗОНЕ

Г.И. Дружин, А.Ю. Исаев (ИКИР ДВО РАН)

Выявлено нарушение суточного хода шумового сигнала, проявившегося в существенном ослаблении принятого электромагнитного излучения. Существенное ослабление шума наблюдалось в диапазоне частот от 1 Гц до 10 кГц только по широтной компоненте магнитного поля. Показано, что эффект ослабления не связан с электромагнитными излучениями от мировых очагов гроз и носит локальный характер.

The article describes the breakdown in noise signal flow that developed in weakening of electromagnetic radiation. Considerable weakening of noise signal was observed in 1 Hz – 10 kHz range by latitude element only. The weakening of noise signal is not associated with global centers of electromagnetic radiation and has a local character.

На Камчатке, в экспедиционном пункте «Карымшина», проводится регистрация естественного электромагнитного излучения в диапазоне частот от единиц Гц до ~10 кГц. Электромагнитные излучения принимаются двумя рамочными магнитными и одной штыревой электрической антеннами. Рамочные антенны расположены вертикально и ориентированы в направлении север – юг и восток – запад. Штыревая антенна расположена над рамочными антеннами. Сигналы с антенн подаются на предварительные усилители, затем по кабельной линии связи поступают в пункт аналого-цифровой обработки сигналов, расположенный на расстоянии 150 м от антенной системы. В пункте обработки имеется блок повторителей напряжения, сигналы с которых подаются на звуковые карты и персональный компьютер типа Notebook, где осуществляется частотная фильтрация и запись сигнала.

Запись шумового сигнала 24 июля 2007 г., проведенная с помощью описанной выше аппаратуры, приведена на рис. 1, где указаны частотные полосы, в пределах которых осуществлялась фильтрация сигнала, дата и всемирное время по UT. Из рисунка видно, что суточный ход сигнала практически на всех частотах всех трех составляющих компонент поля имеет минимум приблизи-

тельно в 0 ч UT и максимум приблизительно в 12 ч UT. При более детальном рассмотрении видны различия как по частотным составляющим, так и по компонентам электромагнитного поля.

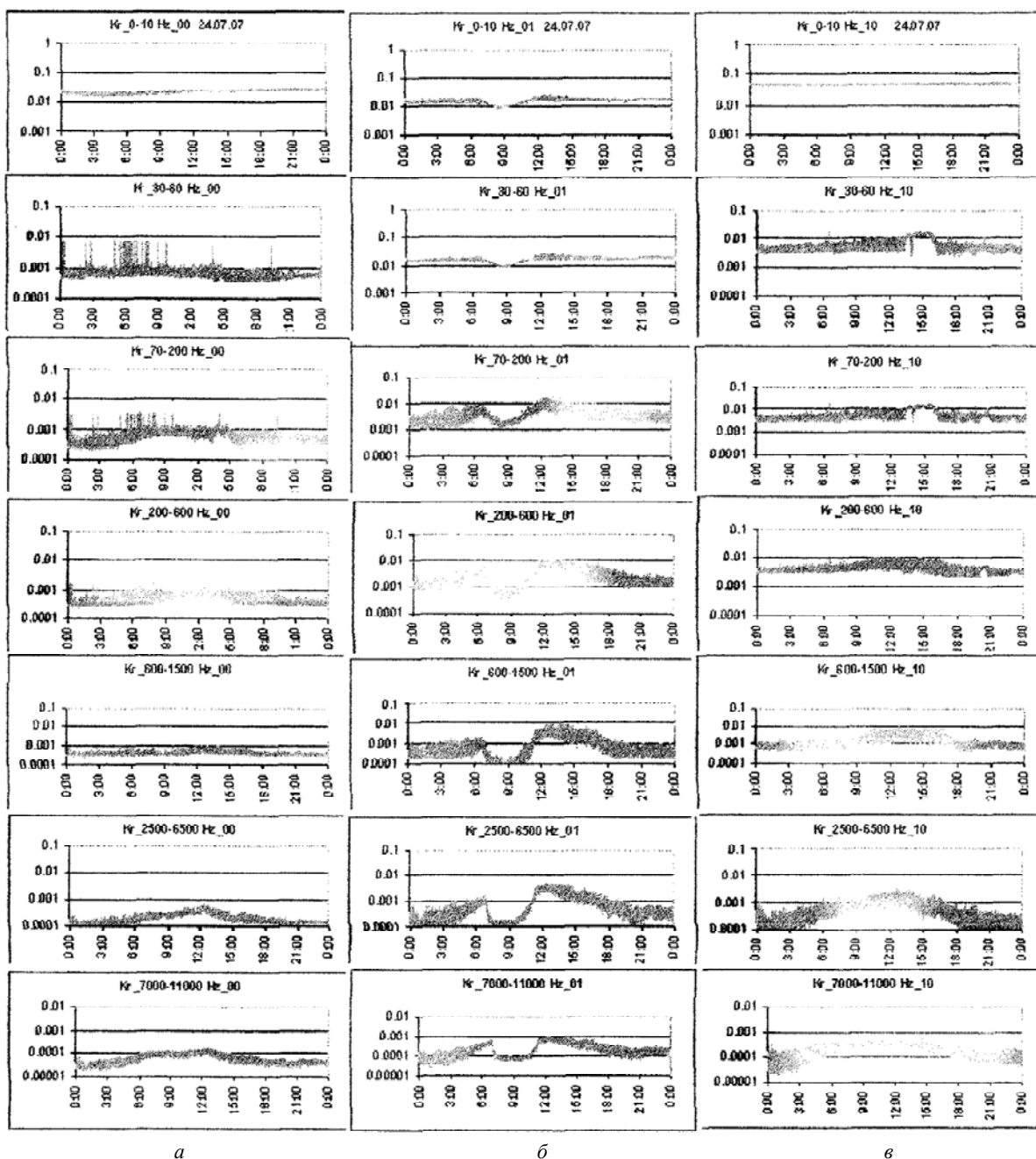


Рис. 1. Запись шумового сигнала с трех антенн: а – вертикальная электрическая компонента магнитного поля E_z ; б – широтная компонента магнитного поля $H_{с-ю}$ (плоскость рамки установлена в направлении север – юг); в – меридиональная компонента магнитного поля $H_{в-з}$ (плоскость рамки установлена в направлении восток – запад)

Наиболее явное отличие наблюдалось 24 июля примерно с 12 до 15 ч UT. В этот временной промежуток имело место падение амплитуды суточного хода и ее восстановление до нормального уровня. Причем нарушение суточного хода шумового сигнала, проявившегося в его существенном ослаблении, наблюдалось только по компоненте $H_{с-ю}$.

Исходя из анализа рис. 1 можно также сделать вывод о том, что вертикальная электрическая компонента поля, а также широтная и меридиональная компоненты магнитного поля в рассматриваемом диапазоне частот слабо зависят друг от друга.

Рассмотрим частотные спектры более детально. На рис. 2 приведена зависимость амплитуды принятого излучения от частоты до момента существенного ослабления шумового сигнала

24 июля 2007 г в 06 ч 45 мин (рис. 2, а) и во время его ослабления в 07 ч 30 мин (рис. 2, б). Из рисунка видно, что наибольшее ослабление шума (до 40 дБ) наблюдалось на частотах 1–3 кГц. Во время эффекта ослабления в диапазоне частот от 1 до 3 кГц появились узкополосные излучения, которые отсутствовали до ослабления. Вероятной причиной их появления стало следующее. До эффекта ослабления амплитуда узкополосных излучений была примерно такой же, как и после ослабления, но из-за большой интенсивности шумовой составляющей эти излучения не были видны. На рис. 2 показан также уровень сигнала на промышленной частоте 50 Гц, который до и после эффекта ослабления оставался приблизительно одинаковым.

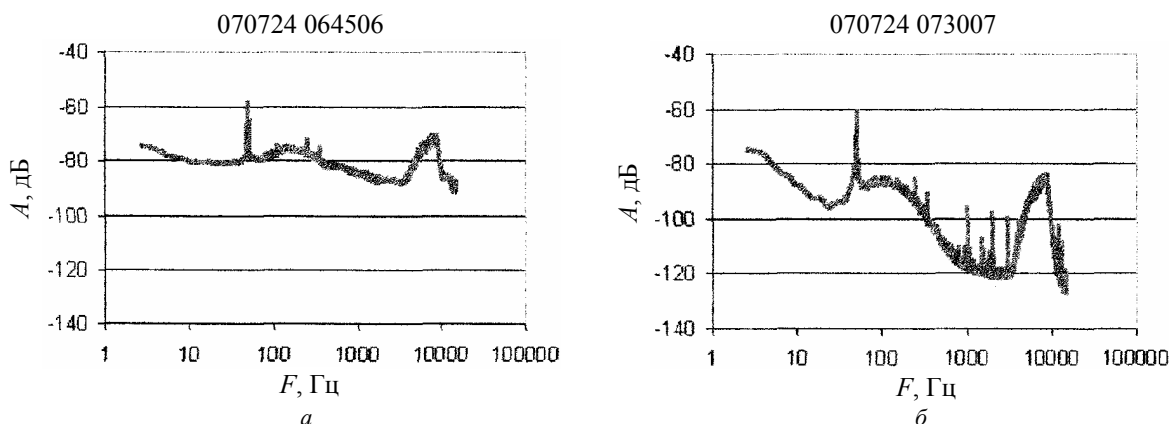


Рис. 2. Спектры излучений 24 июля 2007 г., записанные с антенны $H_{c-ю}$ до момента эффекта ослабления сигнала (а) и во время его (б)

Причиной ослабления и восстановления сигнала до первоначального уровня могут быть различные процессы, возникающие либо в нижней атмосфере, либо в магнитосфере Земли, либо в литосфере. Не исключен вариант, что затухание волн может происходить из-за искусственного воздействия на среду, в которой распространяется сигнал. Возможны также и нарушения в работе приемно-регистрирующей аппаратуры.

Рассмотрим возможное влияние аппаратуры на эффект ослабления. Назовем это влияние аппаратурным эффектом. На рис. 1 видно, что ослабление шума происходило в течение десятков минут, а его восстановление до первоначального уровня – в течение нескольких часов. Довольно большое время ослабления и восстановления шумового сигнала свидетельствует о малой вероятности того, что аппаратура была неисправна. Кроме того, сравнение спектральных составляющих сигнала до и после эффекта ослабления (рис. 2) показывает, что затухание сигнала на различных частотах разное, что также свидетельствует о малой вероятности аппаратурного эффекта. К тому же ослабления уровня сигнала на промышленной частоте 50 Гц в периоды ослабления шума не наблюдалось.

Рассмотрим варианты, когда ослабление шумового сигнала могло быть обусловлено происходящими в природе естественными процессами. Причиной этого явления, возможно, стали вспышки на Солнце, во время которых наблюдалось возрастание потоков рентгеновского излучения [2]. Во время вспышек происходит внезапное падение уровня шумового сигнала, а затем его восстановление до первоначального уровня. Спад шума обычно наблюдается в течение нескольких минут, а восстановление – в течение десятков минут. Но при этом воздействии имеется явная зависимость ослабления шумового сигнала от частоты, а на некоторых частотах наблюдалось даже усиление его интенсивности. Сравнительный анализ показал, что длительность обнаруженного нами эффекта ослабления и его амплитудная зависимость от частоты очень сильно расходятся с наблюдаемыми эффектами при солнечных вспышках. Кроме того, в периоды наблюдения эффекта ослабления шума не наблюдалось значительного возрастания потоков рентгеновского излучения [3]. Каких-либо значительных возмущений в магнитном поле Земли в это время также не было. Совокупность этих данных позволяет сделать вывод о том, что эффект существенного ослабления шумового сигнала не связан с солнечными рентгеновскими вспышками или с магнитосферными возмущениями.

Рассмотрим варианты, при которых причиной ослабления шумового сигнала могут быть изменения в характеристиках грозовой активности. Предположим, что наблюдаемая интенсив-

ность излучения в основном определяется воздействием мировых очагов гроз. Тогда маловероятно, что причиной ослабления может быть резкое падение активности мирового очага, поскольку его пространственный масштаб огромный и изменения в интенсивности отдельных грозовых ячеек практически не повлияют на общую интенсивность очага. Также маловероятно, что эффект ослабления обусловлен условиями прохождения сигнала от мировых очагов гроз, поскольку на расстояниях в несколько тысяч километров в приемном пункте проявилась бы явная зависимость шумового сигнала от частоты, чего не наблюдалось. Кроме того, на расстоянии примерно 2000 км от пункта наблюдения «Карымшина», в Якутске, в ИКФИА СО РАН подобного ослабления сигнала в рассматриваемом диапазоне частот не обнаружено (из частного сообщения сотрудника ИКФИА В.А. Муллаярова). Следовательно, ослабление излучения происходило в основном вблизи пункта наблюдения.

В ИКИР ДВО РАН, находящемся в пос. Паратунка приблизительно в 20 км от пос. Карымшина, проводится непрерывная регистрация грозовых разрядов с применением ОНЧ-пеленгатора. Прием осуществляется на две магнитные и одну электрическую антенны в диапазоне частот 3–60 кГц. Запись принятых излучений происходит при превышении определенного порогового уровня сигнала по электрической составляющей, который обычно устанавливается на уровне ≈ 1 В/м. В цифровом виде записываются отдельные реализации сигнала и его азимутальные параметры. С помощью этого пеленгатора можно следить за грозовой активностью, возникающей в окрестностях полуострова Камчатка [3].

Запись сигналов, выполненная в пос. Паратунка, показала, что во время наблюдения эффекта ослабления в пос. Карымшина наблюдалось уменьшение количества принимаемых импульсных излучений. Это уменьшение по сравнению с уровнем, наблюдаемым до и после эффекта ослабления, составило ≈ 10 дБ. Заметим, что в пос. Карымшина ослабление шумового сигнала составило 40 дБ. Сравнение данных записей, выполненных на разной аппаратуре в различных пунктах приема, показало, что эффект ослабления носит локальный характер.

Таким образом, выявлено нарушение суточного хода шумового сигнала, который проявился в существенном ослаблении (до 40 дБ) принимаемого электромагнитного излучения, наблюдавшегося в июле 2007 г. на Камчатке в течение нескольких часов, в диапазоне частот от единиц Гц до ≈ 10 кГц. Существенное ослабление шума наблюдалось только по широтной компоненте магнитного поля, а по другим компонентам (меридиональной магнитного поля и вертикальной электрического поля) не наблюдалось. Эффект ослабления не связан с электромагнитными излучениями от мировых очагов гроз и носит локальный характер.

Литература

1. *Вершинин Е.Ф., Пономарев Е.А.* Земной магнетизм, полярные сияния и ультранизкочастотное излучение // СИБИЗМИР. – 1966. – Вып. 1. – С. 36.
2. *Мурзаева Н.Н.* Регулярный шумовой фон в ОНЧ-излучении во время солнечных вспышек // Связь ОНЧ-излучений верхней атмосферы с другими геофизическими явлениями: Сб. ст. – Якутск: ЯФ СО АН, 1977. – С. 21.
3. *Дружин Г.И., Чернева Н.В.* Пеленгация грозовых источников, связанных с циклонами Камчатки // Распространение радиоволн. Т. 1: Сб. докл. XXI Всерос. науч. конф. – Йошкар-Ола, 2005. – С. 421–424.
4. <http://helios.izmiran.rssi.ru/cosray/main.htm>