

## ПЕЛЕНГАЦИЯ ГРОЗОВЫХ ИСТОЧНИКОВ НА КАМЧАТКЕ

*Г.И. Дружин, Н.В. Чернева, Л.Н. Мельников (ИКИР ДВО РАН)*

*Показано, что азимутальное распределение пришедших на Камчатку электромагнитных излучений от грозовых разрядов в большинстве случаев совпадает с азимутальным распределением эпицентров циклонов. Интенсивность излучений сильно зависит от сезона, времени суток и циклонической активности. Полученные данные могут быть полезны для прогноза грозовой активности на северо-востоке России.*

*The articles proves that azimuthal allocation of electromagnetic radiations from lightning discharges that come to Kamchatka in the majority of cases coincide with azimuthal allocation of cyclone epicenters. Radiations' strength depends on season, time of the day and cyclone intensity. This data can be used for thunderstorm electromagnetic activity forecast in the north-west of Russia.*

### Введение

С помощью ОНЧ-пеленгатора на Камчатке проводилась регистрация грозовых разрядов, связанных с циклонами, на расстояниях до 4000 км от пункта наблюдения [1]. По результатам наблюдений за ОНЧ-излучениями в периоды воздействия тропических циклонов в Тихом океане в августе и октябре 2002 г. можно констатировать, что тропические циклоны являются мощным источником внутренних гравитационных волн, способных проникать до высот 60–90 км нижней ионосферы. Максимумы в спектрах мощности атмосферных радишумов приходятся на периоды  $T = 2\text{--}3$  ч, интенсивность которых в 1,5–2 раза превышает фоновый уровень и заметно изменяется в процессе развития циклонов. В полосе спектров с  $T = 0,5\text{--}36$  ч выделена основная компонента с  $T = 24$  ч, в то время как вторая и третья гармоники сильно изменяются и по величине периодов, и по интенсивности [2]. Но в упомянутых работах не рассматривались вопросы, связанные с зависимостью интенсивности грозовых разрядов, наблюдаемых на Камчатке, от сезона года. Целью нашей работы является определение основных характеристик в сезонных изменениях грозовых разрядов, наблюдаемых на Камчатке.

### Регистрация грозовых разрядов и циклонов

Прием грозовых разрядов (атмосфериков) осуществлялся с помощью ОНЧ-пеленгатора [3], изготовленного и установленного в ИКИР ДВО РАН, а эпицентры циклонов определялись по метеорологическим картам [4]. В качестве примера на рис. 1, а представлено азимутальное распределение грозовых разрядов (точки) и эпицентров циклонов (квадратики) в зимний период (январь 2006 г). Сигнал от грозового разряда принимался при превышении порогового уровня напряженности электрического поля 1 В/м. Каждая точка, показанная на рис. 1, а, представляет один грозовой разряд. Для того чтобы не заполнять рисунок излишним количеством точек, на нем изображен каждый десятый грозовой разряд. Общее же распределение количества грозовых разрядов (импульсов в час) представлено на рис. 1, б. На азимутальное распределение грозовых разрядов были нанесены эпицентры циклонов, находящиеся на расстоянии до 4000 км от Камчатки. На рис. 1 видно, что в январе наибольшая интенсивность грозовых разрядов наблюдалась в диапазоне азимутальных углов от 90 до 270°. На этот же диапазон азимутальных углов приходится и наибольшее количество циклонов. Причем обычно интенсивная грозовая активность начиналась на западе (в районе 270°), затем перемещалась к югу (180°) и заканчивалась на востоке (90°).

Поскольку на рис. 1 нанесены все эпицентры циклонов (малой и большой мощности), то в данном случае трудно проследить за перемещением каждого циклона (их азимутальное расположение определялось один раз в сутки), а тем более связать отдельно взятые циклоны с грозовой активностью. Однако ранее на основе более детального анализа о перемещении циклонов и грозовой активности мы получили данные о том, что интенсивная грозовая активность перемещается синхронно движениям мощных циклонов и тайфунов, возникающих на юго-западе Камчатки в районе Тихого океана [1, 2]. Отметим также, что в январе 2006 г. интенсивность грозовых разрядов с течением времени сильно изменялась – от единиц до сотен импульсов в час, достигая иногда значений 1000 имп/ч. Суточный же ход количества импульсов был выражен слабо и наблюдался 5, 6, 14, 23 января, а в остальные дни практически не просматривался.

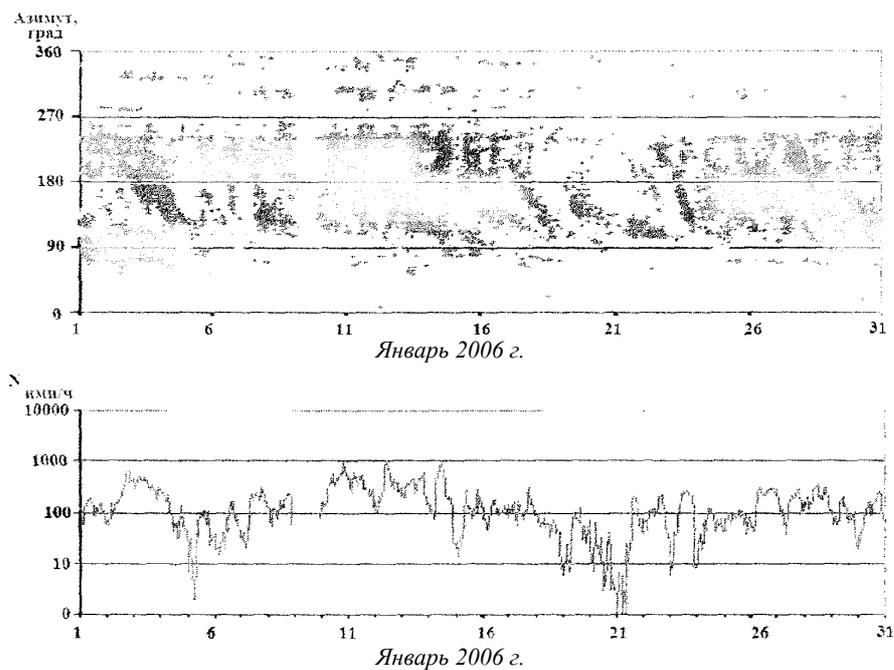


Рис. 1. Азимутальное распределение атмосфериков и эпицентров циклонов (а) и почасовая зависимость количества атмосфериков  $N$  (б) в зимний период

В весенний период характер поведения грозовой активности с некоторыми отличиями во многом повторял характер поведения гроз в зимнее время. Наибольшее количество грозовых разрядов наблюдалось с юго-западного, южного и юго-восточного направлений. При этом имелось очень мало излучений с северо-восточного, северного и северо-западного направлений.

В летний период (июль 2006 г.) грозовая активность значительно увеличилась и сместилась к северо-западу (рис. 2). Явных перемещений отдельных грозовых очагов с запада на восток, таких, какие наблюдались в январе, не было. Наиболее интенсивные грозовые разряды стали наблюдаться на западе, в диапазоне азимутальных углов от 180 до 360°. Почасовое количество импульсов в июле по сравнению с январем увеличилось. Сильно изменялась и интенсивность гроз (10–2000 имп/ч). Наибольшее количество циклонов было на юго-западе и западе, где в основном и наблюдалась интенсивная грозовая активность. Имелись также циклоны на востоке, но интенсивность гроз в этом районе была слабой.

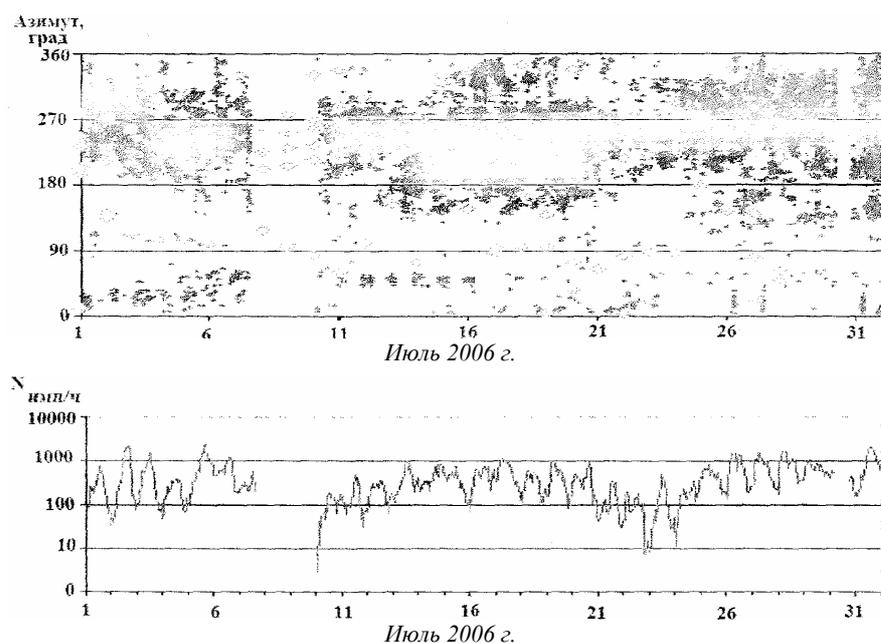


Рис. 2. Азимутальное распределение атмосфериков и эпицентров циклонов (а) и почасовая зависимость количества атмосфериков  $N$  (б) в летний период

В отличие от летнего периода осенью интенсивность гроз несколько снизилась, и стали наблюдаться азимутальные перемещения грозовых очагов с запада через юг на восток. Наибольшее количество сигналов от грозовых разрядов приходило с юго-западного направления и очень мало с северо-западного. Интенсивность разрядов изменялась с течением времени от нескольких единиц до 2000 имп/ч.

### Суточный и сезонный ход грозовых разрядов

При отсутствии сильной циклонической активности регулярные суточные вариации сигналов от грозовых разрядов (с максимумом в ночное местное время и с минимумом в утреннее) наблюдаются практически круглый год. В качестве примера на рис. 3, а приведена зависимость количества грозовых разрядов от времени суток 1–5 октября 2006 г.

Видно, что минимальное количество гроз наблюдается днем (в 0–3 ч по всемирному времени ЦТ или в 12–15 ч по камчатскому времени LT), а максимальное – ночью (12–15 ч UT, 0–3 ч LT). Это связано с тем, что, с одной стороны, максимальная интенсивность гроз в месте их образования приходится на вечернее местное время, а минимальная интенсивность – на утреннее. С другой стороны, ночью условия распространения ОНЧ-сигналов улучшаются.

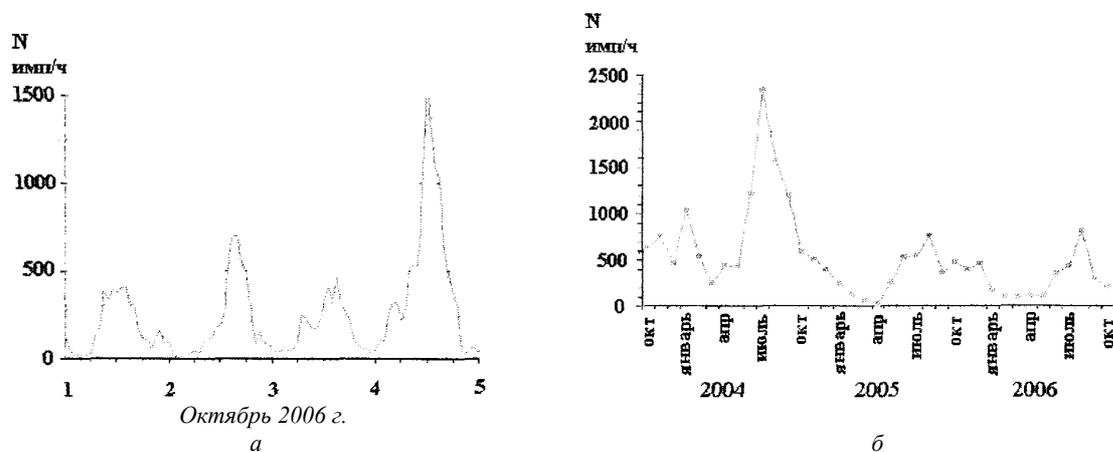


Рис. 3. Суточная (а) и сезонная (б) зависимости принятых излучений от гроз

Сезонный ход сигналов за 2004–2006 гг. представлен на рис. 3, б, где по оси ординат приведены среднемесячные значения грозовых разрядов (имп/ч). Видно, что максимальное количество гроз приходилось на летний период (июль, август), а минимальное – на весенний (март, апрель). Например, в июле 2004 г. наблюдалось в среднем 2300 имп/ч, а в апреле 2005 г. только 33 имп/ч. Но в зависимости от года и сезона (рис. 3, б) средняя интенсивность атмосфериков может значительно меняться.

### Заключение

Сравнительный анализ азимутального распределения пришедших на Камчатку электромагнитных излучений от грозовых разрядов с данными по распределению эпицентров циклонов показал, что азимутальное распределение грозовой и циклонической активности в большинстве случаев совпадает. Это свидетельствует о том, что наблюдаемая грозовая активность во многом связана с проходящими через Камчатку циклонами.

В осенние, зимние и весенние периоды 2006 г. наибольшее количество сигналов от гроз приходило с юго-западного, южного и юго-восточного направлений. При этом наблюдалось очень мало излучений с северо-восточного, северного и северо-западного направлений. В летний же период 2006 г. азимутальный диапазон, в котором регистрировались интенсивные излучения от гроз, расширился, грозы стали наблюдаться и в северо-западном направлении. Интенсивность излучений сильно зависит от времени суток и циклонической активности и может меняться от единиц до нескольких тысяч имп/ч. При отсутствии активной циклонической деятельности в суточном распределении наибольшее количество излучений от грозовых разрядов наблюдается ночью, минимальное – днем. В сезонном распределении наибольшая интенсивность приходится

на летний период, наименьшая – на весенний. Полученные данные могут быть полезными для прогноза грозовой активности на северо-востоке России.

#### **Литература**

1. <http://ikir.kamchatka.ru/Russian/Science/2004/2-10.pdf>
2. Возможные атмосферные эффекты в нижней ионосфере по наблюдениям атмосферных радишумов на Камчатке во время тропических циклонов / Ю.М. Михайлов, Г.А. Михайлова, О.В. Капустина и др. // Геомагнетизм и аэрономия. – 2005. – Т. 45. – № 6. – С. 824–839.
3. Аппаратурный комплекс для определения азимутальных углов прихода импульсных ОНЧ-излучений / Г.И. Дружин, Д.В. Тарасенко, В.М. Пухов, А.В. Злыгостев // Солнечно-земные связи и электромагнитные предвестники землетрясений: Тез. докл. II Междунар. сов. (14–19 августа 2001 г.). – Петропавловск-Камчатский, 2001. – С. 32–33.
4. <http://www.imoc.co.jp/wxfax/asas.gif>