

ВОЗДЕЙСТВИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ МЕЖГЕОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ ГОРНОГО АЛТАЯ*

А.В. Шитов

Географический факультет
Горно-Алтайский государственный университет
ул. Ленкина, 1, Горно-Алтайск, Россия, 649000

Важной функцией реагирования различных процессов на Земле на солнечно-земные взаимосвязи являются характеристики геологического строения. Показано влияние солнечно-земных взаимосвязей на грозовую активность, землетрясения, а также влияние землетрясений на грозовую активность и их синергетические взаимодействия.

Ключевые слова: грозовая активность, землетрясения, Горный Алтай, межгеосферные взаимодействия, солнечно-земные взаимосвязи.

В настоящее время в России и за рубежом активно проводятся исследования по изучению пространственных и временных закономерностей солнечно-земных взаимосвязей [1; 2]. Данные исследования проводятся на глобальных, региональных и локальных уровнях. Выявлено, что различные объекты (геологические, биологические) могут реагировать на внешние воздействия (солнечно-земные взаимосвязи) плавными, ритмическими, импульсными и шумовыми изменениями. При этом разные однородные объекты могут реагировать на одни и те же воздействия одинаково, а могут и по-разному. Мы предполагаем, что важной функцией реагирования различных процессов на Земле на солнечно-земные взаимосвязи являются характеристики геолого-геофизического строения, их динамические параметры. В данной статье мы покажем некоторые закономерности межгеосферных процессов Горного Алтая и их синергетические взаимодействия.

Влияние солнечной активности на грозовые процессы Горного Алтая. Солнечная активность оказывает большое и в некоторых случаях определяющее значение на геофизические и метеорологические процессы [3]. В связи с этим нами был произведен анализ степени влияния Солнечной активности на грозовую активность Горного Алтая.

*Работы проведены при поддержке гранта РГНФ № 09-06-61602 а/Е.

Характеристика грозовой активности по гидрометеостанциям (ГМС) Горного Алтая за разные солнечные циклы (19—23 солнечный цикл) выявила неоднородное проявление гроз в разные солнечные циклы. Обращает внимание активизация метеоявлений по ряду ГМС (рис. 1).

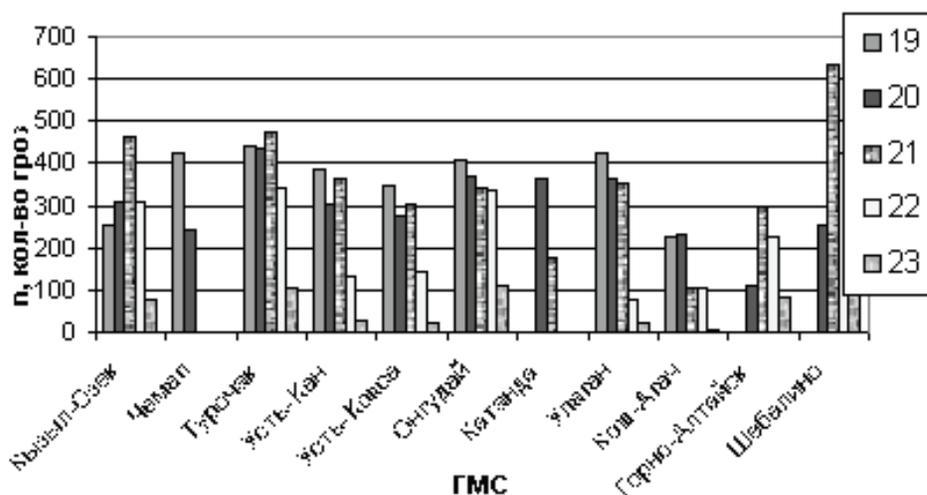


Рис. 1. Проявление грозовой активности за 19—23 циклы солнечной активности

Для детального анализа влияния солнечной активности на грозовую активность отдельных районов Горного Алтая, где расположены ГМС, нами были произведены следующие расчеты.

Рассчитывалось влияние солнечной активности на грозовую активность каждой ГМС по следующей формуле:

$$K = NW / (A \cdot M),$$

где K — индекс проявления гроз при определенной солнечной активности; NW — общее количество гроз по ГМС в дни с определенными числами Вольфа (W); A — всего гроз по ГМС; M — общее количество дней с определенными значениями чисел Вольфа за изучаемый период (во время наблюдения гроз).

Таким образом, при нормировании числа гроз на общее количество гроз в дни с определенными числами Вольфа по ГМС и на общее количество дней с определенными числами Вольфа нами были отфильтрованы региональные характеристики каждой ГМС и выявлялись общие закономерности влияния солнечной активности на грозовую активность Горного Алтая (рис. 2).

Выделенные значения количества гроз, произошедших в дни с различными значениями чисел Вольфа, по каждой ГМС показывают, в какие дни солнечной активности чаще всего происходят грозы на территории Горного Алтая. При этом было отмечено, что грозовая активность наиболее интенсивно протекает в дни с высокими значениями чисел Вольфа (110 и более).

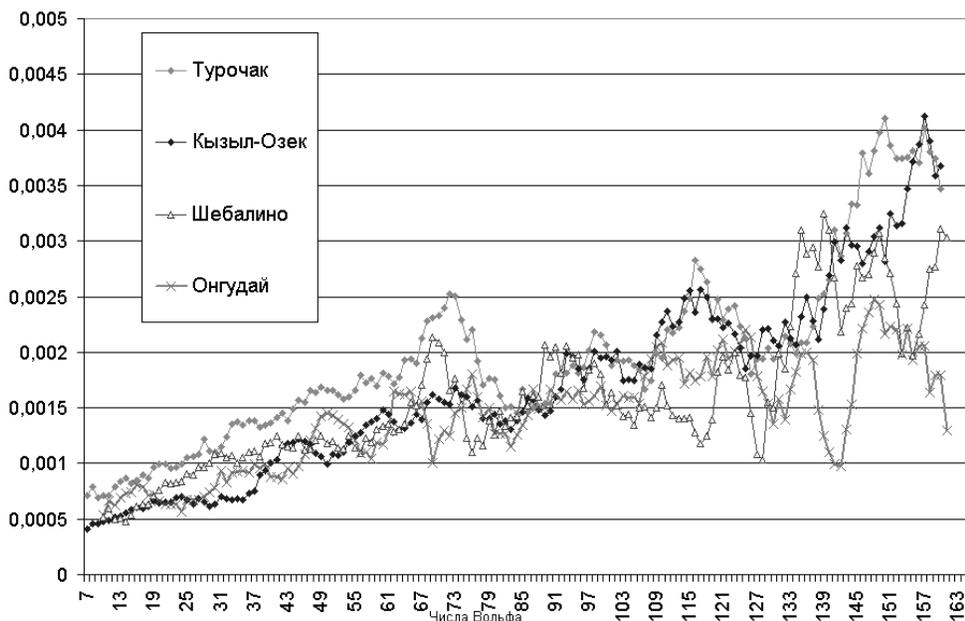


Рис. 2. Индекс проявления гроз при определенной солнечной активности (ГМС Онгудай)

После этого были рассчитаны коэффициенты взаимной корреляции полученных индексов между ГМС Горного Алтая. Полученные коэффициенты взаимной корреляции свидетельствуют об общих структурных характеристиках изучаемой территории Горного Алтая, определяющих степень влияния солнечной активности на грозовую активность. При этом по степени реагирования грозовой активности на солнечные процессы выделяются два типа ГМС:

1) имеющие значимые коэффициенты взаимной корреляции с солнечной активностью: Шебалино, Онгудай, Усть-Кан, Усть-Кокса, Кызыл-Озек, Уландрык, Турочак;

2) не имеющие значимых коэффициентов взаимной корреляции: Катанда, Кош-Агач, Улаган, Горно-Алтайск.

На основании полученных данных мы можем объединить территории ГМС с высокой степенью реагирования грозовой активности на солнечные процессы, как имеющие общие структурные особенности, определяющие их энергоёмкость.

Для изучения влияния земных суток солнечного оборота на грозовую активность территории нами была произведена выборка грозовой активности за разные сутки солнечного оборота по ГМС. Затем было рассчитано среднее значение и дисперсия. Данная операция позволила оценить степень изменения количества гроз в различные дни земных суток солнечного оборота. Наибольшей дисперсией отличается значения гроз по ГМС: Турочак, Шебалино, Онгудай, Кызыл-Озек. Таким образом, статистическим методом мы подтвердили реагирование грозовой активности на изменение характеристик солнечной активности.

Приведенные результаты могут служить еще одним подтверждением, во-первых, реагирования атмосферных процессов на процессы на Солнце и, во-вторых, уникальности по пестроте самих грозовых проявлений. Районы Горного Алтая

в разное время увеличивают или в соответствии с геолого-геофизическим качеством на данное время снижают реакцию на процессы, происходящие на Солнце. В этом отношении можно предполагать наличие природного механизма, который позволяет сбалансировать поступающую солнечную энергию с электрическим состоянием зон вертикального энергоперетока, что позволяет геосферам по-разному реализовывать тектонофизические напряжения. Вполне возможно, что реагирование атмосферных процессов контролирует геодинамическая активность Горного Алтая, в свою очередь, реагирующая на солнечно-земные взаимосвязи [4; 5].

О возможном влиянии солнечной активности на сейсмическую активность Горного Алтая. В ряде работ [6—8] на обширном статистическом материале показано влияние солнечной активности на сейсмический режим Земли на глобальном, региональном и локальном уровнях. Для нас представлял интерес характер взаимосвязей солнечной, геомагнитной и сейсмической активности на территории Алтая как на одной из самых сейсмически активных территорий России.

Для изучения влияния процессов, происходящих на Солнце, на сейсмический режим Алтая нами изучалось распределение количества землетрясений Алтая по земным суткам солнечного оборота (рис. 3). Анализ показал, что имеется крайне неравномерный характер проявления землетрясений, выраженный в максимуме, который приурочен к 11—12 суткам солнечного оборота. Данная закономерность может быть связана с расположением геоэффективных меридианов на Солнце и прохождением пятен через них.

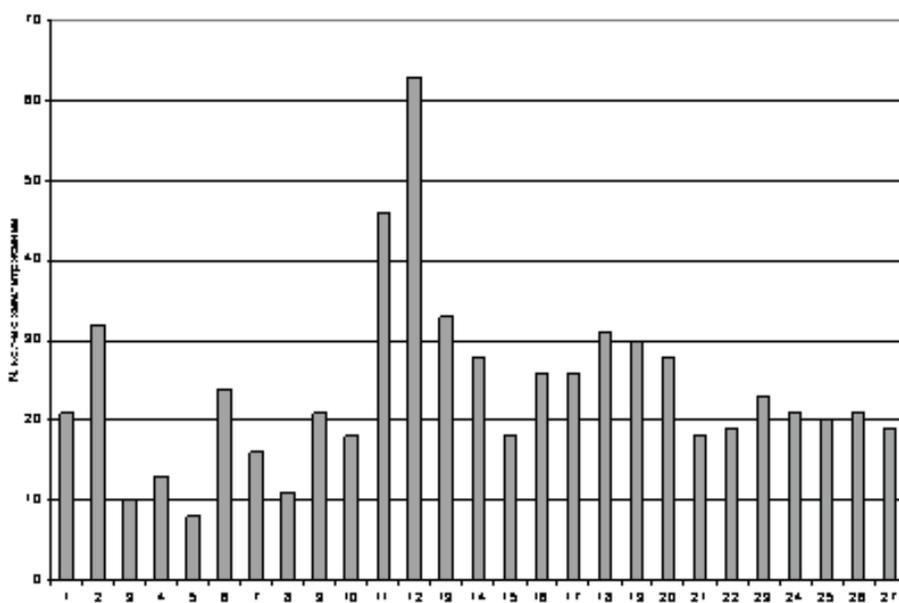


Рис. 3. Распределение количества землетрясений по земным суткам солнечного оборота

Влияние геомагнитных возмущений на сейсмический режим. Общий анализ распределения землетрясений по дням с различным значением индекса

геомагнитной активности $C9$, показал, что выделяются дни со значением индекса $C9 = 3$. Для выявления закономерностей данного явления нами было произведено нормирование количества землетрясений, происходивших в дни с разным значением индекса $C9$, на общее количество дней с данными значениями индекса $C9$. В результате более контрастно выделились дни с индексами $C9 = 1$ и $C9 = 3$ (рис. 4).

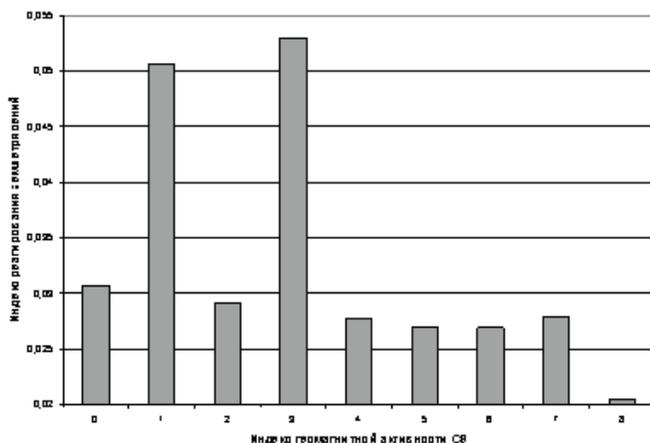


Рис. 4. Распределение индекса реагирования землетрясений Алтая на геомагнитные возмущения по индексам $C9$

Для детального изучения влияния геомагнитной активности на сейсмический режим Горного Алтая нами использовались данные индекса геомагнитной активности Kp и база данных ОИФЗ РАН по землетрясениям Алтая и западных Саян, ограниченная географическими координатами $48\text{—}52^\circ \text{E}$ и $46\text{—}52^\circ \text{N}$.

В связи с тем, что характер распределения суммарных значений Kp за разные интервалы времени различаются (рис. 5), выборки были разделены на несколько временных интервалов: 1953—1969 гг. (133 события) и 1980—1995 гг. (147 событий).

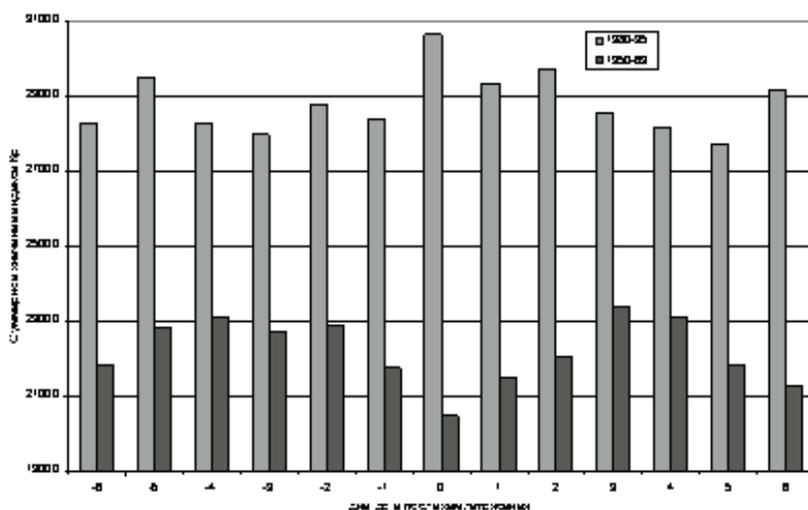


Рис. 5. Значение реагирования землетрясений Алтая и Западных Саян на значения геомагнитного индекса Kp

В связи с большой энергоемкостью и интенсивным афтершоковым процессом отдельно обрабатывались геомагнитные данные во время начала Урэгнурского землетрясения 15.05.1970 (рис. 6) и Чуйского землетрясения 27.09.2003 (рис. 7).

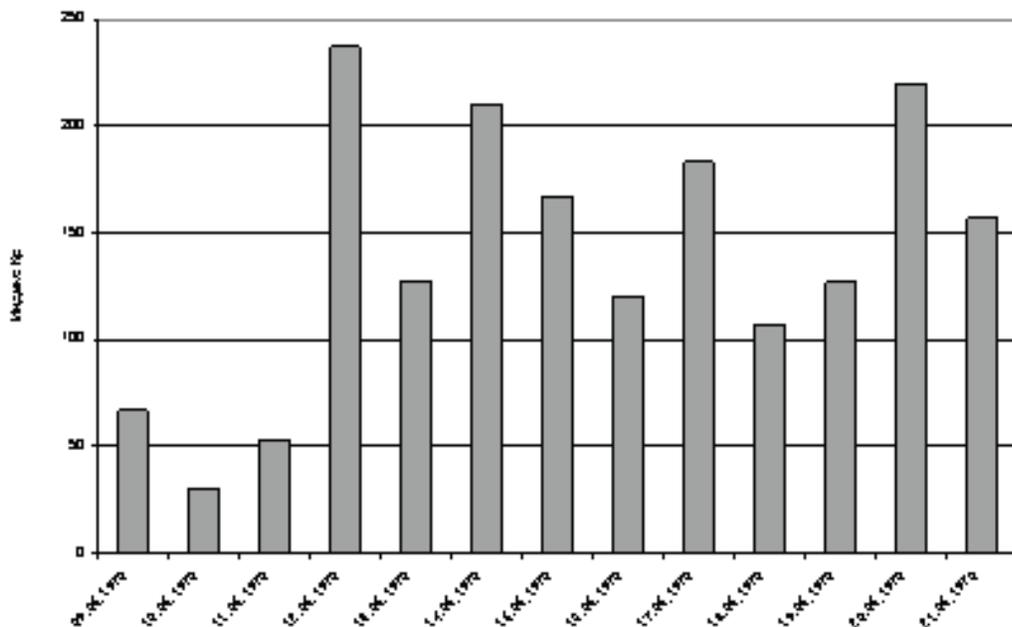


Рис. 6. Характеристики геомагнитного индекса Kp во время Урэгнурского землетрясения (15.05.1970)

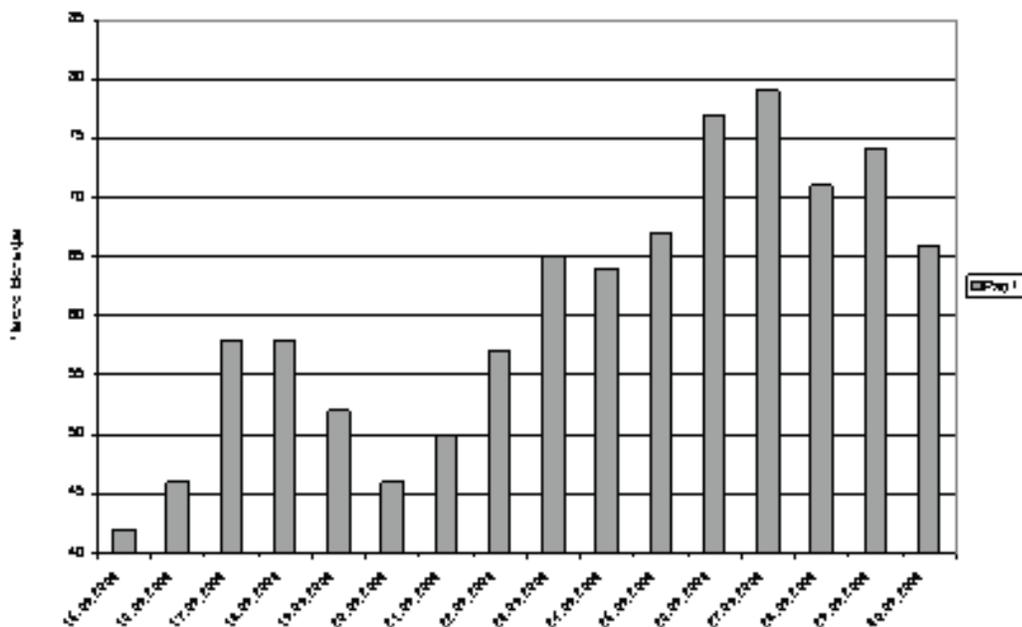


Рис. 7. Характеристики солнечной активности во время Чуйского землетрясения (27.09.2003)

Наличие тесной связи повышения индекса Кр и времени землетрясения показывает единство межгеосферных процессов, происходящих в недрах Земли, и внешних источников вариаций геомагнитного поля. Последствия этих процессов оказывают влияние на начало крупных землетрясений.

Влияние землетрясений на грозовые процессы Горного Алтая. В некоторых работах [9] путем сопоставления геологических факторов и анализа их энергетического вклада определяется заметное влияние на метеорологические процессы геодинамических процессов, особенно при землетрясениях. Учитывая существующую изменчивость динамики атмосферных аэрозолей, возникающую при землетрясениях, было интересно рассмотреть вопрос реагирования грозовых процессов удаленных от эпицентров землетрясений.

Нередко перед землетрясениями и после них наблюдается выход из Земли в атмосферу больших количеств водорода и радона. Рост концентрации радона после землетрясения обусловлен активизацией старых и образованием новых трещин и разночастотными вибрациями среды при основном подземном толчке и афтершотоках [15; 16]. Выход радиоактивного радона из поверхностных толщ коры приводит к дополнительной ионизации воздуха продуктами радиоактивного распада радона. Выход радона ведет, в свою очередь, к росту концентрации ионов и изменению электропроводности приземной атмосферы. Вследствие этого в окрестности эпицентра возможно значительное увеличение атмосферной проводимости и уменьшение электрического поля. Согласно расчетам [17] рост электропроводности атмосферы перед землетрясением при ясной погоде может достигать до 20% днем и до 40% ночью; таким образом, изменяются качественные и количественные характеристики распределения зарядов атмосферы, что, в свою очередь, существенно сказывается на грозовых процессах.

Существует предположение [18; 19] о возможности быстрых вариаций механических и пьезоэлектрических напряжений, которые создают условия для генерации электромагнитных волн. Эти волны будут распространяться к поверхности вдоль разломов, связанных с очагом землетрясения, причем разломы будут играть роль своеобразных волноводов [4; 10] и передавать энергию и вещество на расстояние. Кроме того, нарушение суточного хода электромагнитного излучения вблизи эпицентра землетрясения сопровождается нарушением суточного хода вариаций температуры воздуха [11].

Установленным фактом считается влияние процессов, сопровождающих подготовку землетрясения, на характер и динамику метеопроцессов. Известно, что активизация разломов сопровождается усилением облакообразования над ними [12]. Например, работами исследователей из МГУ на основе анализа данных с 1936 по 1981 гг. было установлено, что за 3—5 дней до землетрясений в Крыму появляется облачность с балльностью 8—10 [13]. В зимние месяцы (декабрь, январь) также за 3 дня до землетрясения начинается аномальное понижение температуры относительно среднего уровня, достигающее максимума в день землетрясения (до -4 °C). За 9—10 дней до землетрясения наблюдается повышение температуры на 2—3 °C.

Еще в 1980-х гг. было выявлено [11], что практически каждому землетрясению предшествует сбой равновесия функций «температура—давление». Отме-

чено, что сбой равновесия данных функций встречаются как положительного, так и отрицательного знака, т.е. в некоторых случаях происходит избыток, а в других — недостаток давления атмосферы.

Нами проводился анализ влияния землетрясений Алтае-Саянской складчатости (база данных ОИФЗ РАН) на грозовую активность Горного Алтая [14]. Для поиска закономерностей влияния сейсмических процессов на грозовую активность Горного Алтая была произведена выборка, характеризующая динамику поведения гроз до и после землетрясения и построена гистограмма (рис. 8).

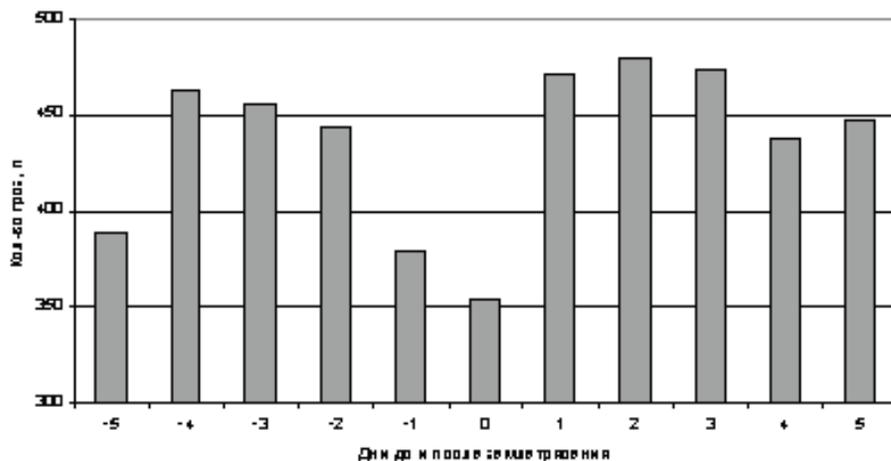


Рис. 8. Характер грозовой активности в дни до и после землетрясения

График показывает уменьшение грозовой активности перед землетрясением и резкое ее повышение после землетрясения. Изменение составляет 118 гроз на следующий день после землетрясения. Обнаруженный эффект указывает на один из механизмов взаимодействия геосфер. По существу, этот механизм обеспечивает перекачку энергии между земными недрами и атмосферой, так называемый межгеосферный энергопереток «литосфера ↔ атмосфера».

В дальнейшем возникает возможность осуществить районирование характеристик грозовой активности на землетрясения по тектоническим блокам, разделенным активными разломами.

По степени реакции грозовой активности на землетрясения мы можем более детально рассмотреть геодинамическую активность блоков земной коры Горного Алтая. Эта чувствительность грозовых процессов к геодинамическим характеристикам земной коры (на том или ином участке) может применяться в качестве дополнительного критерия в оценке геоэнергетических обстановок.

В результате проведенных исследований нами выявлено следующее:

- 1) существует зависимость количества гроз по некоторым ГМС Горного Алтая от геомагнитного индекса S_9 ;
- 2) грозовая активность Горного Алтая по значениям индексов геомагнитной активности группируется, в основном, в значения S_9 от 0 до 6;
- 3) грозовая активность по ГМС Кызыл-Озек и Усть-Кан в отличие от других станций интенсивно проявляется в дни с индексом $S_9 = 9$, причем по ГМС Кы-

зыл-Озек грозовая активность также проявляется при $7 \leq C9 \leq 9$. Влияние высоких значений индекса $C9$ существенно для гроз, наблюдаемых по ГМС Шебалино;

4) наиболее сильно реагируют грозами на землетрясения следующие участки земной поверхности, приуроченные к активным разломам: Кызыл-Озёк, Уландрык, Шебалино, Горно-Алтайск;

5) не отзываются на землетрясения грозовой активностью высокогорные метеостанции: Ак-Кем, Кош-Агач;

6) подтвержден ранее известный эффект межгеосферного энергоперетока (в том числе и электромагнитных излучений) во время землетрясений;

7) результаты обработки данных по землетрясениям и солнечной и геомагнитной активности методом наложенных эпох показали, что существует синхронизация локальных процессов подготовки сильных землетрясений с солнечной активностью;

8) выделяется различный характер распределения индекса Kp во время землетрясений за изучаемые интервалы времени. Так, за период 1950—1969 гг. четко прослеживается максимум Kp за 2—4 дня до землетрясения, который сменяется понижением в день землетрясения, с последующим повышением Kp на третий день после землетрясения. Характеристика распределения Kp за период 1980—1995 гг. отличается от предыдущего интервала: здесь максимум Kp достигает в день землетрясений;

9) характер изменения геомагнитного индекса Kp непосредственно перед началом и во время Урэгнурского землетрясения 15.05.1970 г. совпадает с распределением индекса Kp за период 1953—1969 гг.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. Т. 2: Циклическая динамика в природе и обществе. — М.: Научный мир, 1998.
- [2] Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. Т. 3: Природные и социальные сферы как части окружающей среды и как объекты воздействий. — М.: Янус-К, 2002.
- [3] *Иванов-Холодный Г.С., Ким И.С.* Солнечные корпускулярные потоки и геомагнитные возмущения // Солнечная активность и ее геомагнитные проявления. Итоги науки и техники. Том 33. — М., 1990. — С. 100—139.
- [4] Плазмообразование в энергоактивных зонах // Дмитриев А.Н., Похолков Ю.П., Протасевич Е.Т. и др. // Научный редактор Б.Н. Родимов. — Новосибирск, 1992.
- [5] *Шитов А.В.* Природные самосветящиеся образования как экогеологический фактор на территории Горного Алтая: Автореф. дисс. ... к.г.-м.н. — Томск, 1999.
- [6] *Сытинский А.Д.* Зависимость сейсмичности Земли от процессов на Солнце, в межпланетной среде и атмосфере // Атлас временных вариаций природных, антропогенных и социальных процессов. Т. 2. — М.: Научный мир, 1998. — С. 70—73.
- [7] *Сытинский А.Д.* О связи сейсмической активности Земли с солнечной активностью // УФН. — 1973. — Т. 3, Вып. 2. — С. 367—369.
- [8] *Казаков В.В., Солоницына Н.Ф., Чепуренко Л.В., Шингаркин А.Д.* Связь возмущенности геомагнитного поля с гео-гелиофизическими параметрами // Полярные геомагнитные возмущения и связанные с ними явления: Материалы межд. симпозиума. — Суздаль, 1986. — С. 42—45.

- [9] *Шило Н.А., Измайлов Л.И. и др.* Влияние сейсмического фактора на процесс рудообразования на примере золоторудных месторождений // Тихоокеанская геология. — 1983. — № 5. — С. 21—26.
- [10] *Сурков В.В.* Электромагнитные эффекты при землетрясениях и взрывах. — М.: МИФИ, 2000.
- [11] *Садовский М.А., Баннов Ю.А., Мирзоев К.М., Негматуллаев С.Х.* Явление сбоя равновесного состояния функций температуры и давления в атмосфере и замкнутых объемах перед землетрясениями // Прогноз землетрясений. — 1985. — № 6. — С. 242—266.
- [12] *Морозова Л.И.* Динамика облачных аномалий над разломами в периоды природной и наведенной сейсмичности // Физика Земли. — 1997. — № 9. — С. 94—96.
- [13] *Бибикова Т.Н., Проскуракова Т.А., Журба Е.В., Алексеев В.А.* Уточнение мест тектонических разломов по натурным измерениям облачности: III Всероссийская научная конференция «Физические проблемы экологии (Экологическая физика)» (22—24 мая 2001 г., Москва). — Тезисы докладов. — М.: Изд-во МГУ, 2001.
- [14] *Дмитриев А.Н., Шитов А.В., Кочеева Н.А., Кречетова С.Ю.* Грозовая активность Горного Алтая. — Горно-Алтайск: РИО ГАГУ, 2006.
- [15] *Thomas D.* Geochemical precursor to seismic activity // Pure Appl. Geophys. — 1988. — Vol. 126. — N 2—4. — P. 241.
- [16] *Wakita H., Nakamura Y., Sano Y.* Short-term and intermediate-term geochemical precursors // Pure Appl. Geophys. — 1988. — Vol. 126. — N 2—4. — P. 267—278.
- [17] *Pierce E.T.* Atmospheric electricity and earthquake production // Geophys. Res. Lett. — 1976. — Vol. 3. — N 3. — P. 185—188.
- [18] *Yoshino T., Tomizawa I.* LF seismogenic emissions and its application on the earthquake production // The Technical Report of Institute of Electronic Information and Communications. Tech. Report EMCJ 88—64. — 1988.
- [19] *Kingsley S.P.* On the possibilities for detecting radio emissions from earthquakes // Il Nuovo Cimento. — 1989. — Vol. 12C. — N 1. — P. 117—120.

SOME FEATURES INTERGEOSPHERES PROCESSES OF MOUNTAIN ALTAI

A.V. Shitov

Geographical Faculty
Gorno-Altai State University
Lenkin, str., Gorno-Altai, Russia, 649000

Is shown, that the important function response of various processes on the Earth on solar-terrestrial interrelations are the characteristics of a geological structure, are shown influence of solar-terrestrial interrelations on thunderstorm activity, on earthquakes, and also influence of earthquakes on thunderstorm activity and them synergy of interaction.

Key word: thunderstorm activity, earthquakes, Mountain Altai, intergeospheres of interaction, solar-terrestrial interrelations.