

**В.А. Минаев¹, А.О. Фаддеев², М.П. Сычев³, К.М. Бондарь⁴,
С.А. Павлова², Н.А. Кузьменко⁵**

(¹Академия ГПС МЧС России, ²Академия ФСИН России, ³МГТУ им. Баумана,
⁴ДВЮИ МВД России, ⁵ЗАО "РТИ-Инвест"; e-mail: m1va@yandex.ru)

ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ РИСКИ И КОСМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Исследуются статистические связи сейсмической активности и атмосферных явлений. Проводится анализ связи солнечной активности и геодинамических рисков. Исследуются корреляционные отношения для следующих пар данных: землетрясения – солнечный ветер; землетрясения – межпланетное магнитное поле; солнечный ветер – межпланетное магнитное поле. Материал может быть полезен при решении проблем техносферной безопасности.

Ключевые слова: космические факторы, геодинамические риски, корреляционная связь.

**V.A. Minaev, A.O. Faddeev, M.P. Sychev, K.M. Bondar,
S.A. Pavlova, N.A. Kuzmenko**

GEODYNAMIC RISKS AND COSMIC FACTORS

The article examines the statistical relationships of seismic activity and atmospheric phenomena. Analysis of the relationship of solar activity and geodynamic risks implemented. We study correlations for following pairs of data: earthquake – solar wind; earthquake – interplanetary magnetic field; solar wind – interplanetary magnetic field. The material can be helpful in solving the problems of technosphere safety.

Key words: cosmic factors, geodynamic risks, correlation.

Статья поступила в редакцию Интернет-журнала 10 декабря 2015 г.

Введение

Моделированию геодинамических рисков в последние годы посвящено немало интересных научных работ [1, 5-10]. Особое место занимают исследования, связанные с изучением воздействия космических факторов на земные процессы [3, 4]. В частности, выявлены зависимости между временными изменениями сейсмической активности и среднегодовыми температурами на одной и той же территории в одно и то же время [1].

Энергия землетрясений и атмосферный режим территорий

Из "корреляционного поля" (рис. 1), отражающего связи между температурами и энергетическими классами для северо-западной части Восточно-Европейской платформы (Скандинавия) следует, что все точки на графике, ограниченные наклонной линией, расположены слева от этой линии или на ней (кроме одного "выброса"). Отсюда следует, что чем зимы менее "морозные", тем величина энергии землетрясений может быть более высокой. Иными словами, при осредненных низких отрицательных температурах маловероятны землетрясения высокого энергетического класса, а могут происходить, как правило, землетрясения низкого энергетического класса.

А землетрясения с более высоким энергетическим классом ($K = 14-15$) могут происходить и происходят, по большей мере, в годы с малым обледенением морских акваторий в рассматриваемом районе, то есть в "тёплые" зимы. В то же время энергетические классы землетрясений не выше значения, ограниченного наклонной линией на графике [1]:

$$K = 16,1 - 0,0105 \cdot T,$$

где $K = \lg E$.

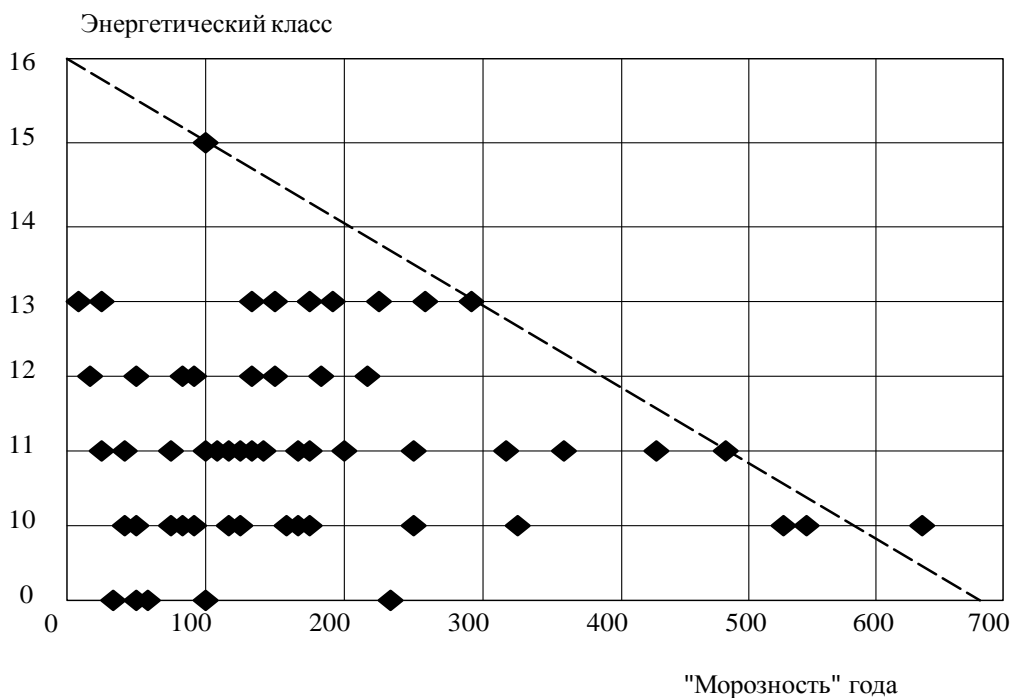


Рис. 1. "Корреляционное поле" между максимально возможными энергетическими классами землетрясений и "морозностью" года, отнесённых к одному году [1]

Если формально подойти к интерпретации этой зависимости, можно сделать неверный вывод, что величина энергии землетрясения есть функция средней температуры года ("морозности") или, наоборот, средняя температура года есть функция величины энергии землетрясения. Понятно, что такой прямой связи нет и не может быть, так как поверхностная температура не может влиять на глубинные процессы, а глубинные процессы при подготовке землетрясения не могут влиять на быстро изменяющиеся атмосферные процессы. Поэтому есть основания предположить, что есть другая первопричина, которая одновременно влияет и на атмосферные явления (температуру воздуха), и на изменения напряженного состояния в земной коре, то есть на геодинамические риски.

Сейсмо тектоника и солнечная активность

На сейсмо тектонику и на атмосферные явления (температуру) оказывают влияние не только внутриземные процессы, а также влияет деятельность Солнца, различные планетарные конфигурации и многое другое. Например, если сопоставить деятельность Солнца (количество пятен в год на видимой стороне Солнца) со средней температурой на Земле ("морозностью" года) и сейсмичностью, то обнаруживается связь параметров вспышек на Солнце с атмосферными явлениями на Земле, например, со средней температурой года, с одной стороны, и с изменением сейсмо тектонической активности на той же территории, с другой.

Из сказанного следует, что с уменьшением количества солнечных пятен, то есть со снижением активности Солнца, уменьшается, с одной стороны, сейсмо тектоническая деятельность, с другой – среднегодовые температуры ("морозность"). Однако здесь связи не прямые – эти процессы, как следствия, порождаются другими явлениями, одновременно влияющими и на сейсмичность, и на температуру поверхности Земли. Эти процессы необходимо изучать как многофакторные, зависящие от других земных и космических явлений.

Ещё одним из проявлений солнечной активности, который может влиять на сейсмический режим и геодинамические риски, – это *солнечный ветер (СВ)*.

Нам было интересно выяснить – действительно ли существует статистическая связь между параметрами солнечной активности, в частности, солнечным ветром и геодинамическими рисками, то есть сейсмическим режимом на планете?

В какой-то мере ответ на этот вопрос нами получен, и результаты представлены в работе [4]. В ней построены три пространственные СВАН-диаграммы: диаграмма изменения плотности СВ (приведена для примера на рис. 2); диаграмма изменения напряжённости *межпланетного магнитного поля (ММП)* (значения плотности СВ и напряжённости ММП получены по данным измерений, выполненных советскими межпланетными космическими станциями типа "Венера"); диаграмма распределения землетрясений в энергетических классах с $K = 15,6-16,6$ в период времени 1965-1984 гг.

Данные о землетрясениях заимствованы из электронных версий каталогов землетрясений Мировых центров баз данных (WBDC) [2]. Для анализа землетрясений из каталогов выбраны сейсмические события с энергией от 10^{11} до 10^{17} Дж, а для более чёткого выделения амплитудных флуктуаций во времени указанный диапазон был разделён на четыре равных интервала по энергетическим классам.

Сравнительный анализ всех трёх СВАН-диаграмм показал, что, несмотря на то, что они отражают значения величин разных природных полей, между ними имеется существенная связь, выявляются совершенно одинаковые периоды в своих изменениях. Это говорит о том, что на сейсмический режим влияет солнечный ветер, который влияя на изменение магнитного поля, естественно, оказывает воздействие, если рассматривать его физическую сторону, на напряжённое состояние Земли, определяя режим землетрясений на земном шаре.

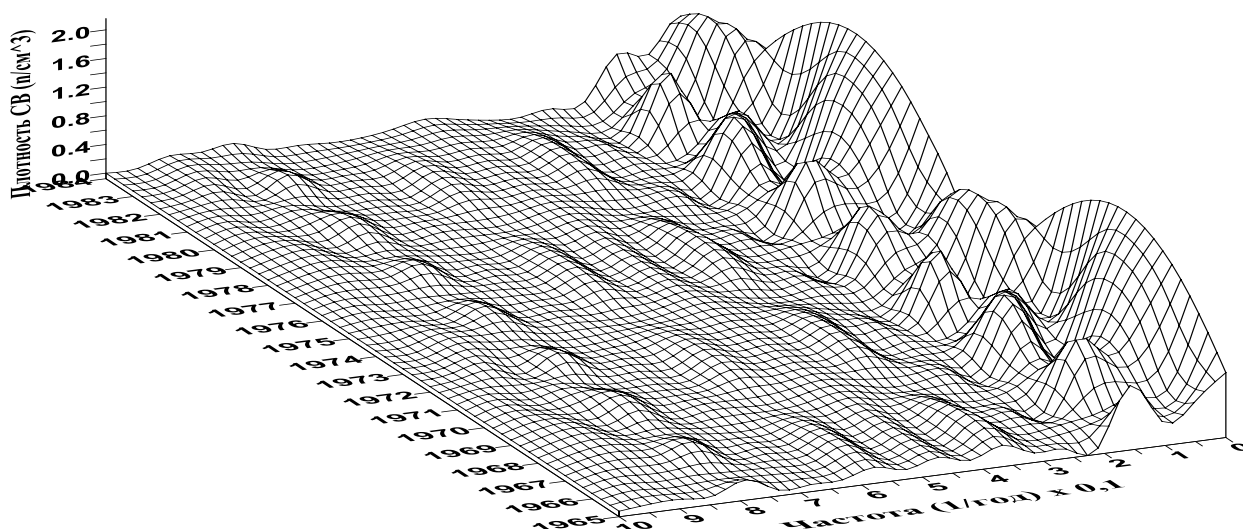


Рис. 2. Пространственная СВАН-диаграмма изменения плотности солнечного ветра в период времени с 1965 г. по 1984 г. [4]

Регулярности и связи космических процессов и земных катастроф

Исследования в этом направлении были нами продолжены, что позволило получить новые интересные количественные результаты. Некоторые из них представлены в настоящей статье.

В частности, исследованы регулярности и связи космических процессов и земных катастроф. На рис. 3 представлены значения *скользящего коэффициента корреляции (СКК)* для следующих пар данных: землетрясения – солнечный ветер (ЗТР – СВ); землетрясения – межпланетное магнитное поле (ЗТР – ММП); солнечный ветер – межпланетное магнитное поле (СВ – ММП).

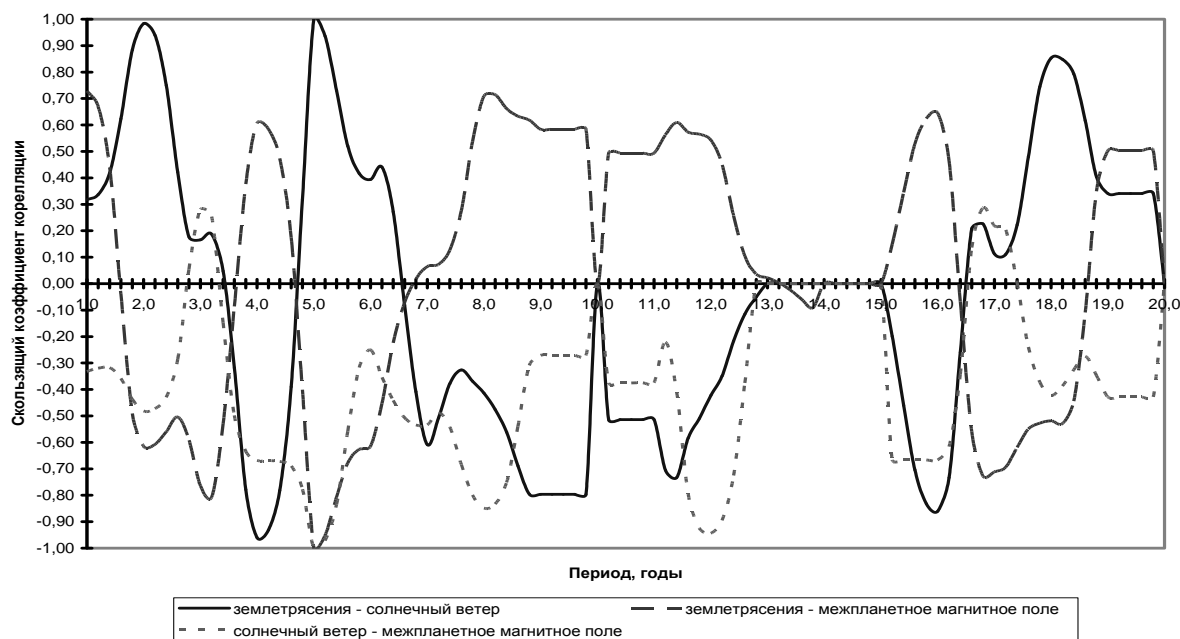


Рис. 3. График изменения скользящего коэффициента корреляции для пар: (ЗТР – СВ), (ЗТР – ММП); (СВ – ММП)

Под скользящим коэффициентом корреляции (СКК) понимается коэффициент корреляции Пирсона, рассчитанный для каждой из пар данных в скользящем временном окне, ширина которого составляет 2,4 месяца.

Проанализируем график, приведенный на рис. 3, принимая во внимание только те значения СКК, которые по своей абсолютной величине превосходили 0,7. Можно заметить, что рост количества высокоэнергетических землетрясений в общепланетарном масштабе происходит при возрастании плотности СВ с периодичностью в 2 года, 5 лет и 18 лет, при увеличении напряжённости ММП рост количества таких сейсмических событий происходит с периодичностью 1 год и 8 лет. Кроме того, рост количества землетрясений происходит при уменьшении плотности СВ с периодичностью 4 года, 8,8 – 9,8 лет и 16 лет, и при уменьшении напряжённости ММП с периодичностью 3,2 года, 5 лет и 16,8 лет.

Отсюда следует, что хорошо видно на графике, что СВ и ММП "работают" в противофазе, то есть когда растёт плотность СВ – напряжённость ММП падает и наоборот, плотность СВ уменьшается – напряжённость ММП возрастает.

Модель связи интенсивностей землетрясений и солнечного ветра

Найдены простые модели, которые позволяют сделать некоторую количественную оценку "связи" рассмотренных природных процессов. Разумеется, говорить пока об описании физического механизма такой связи преждевременно, необходимы дальнейшие исследования. Для примера приведём модель для пары ЗТР – СВ (квадрат коэффициент корреляции, то есть "объясняемость" эмпирических данных с помощью предложенной модели, равен 96 %):

$$\text{ЗТР} = \frac{1}{0,02 + 3,75 \cdot e^{-\text{СВ}}}.$$

Заключение

В первую очередь, отметим, что процессы, влияющие на СВ, несомненно влияют как на сейсмический режим и геодинамические риски в общепланетарном масштабе, так и на напряжённость ММП.

Второе – источников воздействий, влияющих на СВ, ММП и сейсмический режим, скорее всего, несколько. На это указывает "размытый" спектр периодов, наблюдаемых на графиках.

И третье – эти источники находятся за пределами Солнечной системы, в совокупности своей влияющие на многие процессы в нашей планетной системе.

Что это за источники, пока не ясно, но в Солнечной системе неизвестны объекты, имеющие указанные периоды своего воздействия.

Мы надеемся, что подобные объекты за границами Солнечной системы с периодами воздействия, соответствующими периодам, которые нам удалось выявить, будут в скором времени обнаружены исследователями.

Литература

1. **Ананьин И.В., Фаддеев А.О.** Причина кажущейся корреляции между изменениями величин сейсмической активности и средними годовыми температурами на поверхности земли (на примере северо-западного района Восточно-Европейской платформы) // Проблемы сейсмичности Восточно-Европейской платформы: сб. науч. трудов. М.: ОИФЗ РАН, 2000. С. 25-30.
2. **Данные** Европейско-Средиземноморского сейсмологического центра // Мировой центр данных по физике твёрдой Земли, Москва. <http://www.wdcb.ru>.
3. **Калинин Ю.Д.** Солнечная обусловленность длины суток и сейсмической активности. Красноярск: Институт физики СО АН СССР. 1974. 23 с.
4. **Минаев В.А., Фаддеев А.О., Павлова С.А.** Космофизические процессы и земные сейсмические риски // Спецтехника и связь. № 4. 2015. С. 13-18.
5. **Минаев В.А., Фаддеев А.О.** Оценка геоэкологических рисков: моделирование безопасности туристско-рекреационных территорий. М.: Финансы и статистика, 2009. 334 с.
6. **Минаев В.А., Фаддеев А.О.** Моделирование геоэкологического риска // Спецтехника и связь. № 2. 2009. С. 24-30.
7. **Минаев В.А., Фаддеев А.О.** Моделирование геоэкологических рисков и оценка геоэкологической безопасности на рекреационных территориях // Проблемы управления рисками в техносфере. № 4. Т. 8. 2008. С. 69-76.
8. **Минаев В.А., Фаддеев А.О.** Безопасность и отдых: системный взгляд на проблему рисков // Труды II междунар. науч.-практ. конф. "Туризм и рекреация: фундаментальные и прикладные исследования". М.: РИБ "Турист", 2007. С. 329-334.
9. **Минаев В.А., Фаддеев А.О.** Математические методы и модели в геоэкологическом районировании рекреационных территорий // Матер. региональной науч.-практ. конф. "Математические методы и информационные технологии в современном обществе". Рязань: Академия права и управления ФСИН России, 2007. С. 111-117.
10. **Минаев В.А., Фаддеев А.О.** "Медленные" катастрофы, здоровье и безопасность населения // Матер. 15-й науч.-техн. конф. "Системы безопасности – 2006". М.: Академия ГПС МЧС России, 2006. С. 14-17.