УДК 622.831.32

Б.Г.ТАРАСОВ, *д-р техн. наук, гл. науч. сотрудник*, (*812*) *328 86 55*
А.Г.ОЛОВЯННЫЙ, *канд. техн. наук, вед. науч. сотрудник*, (*812*) *328 86 55*
Л.В.БУГАЕНКО, *мл. науч. сотрудник*, (*812*) *328 84 38*
Санкт-Петербургский государственный горный институт (*технический университет*)

B.G.TARASOV, *Dr. in eng. sc., chief research assistant*, (*812*) *328 86 55*
A.G.OLOVIANNY, *PhD in eng. sc., leading research assistant* (*812*) *328 86 55*
L.V.BUGAENKO, *junior research assistant*, (*812*) *328 84 38*
Saint Petersburg State Mining Institute (*Technical University*)

ПРЕДПОСЫЛКИ ПРОГНОЗА ТЕХНОГЕННОЙ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПО ЦИКЛАМ ОБЪЕКТОВ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Показаны статистические ряды горных ударов, внезапных выбросов угля и газа и взрывов метана на угольных шахтах и рудниках России за период с 1954 по 2007 г. и отражение в них 11-летних циклов солнечной активности. Приведены результаты компьютерного моделирования периодов активизации выбросоопасных состояний горных массивов на шахтах Кузбасса, даны рекомендации.

***Ключевые слова*:** солнечная система, солнечная активность, выбросоопасное состояние, предпосылки, сейсмическая активность.

PRECONDITIONS FOR PREDICTION OF TECHNOGENIC SEISMIC ACTIVITY BY CYCLES OF OBJECTS OF THE SOLAR SYSTEM

The paper contains the statistical rows of rockbursts, sudden outbursts of methane at coal mines and ore mines in Russia for the period from 1954 to 2007, as well as the reflection in them of the eleven-year cycles of the Sun activity. Some results are presented of computer modeling of activation periods of outburst-hazardous state of rock mass at coal mines of the Kuzbass basin. Recommendations are given.

***Key words*:** solar system, the Sun activity, outburst-hazardous state, preconditions, seismic activity.

Динамические явления в рудниках и шахтах: горные удары, выбросы угля и газа приводят к существенным материальным потерям и к человеческим жертвам. Эффективность мер их предупреждения может быть значительно повышена при наличии прогноза о надвигающейся опасности. В горной науке и сейсмологии многократно обсуждался вопрос о влиянии лунно-солнечных приливов и солнечной активности на частоту и периодичность землетрясений, горных ударов и внезапных выбросов. Различные части Земли (блоки и структуры, полушария и сектора) находятся в состоянии движения одна относительно другой, что также может влиять на состояние Земли. Но признания таких влияний в прогнозе геодинамической активности нет до сих пор.

Замечено, что динамические явления проявляются циклически [7, 9], что обуславливается динамическим состоянием Земли.

Исследование природы геодинамической активности выполнялось по временным рядам циклов солнечной и геодинами-

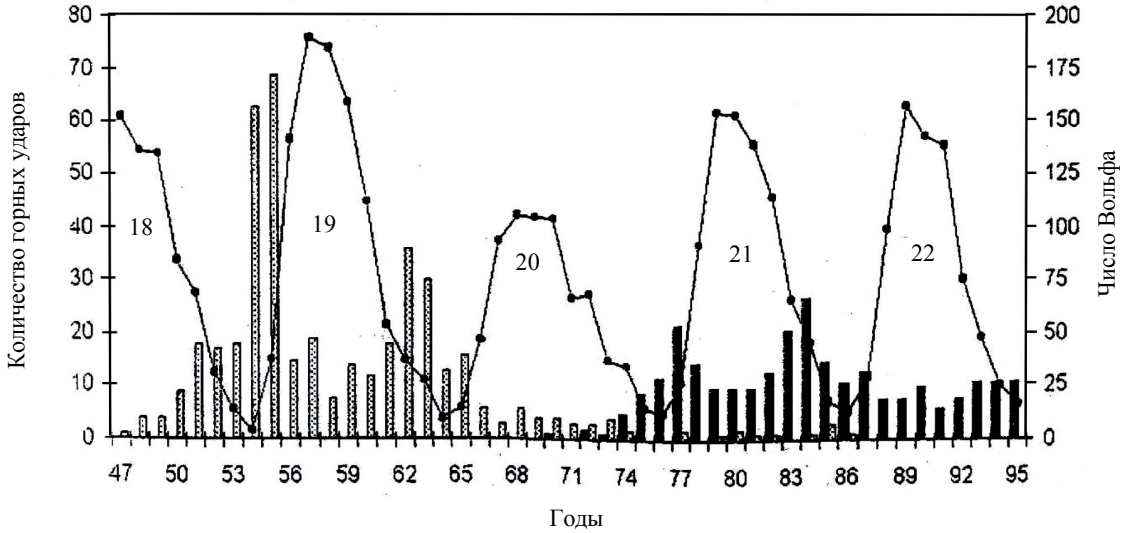


Рис.1. Временной ход числа горных ударов на шахтах и рудниках в 19-22-м циклах солнечной активности. Светлые прямоугольники – на угольных шахтах, темные – на рудниках

Таблица 1

Характеристика 19-23-го циклов солнечной активности

Номер цикла	Временные границы	Продолжительность, годы	Фазы, годы		Число Вольфа, W		
			роста	спада	максимальное	минимальное	среднее
19	1954,5-1964,8	10,3	3,4	6,9	367	139	240
20	1964,8-1976,5	11,7	4,1	7,6	251	70	144
21	1976,5-1986,8	10,3	3,4	6,9	317	100	185
22	1986,8-1998,3	11,5	4,1	7,4	288	97	175
23	1996,75-2007,08	10,4	3,10	6,6	244	93	160

ческой активности. Для анализа этой связи приняты временные ряды среднегодовых чисел Вольфа (W) [1] и годовых чисел горных ударов на горно-добывающих предприятиях бывшего СССР и России за период с 1947 по 2004 гг.

На рис.1, 2 представлен ход числа горных ударов, взрывов метана и внезапных выбросов в 19-23-м циклах солнечной активности, в табл.1 – характеристика этих циклов.

Анализ этих данных показывает следующее.

За указанный период состоялось почти пять циклов солнечной активности (последний 23-й цикл закончился в 2007 г.). Циклы солнечной активности асимметричны; период роста составляет от 3 лет в нечетном цикле до 5 лет в четном, период спада 6-7 лет.

На рис.2 показаны годы 11-летнего солнечного цикла и число взрывов метана и внезапных выбросов, состоявшихся на шахтах Кузбасса в эти годы. Примечательно, что в годы максимума солнечной активности (3-й и 5-й) число событий минимально. В фазе роста солнечной активности (при расширении геоида) их число уменьшается, а в фазе затухания солнечной активности (при сжатии геоида) – растет. Коэффициенты вариации, представляющие собой отношение числа этих событий в фазе затухания активности к их числу в фазе роста составляли: для взрывов метана 2,2, а для внезапных выбросов 3,84.

Прогнозирование и предотвращение взрывов газа и внезапных выбросов угля и газа представляется одной из важных проблем горного производства. Сформулированная А.А.Скочинским и В.В.Ходотом в 50-е годы XX в. энергетическая теория внезапных выбросов угля и газа определила основные

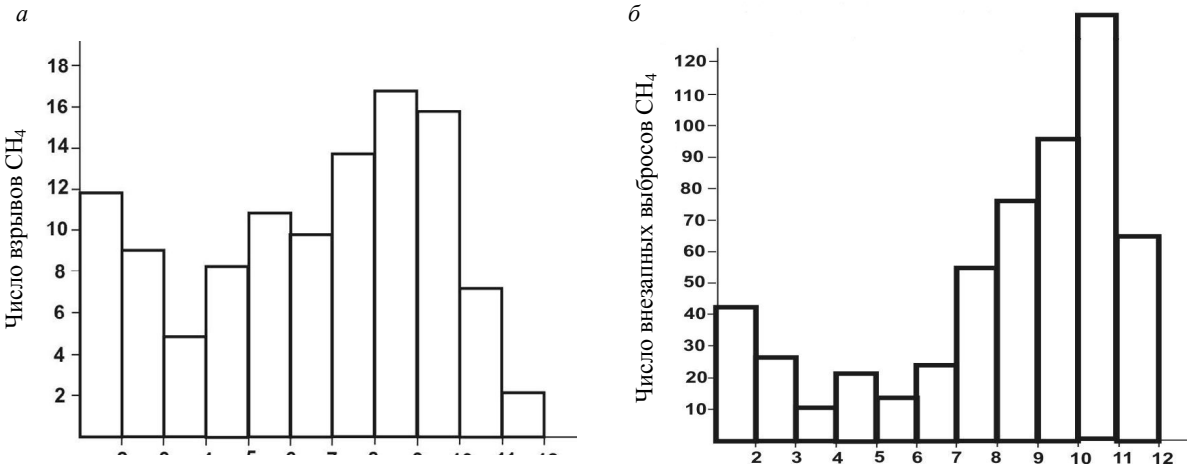


Рис.2. Циклические изменения геодинамических событий: *а* – 11-летний ряд взрывов CH_4 на шахтах Кузбасса по данным 20-го и 23-го циклов солнечной активности; *б* – 11-летний цикл внезапных выбросов в 18-м и 19-м циклах солнечной активности

факторы этого явления: заключенный в угле газ метан, повышенное горное давление, нарушенность угля. Эта теория не объясняет механизм инициации этих явлений.

В работах об электроадсорбционном эффекте в ископаемых углях Кузбасса [4] и о связи геоэлектрических токов вокруг горных выработок с физическим состоянием массивов пород [5] авторы дополнили число влияющих факторов. Высказано представление о роли мгновенной десорбции метана в зоне отжима угля из-за нарушения сплошности массива и аннигиляции геомагнитного поля. В 1975 г. это представление было поддержано А.В.Докукиным, Н.Ф.Кусовым и С.В.Язовским в дискуссии по проблеме внезапных выбросов. В 1983 г. Б.Г.Тарасовым [6] был предложен электроадсорбционный критерий выбросоопасности. В развитие электрического механизма внезапного выброса М.П.Зборщиком (1986 г.) предложена гипотеза эмиссии электронов с берегов развивающихся трещин в зоне отжима угля. Эта статья вызвала дискуссию на страницах журнала «Уголь Украины». В других научных работах было показано, что эмиссия электронов может вызвать появление в трещинах потенциалов электрического поля, способных воспламенить метановоздушную смесь, образующуюся вследствие диффузии воздуха в зону отжима.

Для выявления космических и планетарных воздействий на ритмы геодинамической и сейсмической активности нами принято представление о единстве гравитационных и электромагнитных взаимодействий. За основу анализа сейсмичности принята гипотеза авторов о влиянии на геодинамические процессы в земной коре потоков галактической и солнечной плазмы. Периодичность процессов объясняется неоднородностью этих потоков на трассах движения Солнца и планет [7]. Неоднородное воздействие плазменных потоков проявляется в нестабильности вращения Земли [3], флуктуациях кажущегося электрического сопротивления [2].

Для аппроксимации временных рядов сейсмической активности использованы периодические функции с параметрами соответствующих объектов Солнечной системы (табл.2):

$$F_a = a + b\,t + \sum_k [c_k f_k(\omega t) + d_k g_k(\omega t)],$$

где a, b, c_k и d_k – коэффициенты аппроксимации; f_k и g_k – периодические функции.

Площадь отработанного участка шахтного поля, где проводились наблюдения, с течением времени росла, в связи с чем увеличивалось и количество сейсмических событий. В аппроксимирующей функции это обстоятельство учитывается с помощью линейной составляющей bt.

Аппроксимирующие гармонические функции приняты в следующем виде:

$$f_k = \left|\sin\frac{2\pi(t-\tau_k)}{T_k}\right|^{n_k} \operatorname{sign}\left(\sin\frac{2\pi(t-\tau_k)}{T_k}\right);$$

$$g_k = \left|\sin\frac{2\pi(t-\tau_k)^k}{T_k}\right|^{m_k} \operatorname{sign}\left(\sin\frac{2\pi(t-\tau_k)}{T_k}\right),$$

где T_k – период цикла гармоники k-го объекта; τ_k – интервал времени от начала отсчета до момента противостояния.

Таблица 2

Параметры циклов и рассчитанные параметры аппроксимирующей функции

Объект солнечной системы*	Период цикла, сут	τ_k	c_k	d_k	n_k	m_k
Земля	365,25	-14	-0,662	-0,375	0,1	1,0
Луна	29,5	0	0,0986	0,308	0,1	1,0
Меркурий	87,6	55	0,723	0,0334	10,5	0,1
Венера	226,3	-4	-2,113	2,114	0,5	1,0
Марс	686,2	25	-3,007	0,956	0,5	0,5
Юпитер	4331,8	-1623	8,172	0,956	0,5	12,0
Солнце	3853,4	-1777	-15,8	-1,449	1,0	0,1

* Влияние длиннопериодных планет – Сатурна, Урана, Нептуна и Плутона – при краткосрочном прогнозе не учитывалось

Аппроксимирующие коэффициенты и показатели степени n_k и m_k определяются исходя из минимума погрешности методом наименьших квадратов. Коэффициенты аппроксимации c_k и d_k приведены в табл.2, $a = 25{,}523$; $b = 0{,}002588$.

График аппроксимационной функции за 2007 г. представлен на рис.3.

График сейсмической активности, построенный для условий одного участка Октябрьского месторождения в Норильске, показал скачок уровня активности 19 марта 2007 г., когда произошел взрыв на шахте «Ульяновская» в Кузбассе. Этот факт и совпадение сроков взрыва метана на шахтах Кузбасса с положительным градиентом и максимумами на графике сейсмоактивности в 2005 и 2006 гг. можно трактовать как синхронность сейсмических событий разного уровня в разных регионах планеты. Напомним, что 19 марта произошли аварии самолета в Самаре и вертолета в Республике Коми. Крупное тектоническое событие на руднике «Октябрьский» 19 июня 2007 г. и вслед за этим 25 июня взрыв метана на шахте «Комсомольская» Воркутского месторождения также совпали с выступом на кривой (рис.3).

Эти и другие совпадения, на наш взгляд, могут служить предпосылкой для использования явления синхронности влияния космической плазмы с меняющейся плотностью потока протонов и электронов для прогноза сейсмических событий разного уровня.

Таким образом, приведенные факты свидетельствуют о возможности воспламенения метана токами естественной электромагнитной эмиссии в зонах интенсивного трещинообразования, в связи с чем требуется проведение фундаментальных работ о механизме внезапных выбросов и взрывов метана в угольных шахтах [6].

Выводы

1. Выполнено математическое моделирование годового изменения внешней (космической) энергии для Земли по положению планет Земной группы, а также Луны, Юпитера и 11-летнему циклу солнечной активности для одного участка рудника «Октябрьский» (Норильск).

Для идентификации пульсаций Земли и Солнца с позициями Солнца и планет во времени и пространстве использованы данные, представленные Институтом прикладной астрономии РАН.

2. Исследование показало многочисленные совпадения расчетных максимумов и высоких положительных градиентов с сейсмическими событиями на рудном месторождении в Норильском регионе, Воркутском угольном месторождении и в Кузбассе. Отмечено совпадение «опасного прогноза» в день весеннего равноденствия 19.03.2007 г. с реальными событиями в этот день в Кузбассе, Республике Коми, г.Самаре и Краснодарском крае.

3. Полученные результаты служат предпосылкой к использованию метода позицио-

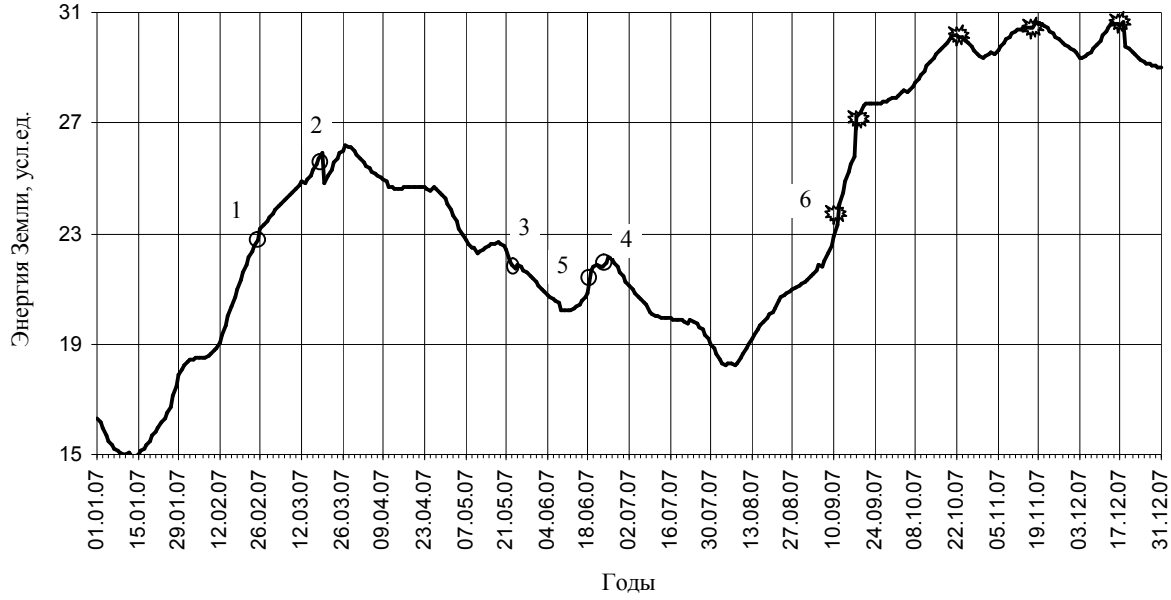


Рис.3. График аппроксимационной энергетической кривой за 2007 г.
1, 2, 3 – даты взрыва метана на шахтах Кузбасса; 4 – обрушение на руднике Норильска; 5 – на шахте «Комсомольская»; 6 – прогнозируемая повышенная сейсмичность

нирования объектов Космоса в потоках плазмы для прогноза сейсмической активности.

4. Доказано значимое влияние Космоса на техногенную геодинамику и сейсмичность шахт и рудников.

5. Для практической реализации этого факта в промышленную безопасность и эффективность горных работ необходимо:

• разработать программу научных работ «Техногенная геодинамическая безопасность шахт, рудников и объектов нефтегазовой отрасли в циклах Земли и Солнца» и создать фонд финансирования по изучению региональных особенностей проявления космического влияния на безопасность работ горно-добывающих регионов;

• создать в составе Научного центра проблем горного производства при СПГГИ (ТУ) структуру по разработке руководящих документов и компьютерных программ по прогнозу и учету космической погоды и разработке теоретических основ динамического состояния Земли;

• ввести курс космической геодинамики в программу подготовки горных инженеров и должность заместителя главного инженера шахты по прогнозу космической погоды и корректировке графиков горных и испытательных работ;

• создать во всех горно-добывающих регионах сейсмические станции и подземные павильоны по контролю временного хода сейсмичности горных массивов и ее корреляции с космической погодой для выработки региональных мест, моделей прогноза по космическим данным и времени опасных явлений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бюллетень «Солнечные данные» / Пулковская обсерватория. Л.: Наука. 1950-1995 гг.

2. *Дещаревский А.В.* Флуктуации геофизических полей и прогноз землетрясений / А.В.Дещаревский, А.А.Лукк, А.Я.Сидорин // Физика Земли, 2003. № 4. С.3-20.

3. *Сидоренков Н.С.* Физика нестабильностей вращения Земли. М.: Физматлит, 2002. 380 с.

4. *Тарасов Б.Г.* Электроадсорбционный эффект в ископаемых углях Кузбасса / Б.Г.Тарасов, В.В.Дырдин // Физико-технические проблемы разработки месторождений. 1974. № 6. С.98-100.

5. *Тарасов Б.Г.* О связи геоэлектрических токов вокруг горных выработок с механическим состоянием массивов / Б.Г.Тарасов, В.В.Дырдин // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. 1973. № 5. С.3-10.

6. *Тарасов Б.Г.* О геоэлектроадсорбционном критерии выбросоопасности // Безопасность труда в промышленности. 1983. № 3. С.33-35.

7. *Тарасов Б.Г.* Пульсации Земли и циклы геодинамической активности в потоках космической плазмы. МАНЭБ. СПб, 2009. 319 с.

8. *Топтыгин И.Н.* Космические лучи в межпланетных магнитных полях. М.: Наука, 1983. 330 с.

9. *Чижевский А.Л.* Земное эхо солнечных бурь. М.: Мысль, 1973. 345 с.

REFERENCES

1. Bulletin «Solar data» / Pulkovskaya Observatory. Leningrad: Nauka. In years of 1950 to 1995.

2. *Descharevsky A.V.*, Lukk A.A., *Sidorin A.Ya.* Fluctuations of geophysical fields and prediction of earthquakes // Physics of Earth. 2003. P.3-20.

3. *Sidorenkov N.S.* Physics of instabilities of the Earth's rotation. Moscow: Physmatlit. 2002. 380 p.

4. *Tarasov B.G.*, *Dyrdin V.V.* Electroadsorption effect in fossilized coal of the Kuznetsk basin // Physico-Technical Problems of Deposits Mining. 1974. № 6. P.98-100.

5. *Tarasov B.J.*, *Dyrdin V.V.* On relation of geoelectrical currents around mine workings with mechanical state of rock mass // Physico-Technical Problems of Mineral Resources Mining. 1973. № 5. P.3-10.

6. *Tarasov B.G.* On geoelectroadsorption criteria of outburst hazard // Safety of Labour in Industry. 1983. № 3. P.33-35.

7. *Tarasov B.G.* Pulsations of the Earth and cycles of geodynamic activity in flows of the cosmic plasma. MANEB. Saint Petersburg, 2009. 309 p.

8. *Toptygin I.N.* Cosmic rays in interplanetary magnetic fields. Moscow: Nauka. 1983. 330 p.

9. *Chizhevsky A.L.* The earth echo of solar storms. Moscow: Mysl, 1973. 345 p.