



Chaos and Correlation  
International Journal, October 27, 2009

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ПО  
АСТРОНОМИЧЕСКИМ ДАННЫМ**

**EARTHQUAKE FORECAST ON  
ASTRONOMICAL DATA**

Трунев А.П. – к. ф.-м. н., Ph.D.

Alexander Trunev , Ph.D.

Директор, *A&E Trounev IT Consulting, Торонто, Канада*

*Director, A&E Trounev IT Consulting, Toronto, Canada*

Луценко Евгений Вениаминович  
д. э. н., к. т. н., профессор

Lutsenko Evgeny Veniaminovich  
Dr. Sci. Econ., Cand. Tech. Sci., professor

*Кубанский государственный аграрный  
университет, Краснодар, Россия*

*Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia*

Развита модель прогнозирования землетрясений на основе астрономических параметров

The earthquake forecast model based on the astronomical data

Ключевые слова: АСТРОСОЦИОТИПОЛОГИЯ, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ, СЕМАНТИЧЕСКИЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ, ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ, ПРОГНОЗ

Key words: ASTROSOCIOTIPOLOGY, COMPUTATIONAL EXPERIMENT, SEMANTIC INFORMATION MODELS, EARTHQUAKE FORECAST.

В настоящей работе предложена модель прогнозирования землетрясений по астрономическим данным, опирающаяся на теорию и модели астросоциотипологии /1-5 /.

Моделирование событий осуществляется по параметру сходства, который является аналогом коэффициента корреляции в статистике, на основе системы искусственного интеллекта «Эйдос-астра» /6-7/.

База данных землетрясений была сформирована на основе оперативного сейсмологического каталога ГС РАН /8/, содержащего 65541 запись событий землетрясений, произошедших в различных регионах мира в период с 1 января 1993 года по 20 ноября 2008 г.

Обнаружена зависимость параметра сходства от магнитуды, глубины очага (гипофокуса) и числа землетрясений, происходящих ежедневно на нашей планете, как в месячном, так и в 2-3 дневном прогнозе. Обсуждается гипотеза, что этот эффект обусловлен гравитацией небесных тел. Для проверки гипотезы было исследовано влияние 12 гравитационных ком-

плексов на всю совокупность событий и выделены наиболее информативные астрономические признаки землетрясений.

### Задача о распознавании категорий событий в поле центральных сил

Рассмотрим задачу распознавания категорий по астрономическим данным /2-5/. Имеется множество событий  $A$ , которому ставится в соответствие множество категорий  $C_i$ . Событием можно считать регистрацию землетрясения сейсмологической станцией, а категорией – его магнитуду, лежащую в определенном интервале и глубину гипофокуса. Каждое событие землетрясения характеризуется моментом времени и географическими координатами места его происхождения. По этим данным можно построить матрицу, содержащую координаты небесных тел, например углы долготы и расстояния. Будем считать, что заданы частотные распределения  $N_i$  – число событий, имеющих отношение к данной категории  $C_i$ .

Определим число случаев реализации данной категории, которое приходится на заданный интервал изменения астрономических параметров, имеем в дискретном случае:

$$N_{ij}(x_j, k) = N_i w(\tilde{x}_j, k) \Delta x, \quad x_j < \tilde{x}_j < x_j + \Delta x$$

$$1 \leq i \leq n, \quad 1 \leq j \leq 2m, \quad k = 1, \dots, k_0 \quad (1)$$

Здесь  $w$  – плотность распределения событий вдоль нормированной координаты /1/. Нормированная переменная определяется через угловую и радиальную координаты следующим образом:

$$x_{jk} = \begin{cases} \mathcal{G}_j(k) / 2\pi, & 1 \leq j \leq m \\ \frac{r_{\max}(k) - r(k)}{r_{\max}(k) - r_{\min}(k)}, & m + 1 \leq j \leq 2m \end{cases}$$

где  $r_{\min}, r_{\max}$  – минимальное и максимальное удаление планеты от центра масс системы,  $k_0$  – число небесных тел, используемых в задаче.

Определим матрицу информативности согласно /7/

$$\begin{aligned}
I_{ijk} &= \log_2 \frac{N_{ij} / \sum N_{ij}}{\sum_i N_{ij} / \sum_{i,j} N_{ij}}, N_{ij}(x_{jk}) \neq 0 \\
I_{ijk} &= 0, N_{ij}(x_{jk}) = 0, \\
\delta I_{jk} &= \sqrt{\frac{1}{n} \sum_i \left( I_{ijk} - \frac{1}{n} \sum_i I_{ijk} \right)^2} \\
1 \leq i \leq n, \quad 1 \leq j \leq 2m, \quad 1 \leq k \leq k_0
\end{aligned} \tag{2}$$

Первая величина (2) называется информативность признака, а вторая величина является стандартным отклонением информативности или интегральная информативность (ИИ).

Каждой категории можно сопоставить вектор информативности астрономических параметров размерности  $2mk_0$ , составленный из элементов матрицы информативности, путем последовательной записи столбцов, соответствующих нормированной координате, в один столбец, т.е.

$$c_{is} = I_{ijk} \Big|_{jk=s}, \quad 1 \leq s \leq 2mk_0 \tag{3}$$

С другой стороны, процесс идентификации и распознавания может рассматриваться как разложение вектора распознаваемого объекта в ряд по векторам категорий (классов распознавания) /7/. Этот вектор, состоящий из единиц и нулей, можно определить по координатам небесных тел, соответствующих дате и месту происхождения события  $l$  в виде

$$a_{ls} = \begin{cases} 1, & (j-1)\Delta x \leq x_{jk}(l) \leq j\Delta x, \quad jk = s \\ 0, & 1 \leq s \leq 2mk_0 \end{cases} \tag{4}$$

Таким образом, если нормированная координата небесного тела из данных по объекту исследуемой выборки попадает в заданный интервал, элементу вектора придается значение 1, а во всех остальных случаях – зна-

чение 0. Перечисление координат осуществляется последовательно, для каждого небесного тела.

В случае, когда система векторов (3) является полной, можно любой вектор (4) представить в виде линейной комбинации векторов системы (3). Коэффициенты этого разложения будут соответствовать уровню сходства данного события с данной категорией. В случае неполной системы векторов (3) точная процедура заменяется распознаванием. При этом уровень сходства данных события с той или иной категорией можно определить по величине скалярного произведения вектора (4) на вектор (3), т.е.

$$K_{il} = \frac{1}{|a_l||c_i|} \sum_{s=1}^{2mk_0} a_{ls}(A)c_{is} \quad (5)$$

Отметим, что возможны четыре исхода, при которых можно истинно или ложно отнести или не отнести данное событие к данной категории. Для учета этих исходов распознавание категорий в системе искусственного интеллекта «Эйдос-астра» /6/ осуществляется по параметру сходства, который определяется следующим образом /3-5/:

$$S_i = \frac{1}{N} \sum_{l=1}^N (BT_{il} + T_{il} - BF_{il} - F_{il}) \cdot 100 \% \quad (6)$$

$S_i$  – достоверность идентификации « $i$ -й» категории;

$N$  – количество событий в распознаваемой выборке;

$BT_{il}$  – уровень сходства « $l$ -го» события с « $i$ -й» категорией, к которой он был правильно отнесен системой;

$T_{il}$  – уровень сходства « $l$ -го» события с « $i$ -й» категорией, к которой он был правильно не отнесен системой;

$BF_{il}$  – уровень сходства « $l$ -го» события с « $i$ -й» категорией, к которой он был ошибочно отнесен системой;

$F_{il}$  – уровень сходства « $l$ -го» события с « $i$ -й» категорией, к которой он был ошибочно не отнесен системой.

При таком определении параметр сходства изменяется в пределах от -100% до 100%, как обычный коэффициент корреляции в статистике. Оче-

видно, что параметр сходства должен удовлетворять критерию простой проверки

$$S_i(N_i = 1) = 100 \%$$

В работах /3-4/ и других было показано, что процедура распознавания по параметру сходства (6), реализованная в системе искусственного интеллекта «Эйдос-астра» /6/, является устойчивой как относительно объема выборки, так и относительно числа ячеек модели. Математическое обоснование этой процедуры дано в монографии /7/. Причина, по которой оказывается возможным идентифицировать подмножества (категории) событий различной даже случайной природы, используя астрономические параметры, достаточно очевидна. Ведь фактически идентифицируются распределения, которые образуются при модулировании исходных распределений астрономическими параметрами /1-2/. В некоторых случаях этого достаточно, чтобы осуществить распознавание категорий. Эту задачу можно сравнить с разложением солнечного света призмой. Свет представляет собой смесь случайных электромагнитных колебаний, но после прохождения призмы свет разлагается в спектр категорий цвета. При этом случайная природа самого света не меняется.

### **Исходные данные и технология моделирования землетрясений**

База данных землетрясений была сформирована на основе оперативного сейсмологического каталога ГС РАН /8/, содержащего 65541 запись событий землетрясений, произошедших в различных регионах мира в период с 1 января 1993 года по 20 ноября 2008 г.

Из исходной базы было образовано несколько различных БД для исследования влияния астрономических параметров на магнитуду и глубину гипофокуса, на ежедневное число землетрясений и на их локализацию.

Категория магнитуда была получена из исходной базы данных путем умножения параметра MPSP на 10 и добавления символа А – см. таблицу 1. Всего было образовано 47 категорий этого типа, которые соответствуют изменению параметра MPSP от 3 до 7.5 с шагом 0.1 (46 категорий) плюс

одна категория A0, соответствующая тем случаям, когда по данным каталога /8/ параметр MPSP=0. Отметим, что магнитуда MPSP рассчитывается по максимальной скорости смещения в объемных волнах /8/.

ТАБЛИЦА. 1. Фрагмент базы данных категории магнитуда

| ID | NAME       | CATS1                    | SUNLON            | SUNDIST         | MOONLON           | MOONDIST        |
|----|------------|--------------------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| 1  | 01.01.1993 | A54:A54:A56:A53:         | 280.9686023746710 | 0.9832953224852 | 13.6193309143572  | 0.0026758287293 |
| 2  | 02.01.1993 | A51:A49:                 | 281.9877769647200 | 0.9832827412929 | 25.8047627280948  | 0.0026514329751 |
| 3  | 03.01.1993 | A60:A52:A46:A62:A53:A54: | 283.0068945266630 | 0.9832755597314 | 38.2524447909018  | 0.0026206202125 |
| 4  | 04.01.1993 | A62:A53:A56:A60:A60:     | 284.0259498778590 | 0.9832740284513 | 51.0313074310990  | 0.0025854001894 |
| 5  | 05.01.1993 | A48:                     | 285.0449399774140 | 0.9832784151922 | 64.1942901475346  | 0.0025483733705 |
| 6  | 06.01.1993 | A49:A58:                 | 286.0638619286330 | 0.9832889650152 | 77.7694840563520  | 0.0025125186647 |
| 7  | 07.01.1993 | A61:A0:A57:A0:           | 287.0827135891120 | 0.9833058932933 | 91.7514779908947  | 0.0024808734659 |
| 8  | 08.01.1993 | A55:A55:A46:             | 288.1014940625240 | 0.9833293611578 | 106.0953151556760 | 0.0024561346250 |
| 9  | 09.01.1993 | A49:A56:A52:A47:         | 289.1202049674210 | 0.9833594500691 | 120.7161775556960 | 0.0024402538842 |
| 10 | 10.01.1993 | A66:                     | 290.1388517853630 | 0.9833961422425 | 135.4972701770000 | 0.0024341353125 |

Данные по глубине гипофокуса обрабатывались по формуле:

$$B = 10 \ln H$$

где глубина выражена в километрах. Всего было выделено 54 категории, соответствующие глубине гипофокуса от 0 до 812 км.

В качестве астрономических параметров были использованы долгота и расстояние от Земли до десяти небесных тел – Солнца, Луны, Марса, Меркурия, Венеры, Юпитера, Сатурна, Урана, Нептуна и Плутона, и долгота Северного Узла Луны. Астрономические параметры вычислялись на каждый день в фиксированной точке с географическими координатами (36.61E; 55.08N) в 9:00 GMT в топоцентрической системе координат. Отметим, что выбор этой точки не является существенным для решаемого класса задач.

Для проверки различных гипотез из астрономических параметров расстояний было образовано шесть гравитационных комплексов G<sub>1</sub>-G<sub>6</sub>:

- 1) суммарный нормированный гравитационный потенциал восьми небесных тел - Луны, Марса, Меркурия, Венеры, Юпитера, Сатурна, Урана, Нептуна;

- 2) суммарный нормированный гравитационный потенциал семи небесных тел - Луны, Марса, Меркурия, Венеры, Сатурна, Урана, Нептуна;
- 3) суммарный нормированный гравитационный потенциал шести небесных тел - Марса, Меркурия, Венеры, Сатурна, Урана, Нептуна;
- 4) суммарный нормированный гравитационный потенциал пяти небесных тел - Марса, Меркурия, Венеры, Урана, Нептуна;
- 5) суммарный нормированный гравитационный потенциал четырех небесных тел - Марса, Меркурия, Урана, Нептуна;
- 6) суммарный нормированный гравитационный потенциал девяти небесных тел - Солнца, Луны, Марса, Меркурия, Венеры, Юпитера, Сатурна, Урана, Нептуна.

Таким образом, по определению

$$G_k = \frac{\varphi_{k,\max} - \varphi_k}{\varphi_{k,\max} - \varphi_{k,\min}}, \quad \varphi_k = - \sum_{i=1}^{N_k} \gamma \frac{M_i}{R_i}, \quad k = 1, \dots, 6. \quad (7)$$

Здесь  $\gamma, M_i$  – гравитационная постоянная и масса небесного тела соответственно. Из этих комплексов были также образованы шесть других комплексов  $G_7$ - $G_{12}$ , представляющих собой суточное изменение (производную по времени) каждого из комплексов  $G_1$ - $G_6$  соответственно.

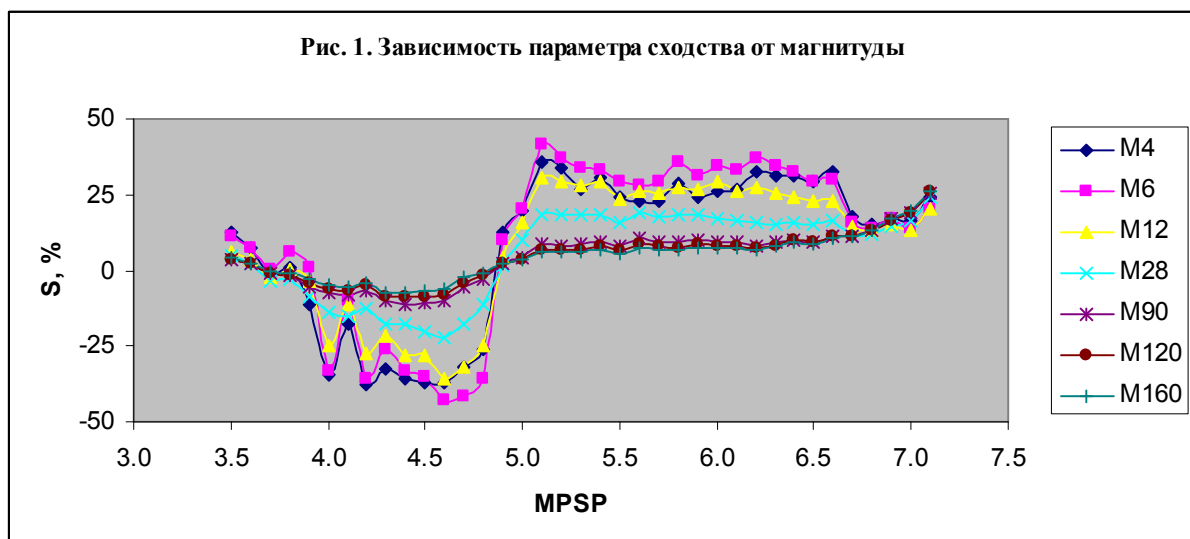
Решение прямой задачи включает в себя нормирование входных параметров и приведение их к одному масштабу изменения в интервале  $(0;360)$ , разбиение интервалов на  $M$  частей, вычисление матрицы абсолютных частот и информативности, в соответствии с формулами (1-2). Отметим, что в системе «Эйдос-астра» реализован режим синтеза нескольких моделей, в которых число ячеек принимает любое заданное значение  $M=2,3,\dots,173/4/$ . Очевидно, что модель  $M12$  наилучшим образом подходит для осуществления месячного прогноза, а модель  $M120$  может быть использована для 3 дневного прогноза.

Решение обратной задачи включает в себя распознавание категорий по заданным астрономическим параметрам, в соответствии с уравнениями (3-6). Частным случаем задачи распознавания является определение достоверности идентификации категорий по астрономическим данным в каждой модели. Рассмотрим решение этой задачи в случае исследуемой совокупности событий землетрясений.

### Достоверность идентификации категорий магнитуды и глубины гипофокуса

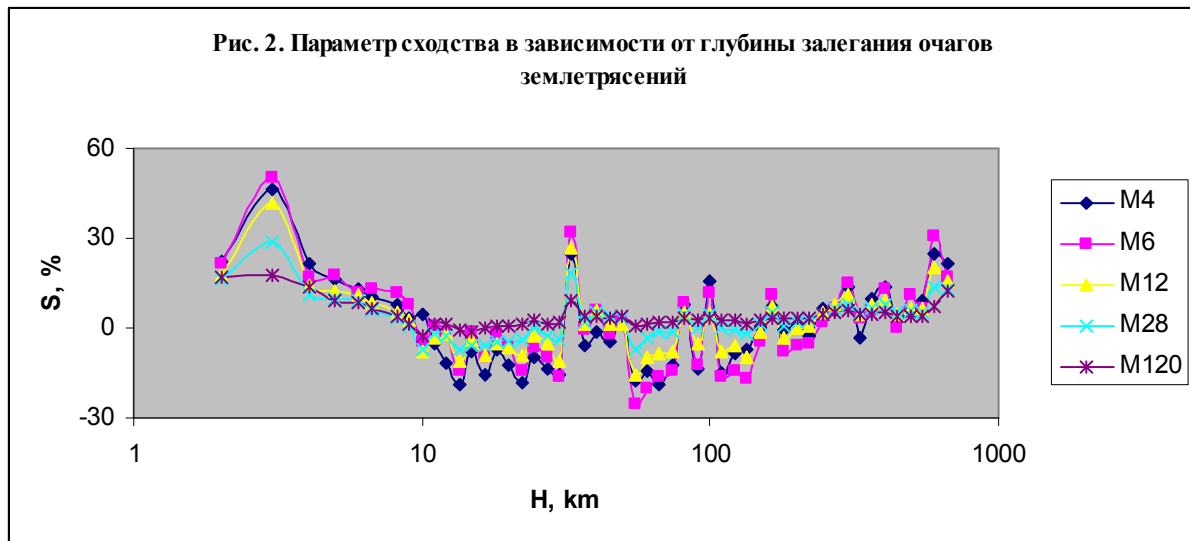
На рис. 1 представлены параметр сходства в зависимости от магнитуды в семи моделях – M4 (квартальный прогноз), M6 (двухмесячный прогноз), M12 (месячный прогноз), M28 (двухнедельный прогноз), M90 (четырёхдневный прогноз), M120 и M160 (2-х и 3-дневный прогноз). Из этих данных следует, что достоверность идентификации магнитуды по астрономическим параметрам на 20-80% выше для умеренных и сильных землетрясений, чем для легких.

В двухмесячном прогнозе достоверность идентификации магнитуды умеренных и сильных землетрясений достигает 42%, тогда как в 2-4-дневном прогнозе максимальное значение параметра сходства не превосходит 26%.





Развитая модель позволяет осуществлять прогноз умеренных и сильных землетрясений, как будет показано ниже. Разумеется, что ценность такого прогноза возрастает, если кроме магнитуды указать еще и координаты события, например, глубину залегания очага (гипофокуса) землетрясения. На рис. 2 представлена зависимость параметра сходства от глубины гипофокуса (логарифмический масштаб по глубине!).



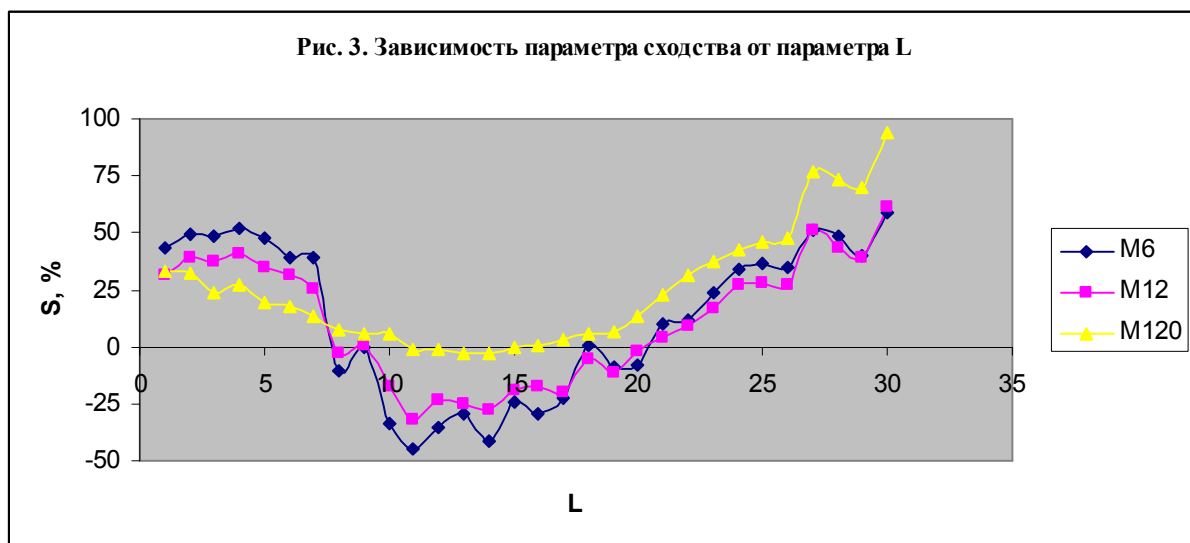
Параметр сходства имеет три максимума, которые приходятся на глубину 3, 33 и 602 км соответственно – рис. 2. Неглубокие (3-7 км, 33 км) и глубокие (600 км) землетрясения распознаются лучше, чем средней глубины. Различие между плохо распознаваемыми и хорошо распознаваемыми случаями достигает 75%, что свидетельствует о влиянии небесных тел на некоторые сейсмические процессы. Механизм этого влияния пока неизвестен, однако, скачкообразное изменение параметра сходства с ростом магнитуды – см. рис. 1, указывает на триггерный механизм, как при подземных взрывах /10/. Т.е. влияние небесных тел лишь запускает сейсмический процесс, но не создает деформации, приводящие к разлому. Причем максимальное влияние небесных тел проявляется в земной коре, а также в зонах субдукции /11/ на глубине 600 км, вызывая умеренные и сильные землетрясения с  $MPSP > 5$ .

### Достоверность идентификации частоты событий

Как было установлено, параметр сходства зависит от числа ежедневных событий. Распознавание ежедневного числа событий является более эффективным, если использовать параметр

$$L = \frac{1}{5} \sum_i MPSP_i \quad (8)$$

Здесь суммирование осуществляется по всем событиям, произошедшим за сутки.



На рис. 3 представлена зависимость параметра сходства в трех моделях M6, M12, M120 при распознавании событий по параметру L. Дни с низкой сейсмичностью ( $L < 5$ ) и с высокой сейсмичностью ( $L > 20$ ) распознаются достаточно достоверно, причем прогноз может быть дан как на 1-2 месяц, так и на 3 дня вперед. Различие между плохо распознаваемыми и хорошо распознаваемыми случаями превосходит 100%. Полученные результаты позволяют сделать вывод о зависимости некоторых сейсмических процессов от положения небесных тел. Чтобы установить характер этой зависимости, необходимо проверить несколько гипотез. Зависимость может быть случайной, связанной с корреляцией периодичности сейсмической активности с периодами обращения небесных тел. Если же зависимость не является случайной, то среди механизмов влияния небесных тел

на процессы, происходящие в недрах нашей планеты, в первую очередь необходимо исследовать гравитацию.

### **Проверка гравитационных гипотез**

Технология моделирования на основе системы искусственного интеллекта «Эйдос-астра» позволяет установить, какие астрономические признаки являются наиболее информативными при распознавании тех или иных категорий. Это можно сделать как путем прямой оценки информативности, так и путем оценки возбуждающих и тормозящих связей нейронов.

Заметим, что из 65541 записи событий в каталоге /8/ в 30016 случаях положение гипофокуса определено на глубине 33 км. Параметр сходства на этой глубине имеет локальный максимум – см. рис. 2. Сравним эти события, имеющие, видимо, отношение к процессам в магме, с событиями, происходящими на глубине 3 км (напряжения и трещины в земной коре) и на глубине 545-665 км (зоны субдукции). В таблице 2 приведены данные по информативности астрономических признаков трех типов событий в модели M120. В фигурных скобках указан диапазон изменения признака.

Отметим, что все признаки нормированы согласно (7) и приведены к одному интервалу изменения с долготой небесных тел – (0;360). Каждый из признаков отражает влияние гравитации преимущественно одного небесного тела, а именно:

- G6, G12 – Солнца;
- G1, G7 – Юпитера;
- G2, G8 – Сатурна, Луны;
- G3, G9 – Сатурна, Венеры;
- G4, G10 – Венеры;
- G5, G11 – Урана, Марса.

Как следует из данных, приведенных в таблице 2, во всех случаях преобладающее влияние на формирование очагов оказывают Юпитер, Сатурн, Луна и Венера. В коре и в зонах субдукции велика роль гравитационного потенциала, в магме главным фактором является производная гра-

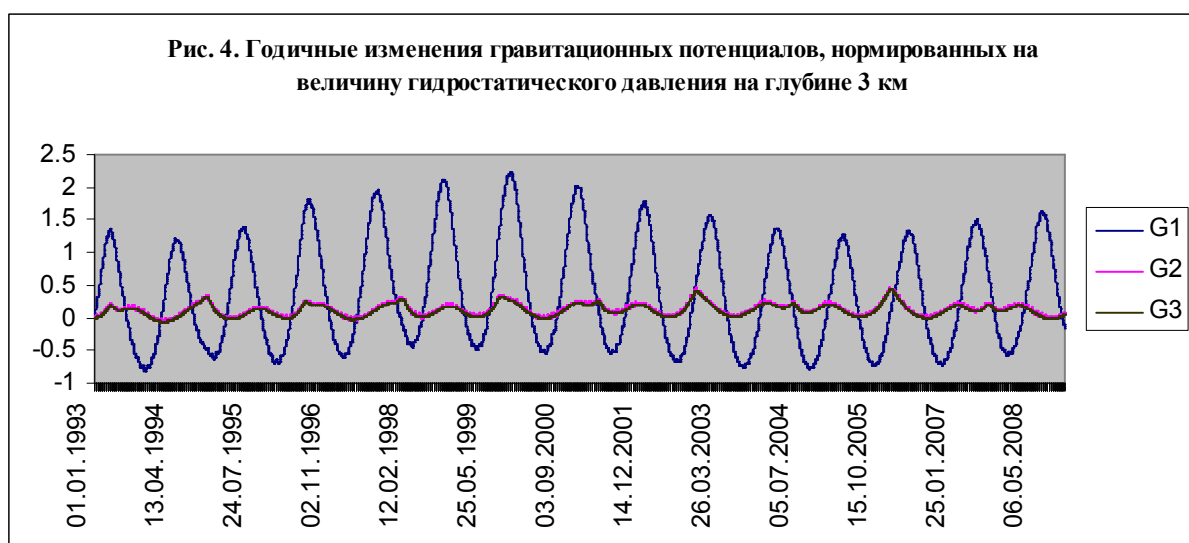
витационного потенциала по времени. Этот результат хорошо соотносится с механикой процессов формирования очагов землетрясений. Действительно в коре и в зонах субдукции главным фактором разрушения является напряженное состояние, вызванное избыточным давлением. Но во внешнем гравитационном поле давление изменяется пропорционально гравитационному потенциалу. В магме же преобладают гидродинамические процессы, чувствительные к изменению давления во времени.

**Таблица. 2. Информативность (бит) астрономических признаков 12 гравитационных комплексов  $G_1$ - $G_{12}$  в трех различных зонах формирования землетрясений**

| Кора<br>3 km   |          | Магма<br>33 km |          | Зоны субдукции<br>545-665 km |          |
|----------------|----------|----------------|----------|------------------------------|----------|
| Астропризнак   | Бит      | Астропризнак   | Бит      | Астропризнак                 | Бит      |
| G2 {342, 345}  | 1.628714 | G9 {333, 336}  | 0.632511 | G3 {345, 348}                | 1.166759 |
| G3 {351, 354}  | 1.565744 | G7 {3, 6}      | 0.570593 | G2 {348, 351}                | 1.043125 |
| G1 {357, 360}  | 1.563297 | G8 {345, 348}  | 0.570593 | G9 {330, 333}                | 0.914688 |
| G8 {39, 42}    | 1.307307 | G8 {351, 354}  | 0.570593 | G3 {351, 354}                | 0.907268 |
| G3 {354, 357}  | 1.302067 | G3 {348, 351}  | 0.441355 | G8 {27, 30}                  | 0.858413 |
| G5 {18, 21}    | 1.286695 | G9 {339, 342}  | 0.431437 | G3 {348, 351}                | 0.832646 |
| G2 {348, 351}  | 1.276722 | G7 {345, 348}  | 0.422928 | G5 {12, 15}                  | 0.796496 |
| G2 {351, 354}  | 1.238849 | G8 {357, 360}  | 0.422928 | G5 {24, 27}                  | 0.785046 |
| G2 {354, 357}  | 1.140866 | G3 {342, 345}  | 0.416945 | G11 {12, 15}                 | 0.762961 |
| G3 {12, 15}    | 1.105452 | G1 {9, 12}     | 0.414573 | G11 {36, 39}                 | 0.752301 |
| G9 {45, 48}    | 1.098683 | G1 {18, 21}    | 0.389067 | G4 {3, 6}                    | 0.731689 |
| G2 {345, 348}  | 1.092011 | G9 {345, 348}  | 0.382582 | G3 {15, 18}                  | 0.711954 |
| G8 {21, 24}    | 1.078948 | G1 {12, 15}    | 0.369877 | G5 {9, 12}                   | 0.702393 |
| G10 {342, 345} | 1.057963 | G9 {357, 360}  | 0.336634 | G2 {351, 354}                | 0.683843 |
| G2 {27, 30}    | 1.053878 | G1 {0, 3}      | 0.324544 | G5 {87, 90}                  | 0.674839 |
| G3 {357, 360}  | 0.991198 | G2 {114, 117}  | 0.324544 | G2 {123, 126}                | 0.672615 |
| G11 {306, 309} | 0.970354 | G3 {357, 360}  | 0.319902 | G9 {6, 9}                    | 0.666007 |
| G5 {42, 45}    | 0.955314 | G1 {357, 360}  | 0.317164 | G8 {327, 330}                | 0.648831 |
| G9 {42, 45}    | 0.917441 | G2 {345, 348}  | 0.311103 | G9 {36, 39}                  | 0.648831 |
| G10 {12, 15}   | 0.808547 | G2 {354, 357}  | 0.311103 | G11 {351, 354}               | 0.648831 |
| G4 {66, 69}    | 0.797887 | G3 {351, 354}  | 0.311103 | G10 {342, 345}               | 0.636354 |
| G11 {309, 312} | 0.790914 | G7 {12, 15}    | 0.311103 | G3 {102, 105}                | 0.628219 |
| G9 {48, 51}    | 0.786323 | G2 {351, 354}  | 0.292553 | G1 {39, 42}                  | 0.620224 |
| G5 {255, 258}  | 0.778557 | G3 {339, 342}  | 0.292553 | G2 {39, 42}                  | 0.600820 |
| G10 {102, 105} | 0.777275 | G1 {15, 18}    | 0.289532 | G5 {15, 18}                  | 0.600820 |
| G2 {15, 18}    | 0.770603 | G2 {342, 345}  | 0.289532 | G5 {0, 3}                    | 0.595779 |
| G6 {87, 90}    | 0.614583 | G6 {285, 288}  | 0.059968 | G6 {261, 264}                | 0.505014 |
| G12 {234, 237} | 0.606144 | G12 {249, 252} | 0.059032 | G12 {207, 210}               | 0.489212 |

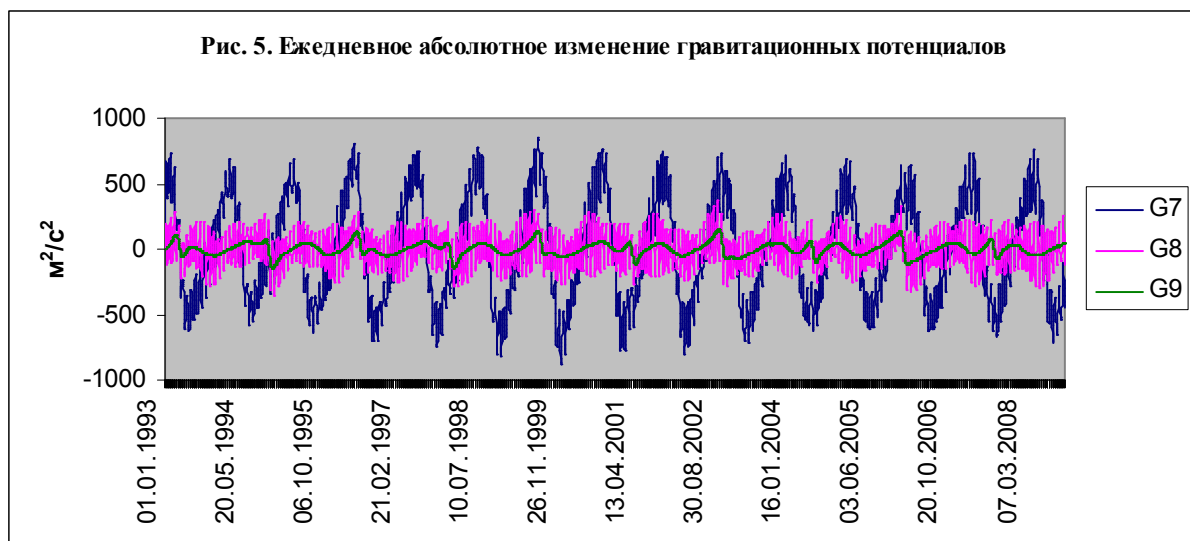
Вообще говоря, астрономические признаки могут оказывать как возбуждение, так и торможение. Что бы установить характер влияния признаков, были исследованы модели нелокальных нейронов трех типов процессов, перечисленных в таблице 2. Обнаружено, что комплексы  $G_1$ ,  $G_2$ ,  $G_3$  оказывают возбуждающее влияние на процессы в земной коре, а комплексы  $G_2$ ,  $G_3$ ,  $G_8$ ,  $G_9$  - в зонах субдукции. Процессы в магме возбуждают комплексы  $G_3$ ,  $G_7$ ,  $G_8$ ,  $G_9$ . Из этого можно предположить, что процессы в зонах субдукции носят смешанный характер, т.е. включают, как тектонические процессы, так и процессы в магме.

Полученные результаты носят предварительный, качественный характер. Для получения количественных результатов сравним годовичные изменения гравитационных потенциалов, входящих в комплексы  $G_1$ ,  $G_2$ ,  $G_3$ , с величиной гидростатического давления на глубине 3 км – рис. 4. Отметим, что второй и третий комплексы практически не отличаются между собой в этом масштабе, а годовичные изменения всех трех комплексов сравнимы с величиной гидростатического давления. Разумеется, что это лишь потенциальная энергия. Можно предположить, что некоторая доля этой энергии способна аккумулироваться в форме упругих напряжений. Если существует механизм поглощения и накопления этой энергии в форме тектонических напряжений, тогда совокупное влияние Юпитера, Луны и Сатурна способно вызвать сейсмические события на глубине 3 км.



В некоторых нестационарных процессах, например, в конвекции важны не абсолютные значения параметров, а их изменения во времени. На рис. 5 представлены ежедневные абсолютные изменения трех гравитационных комплексов  $G_1$ ,  $G_2$ ,  $G_3$ . Отметим, что в этом масштабе комплексы  $G_8$ ,  $G_9$  значительно различаются между собой, что обусловлено быстрым движением Луны вокруг Земли по сравнению с относительно медленным движением Юпитера и Сатурна.

В сплошной среде, такой, как магма, могут возникать разрывы, ведущие к образованию пузырьков /12/. Для таких неоднородных включений изменение гравитационного потенциала равносильно изменению внешнего давления. Изменение же гравитационного потенциала за сутки равносильно индуцированному изменению давления, которое составляет в некоторые месяцы 15-20 атмосфер в среде с плотностью магмы.



Отметим, что согласно данным таблицы 2, роль комплексов  $G_6$ ,  $G_{12}$ , соответствующих гравитационному потенциалу Солнца и его изменению, довольно мала, особенно в магме. Это объясняется тем, что Земля совершает движение вокруг Солнца. Поэтому силы инерции и гравитации, приложенные к ее центру, уравновешены. Следовательно, приливное воздействие Солнца пропорционально отношению радиуса земли к радиусу земной орбиты, тогда как потенциалы других небесных тел (кроме Луны)

изменяются на земле пропорционально отношению радиуса земной орбиты к расстоянию до соответствующего небесного тела.

Почему влияние небесных тел выявляется не по всей глубине, а только в определенных зонах? Следует заметить, что вещество вблизи точек фазового перехода становится особенно чувствительным к малому изменению действующих сил. Не исключено, что обнаруженные зоны повышенной чувствительности сейсмических событий к воздействию небесных тел как раз соответствуют фазовым переходам.

### **Выводы**

Развита модель прогнозирования землетрясений по астрономическим данным с использованием системы искусственного интеллекта «Эйдос-астра» /6/. В качестве исходных данных модели был использован каталог ГС РАН /8/, содержащий сведения о 65541 событии легких, умеренных и сильных землетрясений. Модель позволяет распознавать дни с высокой и низкой сейсмической активностью для землетрясений с магнитудой  $M_{PSP} > 5$  и с глубиной гипофокуса 3 км, 33 и 545-665 км. Достоверность прогноза по параметру усредненной магнитуды на месяц и на 2-3 дня вперед составляет 20-60% для дней с низкой и высокой сейсмичностью.

Выполнена проверка гипотезы гравитационного влияния небесных тел на сейсмические процессы в коре, магме и зонах субдукции. Установлено, что совокупное гравитационное влияние Юпитера, Луны и Сатурна способно вызвать сейсмические события, хотя детальный механизм этого влияния остается неизвестным.

### **Литература**

1. Трунев А.П. Распределение случайных событий в поле центральных сил / А.П. Трунев // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №05(49). – Шифр Информрегистра: 0420900012\0046. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/05/pdf/03.pdf>
2. Трунев А.П. Теория и прикладные вопросы астросоциотипологии / А.П. Трунев // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №05(49). – Шифр Информрегистра: 0420900012\0045. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/05/pdf/04.pdf>

3. Трунев А. П., Луценко Е. В. Астросоциотипология: Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ, 2008, – 279 с.
4. Луценко Е.В. Астросоциотипология и спектральный анализ личности по астросоциотипам с применением семантических информационных мультимodelей / Е.В. Луценко, А.П. Трунев // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2008. – №01(35). – Шифр Информрегистра: 0420800012\0002. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2008/01/pdf/10.pdf>
5. Трунев А.П. Прогнозирование курсов валют по астрономическим данным с использованием системы искусственного интеллекта// Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №51(07). – Шифр Информрегистра: 0420800012\0002. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/07/pdf/15.pdf>
6. Patent 2008610097, Russia, System for Typification and Identification of the Social Status of Respondents Based on the Astronomical Data at the Time of Birth - "AIDOS-ASTRO" / E.V. Lutsenko, A.P. Trunev, V.N. Shashin; Application № 2007613722, January 9,2008.
7. Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ в управлении активными объектами (системная теория информации и ее применение в исследовании экономических, социально-психологических, технологических и организационно-технических систем). – Краснодар: КубГАУ, 2002, – 605 с.
8. Operative Seismological Catalogue// Central Experimental-Methodical Expedition (Obninsk), [http://www.wdcb.ru/sep/seismology/cat\\_OBN.ru.html](http://www.wdcb.ru/sep/seismology/cat_OBN.ru.html)
9. Данные Национального информационного центра землетрясений (NEIC) при Геологической службе США, <http://earthquake.usgs.gov>
10. Г. Роден. Неупругие процессы в сейсмических волнах при подземных взрывах/ Нелинейные волновые процессы: -М.: Мир, 1987. – 296 с.
11. Ю.Г. Гатинский, Д.В. Рундквист, Г.Л. Владова, Е.Г. Мирлин, Ю.В.Миронов, В.В. Рожкова, А.А. Соловьев. ЗОНЫ СУБДУКЦИИ: ДЕЙСТВУЮЩИЕ СИЛЫ, ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ТИПЫ, СЕЙСМИЧНОСТЬ И МЕТАЛЛОГЕНИЯ// Вестник ОГГГГН РАН, № 2(12), 2000 г, т.1.
12. В. К. Кедринский, М. Н. Давыдов, А. А. Чернов, К. Такаяма. Начальная стадия взрывного извержения вулканов: Динамика состояния магмы в волнах разгрузки // ДАН, 2006, т. 407, №2, с. 190–193.