

Разработанные в рамках настоящей работы программный комплекс позволяет обнаруживать различные семантические формы поведения временного ряда, а также проводить анализ соответствия выделенных аномалий с событиями, происходящими в период наблюдения.

#### Литература

1. Зубков, С.И. Радоновые предвестники землетрясений // Вулканология и сейсмология. -1981.-№6.-С.74-105
2. Фирстов П.П., Рудаков В.П. Результаты регистрации подпочвенного радона в 1997-2000 г.г. на Петропавловск-Камчатском геодинамическом полигоне // Вулканология и сейсмология, 2002, №6, с.1-16
3. Lin J, et al., A Symbolic Representation of Time Series, with Implications for Streaming Algorithms, in Workshop on Research Issues in Data Mining and Knowledge Discovery. 2003: San Diego, CA.
4. E. Keogh, J. Lin and A. Fu HOT SAX: Efficiently Finding the Most Unusual Time Series Subsequence. In Proc. of the 5th IEEE International Conference on Data Mining (ICDM 2005), pp. 226 - 233., Houston, Texas, Nov 27-30, 2005.
5. Рябинин Г.В., Хаткевич Ю.М. Гидрогеохимические эффекты, предшествующие сильным землетрясениям Камчатки. Алгоритм идентификации и морфологический анализ// Вестник КРАУНЦ. Науки о земле, 2009, №1, С.109-122

### МОДЕЛИ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ – ПРЕДВЕСТНИКОВ ВСЛЕДСТВИЕ СЕЙМОТЕКТОНИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ MODELS GEOPHYSICAL ANOMALIES IN RESULT SEISMOTECTONIC PROCESSES

С.В. Трофименко, Н.Н. Гриб, В.М. Никитин

Технический институт (филиал) Якутского госуниверситета, г. Нерюнгри, urovsky@yandex.ru

*Discussed systems of earthquake prediction. See that the interpretation of the manifestations of signs of forming an earthquake in the physical fields is made without taking into account the block structure of the lithosphere, the wave and vortex properties of the geosphere. As part of these models developed the concept of prediction should be viewed as a general problem of monitoring the changing state of stress of the lithosphere in the global energy self Geospheres by initiating influence of cosmic factors forming physical fields.*

Со времени первых работ Ф. Рейда [1, 2] было разработано множество моделей по физике и динамике очага землетрясения и сейсмического процесса в целом. Совершенствование подходов к моделированию сейсмичности, основанных на теории взаимодействия всех геосфер Земли [3], модели блокового строения геофизической среды [4], волновой природы сейсмического процесса [5 - 8], порождает новую проблему, связанную с возможностью формирования геофизических полей вследствие глобальных геодинамических процессов. Пространственное распределение геофизических полей и их динамические (временные) аномалии в виде геофизических предвестников землетрясений в процессе формирования и разрушения консолидационной зоны на разных временных масштабах не могут быть обусловлены только локальными причинами. Традиционные представления о возможности локального выделения аномалии предвестника от формирующегося очага землетрясения должны трансформироваться в неопределенность пространственного положения, соразмерного области консолидации, длины волны медленных гравитационных волн и взаимодействием геофизических сред в переходных зонах. Отсюда, по-видимому, следуют многочисленные ошибочные прогнозы в определении места землетрясения.

В настоящее время для прогноза времени землетрясения используются геофизические методы контроля состояния литосферы и атмосферы. Наиболее разработанными методами являются особенности медленных движений земной коры, распределение слабых землетрясений, миграция слабых очагов и ориентация их механизмов, сейсмическое затишье; усиление сейсмической активности перед землетрясением, изменения характера микросейсм, акустические предвестники, изменение скоростей сейсмических волн на разных глубинах; изменения электрических, гравитационных, магнитных и электромагнитных полей, изменение уровня подземных вод – всего около 1000 предвестников землетрясений.

Формирование геофизических полей в результате деформационных процессов возможно при сохранении структуры поля деформаций в течение длительных интервалов времени. Не привлекая геологические и тектонические причины деформаций можно предположить возможность структурирования аномалий геофизических полей в результате самоорганизации в разработанных моделях блоковой геологической [4] и геофизической [9] сред. В данной концепции глобальная общепланетарная самоорганизация нашла свое отражение в теории ротационного структурообразования разломной тектоники [3] и как следствие, в возможности формирования геофизических полей в следствие медленных тектонических процессов.

Физическая интерпретация изменения геофизических параметров среды предложена Т. Нагата в конце 60-х годов 20 столетия [10, 11]. Результаты данного направления исследований обобщены в работе [12]. Полный анализ исследований наблюдений электромагнитного поля (ЭМИ) приведен в работе [13]. Изучение неприливных изменений силы тяжести и их связи с современными сеймотектоническими процессами представлено многими коллективами авторов и рассматривалось на ежегодных совещаниях под руководством Ю.Д. Буланже [14]. Деформационные и наклономерные наблюдения на геодинамических полигонах с особой тщательностью были проанализированы в период Спитакского землетрясения [15]. Комплексные геолого-геофизические исследования позволили увязать вариации геофизических полей с различными крупномасштабными тектоническими процессами. Источниками тектонических движений в различных регионах Земли могут быть: тепловая энергия внутренних слоев Земли, энергия ее вращения, потенциальная энергия горных масс и др. источники. Общими закономерностями выявленных вариаций геофизических полей является наличие аномалий определенного типа перед всеми землетрясениями. Открытым остается вопрос о радиусе учета тектонического влияния на геофизический процесс. Теоретически ясно, что каждой аномалии при увеличении радиуса учета можно сопоставить землетрясение. Следовательно, решение данного вопроса остается основной проблемой современной геофизической науки, специализирующейся на прогнозных задачах. Об этом свидетельствует и направленность докладов совещаний и симпозиумов последних 5-ти лет.

При всей привлекательности современных систем прогноза землетрясений, интерпретация проявлений признаков формирующего очага землетрясения производится авторами без учета блокового строения литосферы, волновых и вихревых свойств геосфер. В рамках данных моделей разрабатываемые концепции прогноза следует рассматривать как общую проблему контроля изменяющегося напряженного состояния литосферы в глобальном процессе энергетической самоорганизации геосфер вследствие иницирующих влияний космических факторов.

Изучение вариаций физических полей в связи с сейсмичностью показывает, что пространственный период проявления аномалий намного превосходит область, охватываемую экспериментальной базой. В качестве классического примера приводится временной ход разности среднесуточных значений магнитного склонения на двух японских станциях, удаленных от эпицентра Ханкайского землетрясения 1946 г. на 60 и 600 км. По данным Като [16] разность вначале - перед землетрясением, примерно на 1 минуту возросла, потом резко уменьшилась на 4 минуты и, далее, в течение восьми месяцев шло восстановление до нормального уровня. Большая длительность заключительной фазы эффекта, по мнению Нагата Т. [17], противоречит пьезомагнитной модели наблюдавшейся вариации, но эффект может быть объяснен как результата движения земной коры или как проявление электрокинетических явлений, возникающих из-за диффузии грунтовых вод. Отклик геомагнитного поля на изменения сейсмической активности был обнаружен и в его вековых вариациях, обусловленных дрейфом главного магнитного поля Земли [18]. Установлено, что области с аномальным вековым ходом геомагнитного поля наблюдаются в Японии в районах повышенной сейсмической и вулканической активности.

Следует заметить, что Нагата [19] для объяснения сейсмомагнитного эффекта привлекает иные подходы, что, скорее всего, подчеркивает необходимость учета конкретной геологической обстановки для выбора тех или иных моделей сейсмомагнитных эффектов.

Пионерные работы А.А. Воробьева, его теоретические разработки, лабораторные и полевые эксперименты по изучению сейсмоэлектромагнитных явлений позволили установить физическую природу электромагнитного излучения (ЭМИ) горных пород в их естественном залегании в условиях изменяющегося деформационного процесса земных недр [20, 21]. В этой связи, представляют несомненный интерес результаты натуральных наблюдений за аномальными вариациями импульсного электромагнитного поля Земли (ЭМИ – ИЭМПЗ) в сейсмоактивных регионах и их интерпретация [22].

Первые исследования аномальных возмущений в ионосфере было изложено Я.Г. Бирфельдом в 1974 г. Кривые вариации по ЭМИ имеют квазисинусоидальный характер с максимумом интенсивности излучений, приходящимися на дневное время суток и максимумом интенсивности в ночное время. Характерная цикличность нарушается за несколько часов до реализации наиболее сильных землетрясений. Анализ материала позволяет сделать вывод о возможности выхода на поверхность электромагнитных эмиссий и дает авторам основание утверждать, что существует принципиальная возможность обнаружения предвестников электромагнитных аномалий. Аномалии ЭМИ проявляются на больших площадях и расстояниях

от очага землетрясения. Причем, в отличие от аномалий магнитного поля, в данном случае отсутствует корреляция между амплитудой аномалии и параметрами очага.

Изучение неприливных изменений силы тяжести и показывает их высокую связь с современными сеймотектоническими процессами [14]. Отмечено, что неоднородность земной коры может играть существенную роль в весьма быстрых современных процессах, происходящих в земных недрах. Планетарные вариации силы тяжести оценивались при условии, что они обусловлены «таянием» земной коры. Расчетный эффект составляет около 0,004 мГал в год. Вулканогенные и сейсмогенные изменения  $\Delta g$  обычно связывают с вертикальными перемещениями земных блоков или с изменением влагонасыщенности горных пород.

Анализ взглядов на природу аномальных проявлений физических полей вследствие сеймотектонических процессов свидетельствует, что аномалии глобальной геофизической среды наиболее интенсивно продуцируются в зонах динамического влияния разломов, к которым приурочены эпицентры землетрясений [23]. Максимальным уровнем сейсмической опасности характеризуются зрелые деструктивные поля зоны динамического влияния генеральных разломов. Именно эти области земной коры, наделенные высоким сейсмическим потенциалом, следует считать источниками аномалий физических полей. В этой связи, важной задачей становится изучение пространственных закономерностей распределения аномалий физических полей.

### Литература

1. Reid HF. The California earthquake of April 18 1906. V.2 // The mechanics of the earthquake. The Carnegie Inst. Washington, 1910.
2. Reid HF. The elastic-rebound theory of earthquakes. University of California Publ. Geol. Sci. 1911. V. 6. P. 413-444.
3. Тяпкин К.Ф., Гонтаренко В.Н. Системы разломов Украинского щита. - Киев: Наук, думка, 1990. - 184 с.
4. Пейве А.В. Тектоника и магматизм // Изв. АН СССР, сер. геологическая. 1961. № 3. С. 36-54.
5. Быков В. Г. Нелинейные волновые процессы в геологических средах. Владивосток: Дальнаука, 2000. 190 с.
6. Быков В. Г. Деформационные волны Земли: концепция, наблюдения и модели // Геология и геофизика. 2005. Т. 46. № 11. С. 1176-1190.
7. Викулин А.В. Феноменологическая волновая модель сейсмического процесса // Докл АН СССР. 1990. Т.310. № 4. С.821-824.
8. Викулин А. В. Энергия и момент силы упругого ротационного поля геофизической среды // Геология и геофизика. 2008. Т. 49. № 6. С. 559-570.
9. Садовский М.А. Избранные труды. Геофизика и физика взрыва. М.: Наука, 2004. 440 с.
10. Nagata T. Tectonomagnetism, Jnt, Assoc. Geomag. Aeron. Bull., №27, p.12, 1969y.
11. Nagata T. Application of tectonomagnetism to earthquake phenomena, Tectonophis., №14.- p.263.-1972y.
12. Сковородкин Ю.П. Изучение тектонических процессов методами магнитометрии.-Из-во ИФЗ АН СССР.-1985.-197с.
13. Гохберг М.Б., Моргунов В.А., Похотелов О.А. Сейсмоэлектроманнитные явления.-М.:Наука.-1988.-174с
14. Буланже Ю.Д. Неприливные изменения силы тяжести//Повторные гравиметрические наблюдения.- М.:Из-во ВНИИГеофизики.-1983.
15. Деформационные процессы в период предшествующий Спитакскому землетрясению. - М.:ИФЗ АН СССР, 1989. - 100с.
16. Kato V., Utashiro S. On the changes of the terres trial magnetic field accompanyg the Great Nankaido earthquake of 1946, Sci, Rep.Tohoku Univ.Ser.5, №1.-p.40.-1948y.
17. Nagata T. Tectonomagnetism, Jnt, Assoc. Geomag. Aeron. Bull., №27, p.12, 1969y.
18. Fujita N. The magnetic distucbanse accompaning the Nigata earthquake,J.Geod.-v.11.-p.8.-1965y.
19. Nagata T. Application of tectonomagnetism to earthquake phenomena, Tectonophis., №14.- p.263.-1972y.
20. Воробьев А.А. Физические условия залегания вещества в земных недрах. – Томск: Изд–во Томского политех. ин–та, 1971. – Ч. 1. – 270 с.
21. Воробьев А.А. Равновесие и преобразование видов энергии в недрах. – Томск: Изд–во Томского ун–та, 1980. – 211 с.
22. Соболев Г.А., Демин В.М. Механоэлектрические явления в Земле. – М.: Наука, 1980. – 215 с.
23. Хаин В.Е., Короновский Н.В. Планета Земля от ядра до ионосферы. М.: КДУ, 2007. 244 с.