



Chaos and Correlation
International Journal, October 31, 2013

УДК 303. 732. 4+550. 2 + 550. 34. 013

UDC 303. 732. 4+550. 2 + 550. 34. 013

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ С
ПРИМЕНЕНИЕМ АСК-АНАЛИЗА**

**EARTHQUAKE PREDICTION USING
AUTOMATIC SYSTEM COGNITIVE ANALYSIS**

Чередниченко Наталья Алексеевна
Владивосток, Россия

Cherednychenko Natalia Alekseevna
Vladivostok, Russia

Луценко Евгений Вениаминович
д.э.н., к.т.н., профессор
*Кубанский государственный аграрный университет,
Краснодар, Россия*

Lutsenko Evgeny Veniaminovich
Dr.Sci.Econ., Cand.Tech.Sci., professor
Kuban State Agrarian University, Krasnodar, Russia

Бандык Дмитрий Константинович
*разработчик интеллектуальных систем,
Белоруссия*

Bandyk Dmitry Konstantinovich
artificial intelligence developer, Belarus

Трунев Александр Петрович, Ph. D. , к. ф. -м. н.
Директор, A&E Trounev IT Consulting, Торонто, Канада

Alexander Trunev, Ph. D.
*Director, A&E Trounev IT Consulting, Toronto,
Canada*

На основе локальных семантических информационных моделей Калифорнии исследована зависимость параметров сейсмической активности от положения небесных тел. Разработаны формализованные критерии астрономических параметров, имеющих высокую информационную значимость в подготовке и реализации землетрясений. На примере семантических моделей разработаны критерии сейсмической опасности для отдельных зон исследуемого региона Калифорнии размером 2x2 градуса географической долготы и широты, с учетом предполагаемой магнитуды и глубины гипоцентра возможных землетрясений. Создана модель краткосрочного прогнозирования землетрясений

On the basis of local semantic information of the models of California the dependence of parameters seismic activity on the position of the space objects has been investigated and the model of short-term earthquake prediction has been created. The formal criteria of astronomical parameters of high informative value in the preparation and implementation of earthquakes have been established. On the example of semantic models, we have developed criteria for seismic hazard zones for individual study of the region of California 2x2 degrees of longitude and latitude with regard to the intended depth of the hypo-center and magnitude of possible earthquakes

Ключевые слова: СЕМАНТИЧЕСКИЕ
ИНФОРМАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ,
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ,
СЕЙСМОГЕНЕЗ, ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ,
КРАТКОСРОЧНЫЙ ПРОГНОЗ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Keywords: SEMANTIC INFORMATION
MODEL, COMPUTATIONAL EXPERIMENT,
SEISMOGENESIS, EARTHQUAKES, SHORT-
TERM PREDICTIONS OF EARTHQUAKES

ВВЕДЕНИЕ

Ежегодно на всей Земле происходит около миллиона землетрясений, большинство из которых так незначительны, что остаются незамеченными, но единичные мощные землетрясения известны своими разрушительными последствиями.

Перспективы на текущее столетие не дают надежды на улучшение сейсмического климата в мире, как по количеству крупных землетрясений, так и по приросту населения Земли, проживающего в сейсмоопасных зонах, вследствие чего проблема прогнозирования землетрясений и смягчения рисков, связанных с этим видом природных катастроф, приобретает особую значимость. До настоящего времени эта проблема считается неразрешимой, так как не выявлены причины сейсмогенеза, неизвестны энергетические источники землетрясений и не понятно, что является пусковым механизмом землетрясения.

В настоящее время считается невозможным прогнозирование землетрясений на научной основе, так как не существует работающей модели сейсмогенеза. Эта модель должна включать в себя объяснение причин возникновения сейсмических очагов, накопления в них энергии и способа их разрядки.

Целью данной работы является разработка семантической информационной модели землетрясений на основе программы «AIDOS-X», позволяющей осветить подобные нерешенные вопросы сейсмологии и создать алгоритм оперативного (краткосрочного) прогнозирования землетрясений на примере региона большого разлома Сан-Андреас в Калифорнии.

СОСТОЯНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ И АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ

Сейсмология объясняет сейсмогенез эндогенными причинами, происходящими в недрах планеты. Общепринятой является теория тектоники плит, которая является отправной точкой для понимания происходящих внутри Земли процессов, ведущих к сейсмической и вулканической активности.

Считается, что причина перемещения литосферных плит – тепловая конвекция в мантии Земли. Источником энергии для этих течений служит разность температуры, а также разность давления и плотности пород. Нагретые в глубоких зонах Земли породы расширяются, плотность их уменьшается, и они всплывают, уступая место опускающимся более холодными и потому более тяжелым массам, уже отдавшим часть тепла земной коре. В этом процессе переноса тепла возникают конвективные потоки, которые замыкаются сами на себя и образуют устойчивые конвективные ячейки, согласующиеся по направлениям потоков с соседними ячейками. При этом в верхней

части ячейки течение вещества происходит почти в горизонтальной плоскости, и именно эта часть течения увлекает плиты в горизонтальном же направлении с огромной силой за счет огромной вязкости мантийного вещества.

Границы плит являются хрупкими и, если накопленное напряжение превышает прочность породы, происходит выброс накопленной энергии упругой деформации в виде землетрясений. В целом, 90% землетрясений в мире происходят вдоль границ плит, где породы, как правило, слабее и обладают большей готовностью к стрессу, чем породы в пределах плит. Оставшиеся 10% землетрясений происходят в пределах современных границ литосферных плит.

Вместе с тем в теории литосферных плит не получило объяснения периодическое изменение интенсивности тектонических движений, деформаций и сейсмичности, остается открытым вопрос о начале движения плит в истории Земли, неизвестны причины существования именно такой конфигурации литосферных плит и устойчивой глобальной сети глубоких разломов.

Мерой энергии сейсмических толчков является магнитуда. Показатель магнитуды – логарифм максимальной амплитуды записи сейсмического толка в микрометрах стандартным сейсмографом на расстоянии 100 км от эпицентра, таким образом, магнитуда является безразмерным показателем.

Сейсмическая энергия землетрясения с $M 6.0$ в 32 раза больше энергии землетрясения с $M 5.0$ и в 1000 раз больше, чем для землетрясения с $M 4.0$.

Термин «прогноз землетрясений» относится к прогнозу возможного сейсмического события и подразумевает определение трех параметров: локализации в пространстве, времени его наступления и мощности землетрясения. Не имеется четко определенных и узаконенных критериев прогноза по мощности, положению эпицентра в географической системе координат и предполагаемому времени сейсмособытий, так как нет системно получаемых результатов. Прогноз землетрясений не включает в себя определение глубины гипоцентра.

По этим критериям выделяют долгосрочные прогнозы (в течение нескольких лет), среднесрочные (от нескольких месяцев – до года) и краткосрочные или оперативные прогнозы с точностью от семи суток до нескольких часов от обозначенной в прогнозе даты. При этом считается, что прогноз должен касаться мощных, разрушительных

землетрясений, а прогнозирование места и времени землетрясения с вполне безопасной магнитудой – не имеет практического смысла.

Итоги полувековых усилий сейсмологов по прогнозированию землетрясений подвел в дискуссии под названием «Является ли достоверный прогноз индивидуальных землетрясений реалистичной научной целью?» журнал «Nature» 25. 02. 1999 года, на рубеже двух веков.

Представлены четыре точки зрения на возможность прогнозирования землетрясений. Согласно первой и второй, краткосрочное прогнозирование землетрясений невозможно, так как каждое отдельное землетрясение в пределах сейсмических зон является случайным событием, и подвержено распределению Пуассона.

Такой подход позволяет использовать в основном сведения о кластеризации землетрясений в пространстве (первая точка зрения) и времени (вторая точка зрения), что позволяет накапливать статистические данные о происшедших землетрясениях, тектонических плитах, активных разломах, а также использовать спутниковые данные для вычисления вероятного долгосрочного прогноза. Множество накопленных статистических данных пока не придают оптимизма сейсмологам, придерживающимся первой точки зрения: серия крупных землетрясений, происшедших в последние годы, выходит за рамки известных кластеров, они произошли неожиданно и вне зон известных разломов земной коры, что поставило под сомнение общепринятую точку зрения, что именно разломы земной коры индуцируют землетрясения.

Вторая группа сейсмологов опирается в основном на статистический анализ землетрясений во времени. Исходя из кластеризации ретроспективных землетрясений, они считают возможным сделать долгосрочный прогноз землетрясений в перспективе. Основанный на этих двух точках зрения многолетний эксперимент в Паркфилде (Калифорния) закончился неудачей.

В 1906 году произошло мощное землетрясение в Сан-Франциско на разломе Сан-Андреас. Спустя два года после него начались геологические исследования, которые продолжаются до настоящего момента. Исследования показали, что на протяжении последних полутора тысяч лет крупные землетрясения происходят в районе разлома Сан-Андреас примерно каждые 150 лет, а со средней магнитудой (около 6. 0) каждые двадцать два года. На этом основании USGS был сделан единственный в США

официальный долгосрочный прогноз землетрясения с предполагаемой магнитудой 6.0 в зоне Паркфилд на период между 1988 и 1992 годами, но оно произошло в 2004 году, тогда, когда его никто не ждал.

Третья группа сейсмологов высказывает мнение о возможности среднесрочного прогнозирования землетрясений, для чего используются множественные предвестники сейсмособытий, такие как: изменение уровня воды в колодцах, изменение температуры и химического состава подземных вод, главным образом, содержания радона, гелия и ртути; локальные облачные индикаторы; появление фэршоков или периода сейсмического затишья; изменение электропроводности и электромагнитного излучения горных пород и др.

В данной ситуации прогноз, хоть и является вероятностным, без уточнения времени, но предполагает наличие связи между характерными признаками предшествующих и предполагаемого землетрясения. Такой прогноз уже способен дать оценку вероятности и погрешности прогнозируемого неслучайного сейсмособытия. Практическая польза такого прогноза несомненна, она могла бы позволить соответствующим организациям подготовиться к предстоящим событиям в сроки от нескольких месяцев до недель.

Практические трудности также очевидны: существует множество предвестников землетрясений, но ни один из них не является однозначным, а также имеется значительная вероятность как риска пропущенных землетрясений, так и риска ложных тревог, включая эвакуацию населения, ухудшающую экономическую и социальную ситуацию, ведущую к потере общественного доверия.

Самая немногочисленная четвертая группа сейсмологов считает, что возможен научный детерминированный прогноз. Землетрясения по своей природе не являются случайными, и выявление закономерностей сейсмогенеза приведет к возможности их краткосрочного (или среднесрочного) прогнозирования. Мы можем надежно заранее знать их местоположение с указанием широты, долготы и глубины, мощности и времени возникновения, все в узких пределах (выше уровня случайного угадывания).

В целом к настоящему моменту первые три подхода смыкаются между собой, позволяя улучшить качество сейсмического районирования, выработки рекомендаций по сейсмоустойчивому строительству и программ страхования рисков от ЧС. Но проблемы краткосрочного прогнозирования землетрясений они не решают.

Решение данной проблемы возможно только в рамках четвертого подхода. В работах /6-9, 11-20/, выполненных с использованием семантических информационных моделей сейсмогенеза, была заложена основа для дальнейшего изучения проблемы прогнозирования землетрясений.

ПОСТАНОВКА И РЕШЕНИЕ ЗАДАЧИ

Данное исследование выполнено на основе системы искусственного интеллекта «AIDOS-X». В любой информационно-измерительной системе информация от объекта исследования к системе обработки информации (входящей в состав ИИС) всегда передается по некоторому каналу передачи информации. В физических и астрономических исследованиях в качестве канала передачи информации чаще всего выступают электромагнитные волны различных диапазонов: свет, радиоволны и рентгеновское излучение. Наши знания об этих каналах передачи являются неполными.

«Заметим, что на наш взгляд отсутствие знаний о каналах передачи взаимодействия или недостаточное их понимание не является фатальным препятствием на пути изучения свойств объектов с помощью этого взаимодействия. Это означает, что возможно получение адекватной информации об исследуемом объекте по слабо изученным каналам или каналам, природа которых вообще неизвестна. В процессах познания основное значение имеет информация, получаемая об объекте познания по каналам взаимодействия с ним, а не понимание природы этих каналов, которое не имеет принципиального значения на первых этапах познания. Этот подход будем называть информационным методом исследования» /6/.

Для решения проблемы прогнозирования землетрясений необходимо: построение локальной модели для выявления кластеризации землетрясений в пространстве и времени, выявление причин и энергетических источников сейсмогенеза, а также выявление путей и способа энергетической разрядки накопленной энергии или пусковых механизмов землетрясений.

Для построения локальной модели был выбран регион, ограниченный широтой 31-00 – 41-00 N и долготой 125-00 – 115-00 W. Этот регион включает в себя почти всю площадь штата Калифорния, где сейсмическая активность сопряжена в основном с наличием большого разлома Сан-Андреас.

Так как системный эффект – наличие у системы качественно новых, эмерджентных свойств, которые не сводятся к сумме свойств ее частей, то, чем больше элементов в системе, тем большую долю содержащейся в ней информации составляет информация, имеющаяся во взаимосвязях ее элементов.

Семантическая информационная модель базируется на том факте, что Земля включена в глобальную активную иерархическую информационную систему, компонентами которой, помимо нашей планеты, являются Солнце, Луна и планеты Солнечной системы.

Каждый из этих компонентов системы обладает сложной внутренней организацией, между тем, системный эффект тем выше, чем сложнее активные компоненты, ее составляющие, чем их больше и чем интенсивнее информационные взаимосвязи между элементами системы.

В то же время, если сравнивать уровень эмерджентности слагаемых элементов системы, состоящих из компонентов разного уровня сложности и включающих в себя такие многосложные компоненты, как ноосфера, а также такие относительно простые компоненты, как литосфера, но состоящие из множества простых элементов, объединенных в кластеры, то уровень системности этих компонентов может быть одинаковым, что наглядно демонстрируют природные и техногенные землетрясения. В такой модели информационные связи являются двухсторонними.

В открытой глобальной системе Земля – множественные небесные тела Солнечной системы гипотетически должен существовать механизм накопления энергии в каждой сейсмически активной зоне, регионе и разломе, обусловленные длительным воздействием медленно движущихся небесных объектов, таких как Плутон, Нептун, Уран и Сатурн, вследствие чего этот участок приобретает сенсбилизацию к последующему информационному воздействию, а также механизм разрядки накопившейся в данном участке литосферы сейсмической энергии вследствие относительно небольшого дополнительного информационного воздействия, которое является катализатором и пусковым механизмом сейсмической разрядки.

Статистическая база землетрясений была сформирована на основе оперативного сейсмологического каталога ANSS /4/, содержащего данные 33914 землетрясений в выбранном регионе с 01. 01. 1932 г. по 2011 г. включительно с магнитудой 3. 0-7. 5, далее – БАЗА землетрясений. Файл распознавания содержит 1027 строк с

землетрясениями, происшедшими в исследуемом регионе в 2012 году и в I-VIII 2013 года, а также строки с астропараметрами на каждый день IX-XII 2013 года и 2014 год.

Астропараметр – это астрономический признак планеты на определенный момент исследования, который задается в семантической информационной модели (0; 360). С учетом повышения эмерджентности каждый астропараметр приобретает неотъемлемые системные свойства.

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 информативности. Решение обратной задачи включает в себя распознавание категорий по заданным астрономическим параметрам. Частным случаем задачи распознавания является определение достоверности идентификации категорий по астрономическим данным в каждой модели.

Сейсмособытием можно считать регистрацию землетрясения сейсмостанцией. Каждое такое событие характеризуется моментом времени и географическими координатам, а также магнитудой и глубиной гипоцентра. Эти данные из единой базы землетрясений можно использовать для формирования различных информационно-семантических моделей, если в соответствие им поставить одни и те же астропараметры небесных тел, такие, как долгота, широта, склонение, скорость движения, расстояние до Земли – для Солнца, Луны и ее узлов, Марса, Меркурия, Венеры, Юпитера, Сатурна, Урана, Нептуна и Плутона, а также положение узлов, афелия, перигелия для планет Солнечной системы и Плутона, предположительно имеющих информационно-семантический резонанс с исследуемыми сейсмособытиями.

Астрономические параметры вычислялись на начало суток (в 00:00:00 GMT) в фиксированной точке с географическими координатами (00. 00E; 55. 08N) в сидерической системе координат. Моделирование сейсмогенеза осуществлялось на основе пяти базовых моделей и моделей второй гармоники, производных от базовых моделей.

1. Локальная базовая модель на основе пространственно-временной кластеризации землетрясений. Обобщенные образы классов землетрясений учитывались в зонах, включающих в себя по 2×2 градуса географической долготы и широты, с целью пространственной кластеризации землетрясений в них, а также

выявления возможностей краткосрочного прогноза сейсмических событий в пределах отдельно взятой зоны. В процессе исследований и удаления малозначимых зон в модели осталось 19 сейсмически активных зон (или 19 классов).



Рисунок 1. Карта локальной модели калифорнийского разлома Сан-Андреас.

Из астрономических параметров и факторов сейсмической активности была создана база данных, при этом астропараметры разделялись на 180 градаций, что соответствует делению долготы подобно делению исследуемого региона на зоны по два градуса земной долготы и широты. Параметр сходства, который является аналогом коэффициента корреляции в статистике, определялся на основе системы искусственного интеллекта «AIDOS-X».

Для данного исследования важно, что в базу статистических данных землетрясений включены сейсмические события с магнитудой 3.0 и более. Ориентация в краткосрочном прогнозе только на разрушительные землетрясения не позволяет выявить закономерности сейсмогенеза, а, следовательно, и сама возможность прогноза становится проблемной.

Данная модель сформирована для проверки гипотезы о том, что именно определенные астропараметры являются факторами, вызывающими на информационном уровне возникновение сейсмозон и насыщение их энергией. Такие

астропараметры должны быть медленно движущимися для того, чтобы иметь долговременный контакт с определенными зонами, длительная проекция на определенные долготы и широты земной поверхности может вызывать семантический информационный резонанс в этих зонах, выводящий их из состояния устойчивого сейсмического равновесия.

Задача о распознавании категорий событий в поле центральных сил

Рассмотрим задачу распознавания категорий по астрономическим данным /16-22/. Имеется множество событий A , которому ставится в соответствие множество категорий C_i . Событием можно считать регистрацию землетрясения сейсмологической станцией, а категорией – его принадлежность определенной долготе и широте (зоне), магнитуду, лежащую в определенном интервале и глубину гипоцентра. Каждое такое событие характеризуется моментом времени. 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:

$$N_{ij}(x_j, k) = N_i w(\tilde{x}_j, k) \Delta x, \quad x_j < \tilde{x}_j < x_j + \Delta x \quad (1)$$

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

Здесь w – плотность распределения событий вдоль нормированной координаты /15/. Нормированная переменная определяется через угловую и радиальную координаты следующим образом:

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

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/

$$I_{ijk} = \log_2 \frac{N_{ij} / \sum_j N_{ij}}{\sum_i N_{ij} / \sum_{i,j} N_{ij}}, N_{ij}(x_{jk}) \neq 0$$

$$I_{ijk} = 0, N_{ij}(x_{jk}) = 0,$$

$$\delta I_{jk} = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_i \left(I_{ijk} - \frac{1}{n} \sum_i I_{ijk} \right)^2}$$

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

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.

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

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

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

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 – значение 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 системах искусственного интеллекта «Эйдос-астра» /2/ и AIDOS-X осуществляется по параметру сходства, который определяется следующим образом /23/:

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

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. Очевидно, что параметр сходства должен удовлетворять критерию простой проверки

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

В работе /23/ и других было показано, что процедура распознавания по параметру сходства (6), реализованная в системе искусственного интеллекта «Эйдос-астра» /2/, 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 /15/. В некоторых случаях этого достаточно, чтобы осуществить распознавание категорий.

Первая базовая модель гипотетически должна дать представление о наличии информационной связи между сейсмической активностью и астропараметрами, выявить влияние астрономических параметров на процесс формирования сейсмических очагов, кластеризацию землетрясений по зонам, то есть в пространстве, а также во времени, и причины накопления энергии в этих сейсмозонах, в связи с чем они получают готовность к сейсмоответу. Выявление подобной информационно-семантической зависимости в прямой задаче, по своей сути, будет являться методикой долгосрочного прогнозирования землетрясений в обратной задаче.

Была обнаружена зависимость параметра сходства от астропараметров.

Сам факт выявления существования корреляции сейсмособытий от астропараметров в отдельно взятой зоне размером 2×2 градуса является исключительно важным по своей значимости, так как свидетельствует о когерентных колебаниях в литосфере, обусловленных движением небесных тел.

2. Вторая базовая модель выявляет наличие корреляции между магнитудой сейсмособытий и астропараметрами. Если первая базовая модель создавалась для выявления причин формирования энергетических резервуаров в определенных зонах, то вторая базовая модель должна дать представление о механизме разрядки накопленной сейсмической энергии, векторах направления силы, путях и способах инициации сейсмоответа. Такой признак землетрясения как магнитуда может быть взят как критерий энергетической разрядки, поэтому во второй базовой модели в качестве классов взяты градации магнитуды землетрясений из БАЗЫ, от 3. 0 до 7, 5 с интервалом по магнитуде 0, 5, всего 9 классов. Здесь также выявлена зависимость параметра сходства от тех же астропараметров.

3. Третья базовая модель определяет наличие параметра сходства между глубинами гипоцентра землетрясений и теми же астропараметрами. Третья базовая

модель создана для проверки предположения о том, что плоскость Мохоровичича также формируется под информационным воздействием астропараметров.

В выбранной модели Калифорнии сейсмическая активность происходит при глубинах гипоцентров до 87 км, а все сейсмособытия в этой модели с магнитудой 5.0 и более происходят при глубине гипоцентров до 33 км, поэтому выделено три класса, в зависимость им поставлены те же 89 астропараметров.

Исследование глубин гипоцентра сейсмособытий является важным этапом для последующего прогнозирования землетрясений. Но такие показатели глубин гипоцентров ограничивают исследование локальной модели Калифорнии верхними уровнями мантии. Для более полного понимания происходящих процессов необходимы исследования в моделях других регионов планеты.

Базовые модели №4, где в качестве классов были взяты долготы, широты и магнитуда сейсмособытий из БАЗЫ землетрясений, а также №5, где в качестве классов взяты долготы, широты и глубины гипоцентров, а в зависимость им поставлены астропараметры из Базы, являются вариантами моделей №№1-3. Детальные исследования отдельных астропараметров, входящих в базовые модели, являются вариантами выбора для моделей второй гармоника.

Сравнительные результаты исследований в базовых моделях №№1-3 представлены в таблице №1.

Таблица 1 – СВОДНАЯ ТАБЛИЦА КАТЕГОРИЙ СЕЙСМИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ И ПАРАМЕТРОВ СХОДСТВА.

№	БАЗОВАЯ МОДЕЛЬ №1 КЛАССЫ: 19 ЗОН		БАЗОВАЯ МОДЕЛЬ №2 КЛАССЫ: 9 ГРАДАЦИЙ МАГНИТУДЫ		БАЗОВАЯ МОДЕЛЬ №3 КЛАССЫ: 3 ГРАДАЦИИ ГЛУБИН ГИПОЦЕНТРОВ	
	Астропараметр	INT_INF по убыванию	Астропараметр	INT_INF по убыванию	Астропараметр	INT_INF по убыванию
1	PL LNG	0, 8860	MO DECL	0, 6655	UR LNG	0, 5014
2	PL MC	0, 8860	MO LNG	0, 6612	SA LNG	0, 4997
3	PL DECL	0, 8858	JU VEL	0, 6601	UR LAT	0, 4950
4	UR LNG	0, 8774	UR KETU	0, 6522	PL DECL	0, 4824
5	SA LNG	0, 8452	UR RAHU	0, 6499	PL LNG	0, 4821
6	UR LAT	0, 8414	NE AF	0, 6481	PL MC	0, 4821
7	NE LNG	0, 8391	VE DECL	0, 6464	NE LAT	0, 4807
8	NE IC	0, 8391	MER LNG	0, 6464	JU LNG	0, 4746
9	NE LAT	0, 8360	JU DIST	0, 6462	SA DECL	0, 4713
10	RAHU LNG	0, 8118	MER DIST	0, 6439	SA LAT	0, 4688
11	KETU LNG	0, 8113	NE KETU	0, 6438	UR VEL	0, 4670
12	JU LNG	0, 8082	VE LNG	0, 6436	RAHU DECL	0, 4659

13	SA LAT	0, 8018	SA PER	0, 6431	KETU DECL	0, 4659
14	SA DECL	0, 7795	MO LAT	0, 6425	RAHU LNG	0, 4649
15	UR DECL	0, 7707	MER DECL	0, 6410	NE LNG	0, 4641
16	MO APOG	0, 7691	MA DECL	0, 6387	NE IC	0, 4641
17	RAHU DECL	0, 7600	PL PER	0, 6384	MO APOG	0, 4632
18	KETU DECL	0, 7600	MA AF	0, 6360	KETU LNG	0, 4627
19	JU LAT	0, 7425	UR LNG	0, 6358	MO AP DECL	0, 4608
20	JU DECL	0, 7397	MER RAHU	0, 6357	MER LNG	0, 4557
21	MO AP DECL	0, 7341	SA DIST	0, 6329	JU DECL	0, 4537
22	PL LAT	0, 7082	PL VEL	0, 6327	NE DIST	0, 4528
23	MO AP LAT	0, 6865	SU LNG	0, 6318	MER PER	0, 4527
24	MA LNG	0, 6687	MA LNG	0, 6317	MER KETU	0, 4515
25	SA DIST	0, 6595	NE DIST	0, 6314	MA LNG	0, 4508
26	UR DIST	0, 6566	SA KETU	0, 6299	SA DIST	0, 4493
27	NE DECL	0, 6562	SA VEL	0, 6288	MO LNG	0, 4482
28	MA DIST	0, 6540	MER AF	0, 6284	SU LNG	0, 4477
29	MA DECL	0, 6539	UR PER	0, 6283	UR KETU	0, 4474
30	VE LNG	0, 6492	MA DIST	0, 6282	PL VEL	0, 4458
31	MER LNG	0, 6444	MER KETU	0, 6277	JU DIST	0, 4452
32	PL PER	0, 6377	MO APOG	0, 6276	UR PER	0, 4449
33	MER RAHU	0, 6357	JU LNG	0, 6275	MER AF	0, 4440
34	SU LNG	0, 6319	PL KETU	0, 6270	SU DECL	0, 4427
35	MER AF	0, 6318	MER VEL	0, 6269	MA DECL	0, 4415
36	MER PER	0, 6276	SA AF	0, 6263	UR DIST	0, 4414
37	SA VEL	0, 6266	NE PER	0, 6260	MA DIST	0, 4407
38	MER KETU	0, 6264	JU DECL	0, 6247	SU DIST	0, 4401
39	JU VEL	0, 6239	UR LAT	0, 6229	VE RAHU	0, 4396
40	VE DECL	0, 6237	UR DIST	0, 6224	PL AF	0, 4388
41	PL AF	0, 6235	VE KETU	0, 6221	UR AF	0, 4387
42	UR KETU	0, 6213	SU VEL	0, 6220	PL PER	0, 4386
43	JU DIST	0, 6204	VE AF	0, 6218	MA LAT	0, 4383
44	VE AF	0, 6198	NE VEL	0, 6209	PL RAHU	0, 4373
45	UR VEL	0, 6185	MO AP DECL	0, 6203	VE AF	0, 4365
46	VE PER	0, 6183	MO AP LAT	0, 6188	VE KETU	0, 4365
47	PL VEL	0, 6175	UR VEL	0, 6185	VE LNG	0, 4357
48	NE DIST	0, 6175	NE RAHU	0, 6179	VE DECL	0, 4348
49	PL KETU	0, 6171	SA LNG	0, 6173	MO DECL	0, 4340
50	MA LAT	0, 6168	SA RAHU	0, 6169	MER VEL	0, 4333
51	NE KETU	0, 6168	MER LAT	0, 6163	UR DECL	0, 4331
52	SA RAHU	0, 6167	MER PER	0, 6163	JU LAT	0, 4326
53	MO LNG	0, 6147	KETU LNG	0, 6152	MER RAHU	0, 4324
54	SA KETU	0, 6147	SA LAT	0, 6150	VE PER	0, 4320
55	MER DECL	0, 6139	JU AF	0, 6137	MER LAT	0, 4316
56	MA PER	0, 6134	JU LAT	0, 6127	VE DIST	0, 4297
57	NE VEL	0, 6113	UR AF	0, 6125	SA VEL	0, 4293
58	VE RAHU	0, 6110	PL LNG	0, 6124	MA PER	0, 4292
59	SA AF	0, 6095	PL MC	0, 6124	JU AF	0, 4289
60	MO DECL	0, 6095	PL RAHU	0, 6109	MER DIST	0, 4278
61	UR AF	0, 6093	SA DECL	0, 6108	MER DECL	0, 4274
62	SU DIST	0, 6073	RAHU LNG	0, 6102	UR RAHU	0, 4272

63	MER LAT	0, 6056	VE RAHU	0, 6098	NE AF	0, 4271
64	NE RAHU	0, 6053	VE PER	0, 6091	NE VEL	0, 4249
65	UR RAHU	0, 6052	MA KETU	0, 6074	NE PER	0, 4248
66	VE KETU	0, 6047	SU DIST	0, 6060	MO DIST	0, 4243
67	VE DIST	0, 6044	NE LNG	0, 6056	JU RAHU	0, 4242
68	UR PER	0, 6043	NE IC	0, 6056	JU VEL	0, 4230
69	PL DIST	0, 6040	MO VEL	0, 6030	PL KETU	0, 4222
70	SU DECL	0, 6037	SU DECL	0, 6023	MO LAT	0, 4202
71	MA AF	0, 6017	MO DIST	0, 6021	SA AF	0, 4187
72	JU AF	0, 6011	JU RAHU	0, 6014	SA RAHU	0, 4185
73	SU VEL	0, 6005	JU KETU	0, 5952	MA KETU	0, 4183
74	MER DIST	0, 5995	PL DECL	0, 5938	SA PER	0, 4177
75	SA PER	0, 5995	MA PER	0, 5933	MO AP LAT	0, 4157
76	NE AF	0, 5992	VE DIST	0, 5920	MA AF	0, 4151
77	PL RAHU	0, 5987	RAHU VEL	0, 5910	SA KETU	0, 4151
78	MA KETU	0, 5983	NE LAT	0, 5818	NE KETU	0, 4149
79	MO DIST	0, 5963	MA LAT	0, 5818	NE RAHU	0, 4136
80	MO LAT	0, 5959	UR DECL	0, 5814	SU VEL	0, 4107
81	JU KETU	0, 5956	PL AF	0, 5761	JU KETU	0, 4081
82	MER VEL	0, 5915	RAHU DECL	0, 5585	VE LAT	0, 4061
83	JU RAHU	0, 5879	KETU DECL	0, 5585	MA VEL	0, 3943
84	NE PER	0, 5804	MA VEL	0, 5551	MO VEL	0, 3892
85	MA VEL	0, 5755	PL LAT	0, 5416	PL DIST	0, 3820
86	MO VEL	0, 5724	VE LAT	0, 5136	RAHU VEL	0, 3752
87	VE LAT	0, 5612	PL DIST	0, 5105	NE DECL	0, 3708
88	RAHU VEL	0, 5433	NE DECL	0, 4917	PL LAT	0, 3670
89	VE VEL	0, 4635	VE VEL	0, 4192	VE VEL	0, 3025

Корреляция параметров сходства в этих моделях является неоднородной, так, в первой модели, где исследуется наличие зависимости локализации землетрясений в пространстве от 89 астропараметров, максимальное сходство по отношению к классам из 19 зон определяется для положения на небесной сфере медленно движущихся небесных тел, таких как: Плутон, Уран, Сатурн, Нептун, Юпитер, апогей Луны и ее узлы (астропараметры I группы).

Такие факторы, как долгота, склонение и широта этих физических и условных небесных объектов (то есть их положение на небесной сфере) оказывает максимальное информационное влияние на кластеризацию землетрясений по исследуемым зонам в локальной модели Калифорнии, и, следовательно, на накопление в них сейсмической энергии для последующей реализации сейсмособытий.

Исследуемый регион разлома Сан-Андреас является частной моделью сейсмоактивных зон Земли, и мы вправе предполагать существование подобного механизма накопления энергии и для всех остальных сейсмозон в пределах планеты.

После периода аккумуляции энергии должен следовать период разрядки накопившейся энергии для региона в целом и каждой отдельно взятой зоны в отдельности.

Вторая базовая модель, в которой исследуется параметр сходства градаций магнитуды (классов) от астропараметров, выявляет зависимость энергии сейсмособытий от воздействия соответствующих факторов.

«Развитие активных систем происходит путем чередования периодов эргодичности и точек бифуркации. На периодах эргодичности законы поведения объекта практически не изменяются, и накапливаются количественные изменения, которые, в конце концов, приводят к его скачкообразному качественному изменению и переходу в новый период эргодичности. Для активных систем точки бифуркации, по сути, представляют собой точки принятия решений, определяющих эволюцию системы на следующем периоде эргодичности. При этом сами моменты времени, в которые осуществляются переходы активной системы в точки бифуркации могут определяться низко энергетическими, по существу, информационными внешними воздействиями, эффект влияния которых абсолютно не сопоставим с их мощностью и общей затраченной энергией» /19/.

Гипотетически можно предположить, что в качестве катализаторов землетрясений должны выступать быстро движущиеся планеты и их параметры. Учитывая, что Луна в своем движении покрывает за сутки около 13 градусов земной долготы, наиболее вероятно ее первоочередное информационное воздействие на сейсмически активные регионы, накопившие энергетический потенциал и готовые к разрядке в виде землетрясений.

В базовой модели №2 максимальной значимостью обладают такие астропараметры, как долгота и деклинация Луны. Это исследование убедительно доказывает информационное влияние Луны как пускового механизма сейсмособытий. В сущности, Луна является самым быстро движущимся небесным объектом, ее еще далеко не полностью исследованная роль в системе Земля-Луна, очевидно, является более значимой, чем представляется на сегодняшний день.

В данной модели на первый план выступает корреляция между магнитудой, как показателем сейсмической разрядки накопленной энергии, и такими астропараметрами, как узлы планет и положение афелия-перигелия в геоцентрической системе координат.

Положение и динамика смещения узлов и афелия-перигелия планет, скорость планет и их дистанция до Земли в данной модели оказывают более значимое влияние на энергетическую разрядку сейсмических очагов, чем такие параметры, как долгота и широта физических тел планет.

Известно, что точки афелия-перигелия и планетарные узлы относятся к кеплеровым элементам планетарных орбит, определяющих положение небесного тела в пространстве в задаче двух тел, в данном случае речь идет об информационном взаимодействии Земли и окружающих ее небесных тел Солнечной системы. Результат исследования в базовой модели №2 доказывает существование информационно-семантической зависимости между магнитудой, как критерием сейсмической разрядки, и элементами планетарных орбит.

Выявленное распределение астропараметров по их информационно-семантической значимости связано с существенными различиями между ними, а именно: являются ли эти факторы принадлежащими планетам внутреннего или внешнего круга по отношению к Земле, что определяет принципиальную разницу в их динамике.

Такие астропараметры, как узлы и афелий-перигелий внутренних планет, к которым относятся Меркурий и Венера, в геоцентрической системе координат совершают полное обращение по зодиакальному кругу в течение года или периода обращения Земли вокруг Солнца.

Геоцентрические узлы и афелий-перигелий внешних по отношению к Земле планет, от Марса до Плутона, совершают колебательные движения разной амплитуды в течение года, при этом амплитуда их движения зависит от дистанции соответствующей планеты до Земли.

Характерно и то, что планетарные узлы, как и точки афелия-перигелия, в геоцентрической системе координат не находятся в противофазе, так как рассматриваются с Земли. Это приводит к тому, что для планет внутреннего круга возможно любое угловое расстояние между ними, в то время как с увеличением расстояния от Земли до соответствующей внешней планеты угловые расстояния между ее узлами и точками перигелия-афелия становятся все более приближенными к 180 градусам.

В этом – принципиальная разница между проекциями на Землю данных элементов орбит небесных тел, и гипотетически планетарные узлы и афелий-перигелий внешних планет, совершающие годовые колебательные движения, постоянно проецируются на определенные регионы Земли и могут служить силовыми линиями разрядки накопленной сейсмической энергии. Соответственно, такие астропараметры могут вызывать в течение геологических эпох формирование сейсмических очагов, их последующую кластеризацию во фрагменты разломов, соединение в крупные разломы земной поверхности и в формирование гигантских разломов, подобных разлому Сан-Андреас, а в итоге – литосферных тектонических плит.

Среди внешних планет Марс занимает особое положение, так как он является ближайшей внешней планетой по отношению к Земле. Элементы орбиты Марса смещаются от условного центра их проекции на Землю на максимальное расстояние по сравнению с остальными планетами внешнего круга. Если излагаемая гипотеза, что проекция условных элементов орбит планет на Землю способна нести информационное воздействие и вызывать вполне ощутимые результаты в виде тектоники литосферных плит и сейсмической активности, верна, информационное взаимодействие Марс-Земля является основным фактором, вызывающим формирование тихоокеанского огненного кольца и Срединно-Атлантического хребта.

Отмечается особое информационное воздействие Урана на построенную локальную модель Калифорнии. Такие астропараметры, как долгота и широта Урана формируют сейсмические очаги, о чем свидетельствует тот факт, что они занимают в сводной таблице 4 и 6 место по значимости информационного воздействия после влияния Плутона, согласно базовой модели №1.

Узлы Урана оказывают системный эмерджентный эффект на разрядку сейсмических очагов, занимая соответственно 4 и 5 места во второй базовой модели.

Такие астропараметры как долгота и широта Урана также вносят свой вклад в формирование плоскости сейсмического ответа – глубины гипоцентра землетрясений по результатам базовой модели №3.

Такое особое положение Урана в сейсмогенезе разлома Сан-Андреас объясняется тем фактом, что узлы Урана имеют непосредственный информационный контакт с исследуемым регионом - проецируются в сидерической системе координат на территорию Калифорнии. Известно, что разлом Сан-Андреас является неоднородным по своему строению.

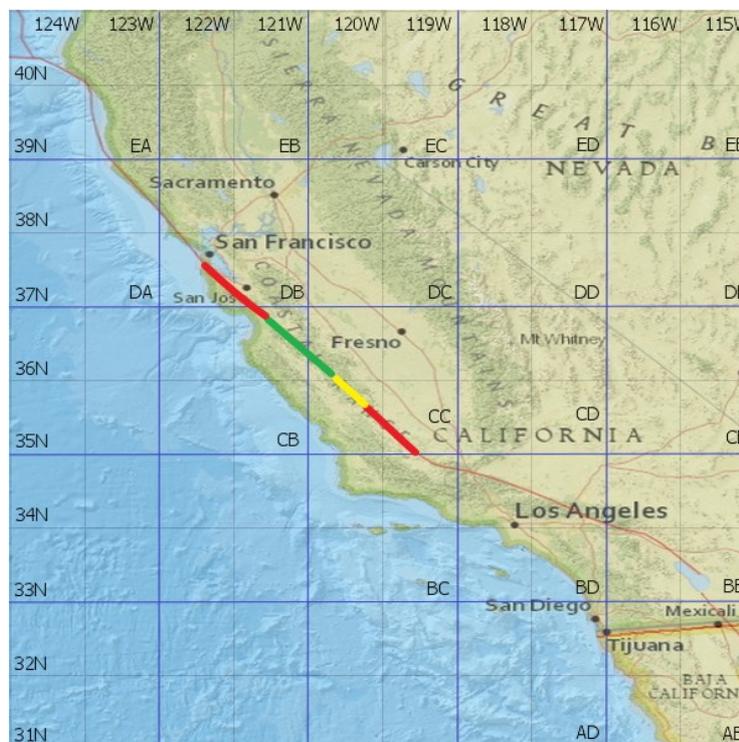


Рисунок 2. Строение разлома Сан-Андреас.

На рисунке 2 – часть разлома, выделенная зеленым цветом – это пластичная, смещающаяся часть разлома. Части разлома выше города Сан-Хуан Батиста и ниже Холаме – представляют собой заблокированные участки, они выделены красным цветом. Паркфилдский участок разлома – переходная зона между пластичным и заблокированными участками Сан-Андреас.

Среди исследуемых астропараметров в базовой модели №2 узлы Урана являются индукторами разрядки накопленной энергии. Возможно, что проекция узлов Урана на исследуемый регион ограничивает с юга пластичный участок разлома. С севера этот же участок замыкает разнонаправленное влияние проецируемых узлов Урана.

Для проверки этой гипотезы была создана модель №6 второй гармоники, где в качестве классов взяты долгота, широта и магнитуда землетрясений из БАЗЫ за 1932-

2011 год, по пять классов в каждой категории, а в качестве астропараметров – динамика смещения узлов Урана за этот же период времени в 12 градациях.

По этим данным можно построить матрицу информативностей, которая может быть использована в решении прямой задачи для выявления и визуализации когнитивных функциональных зависимостей во фрагментированных и зашумленных данных большой размерности, а также обратной задачи прогнозирования сейсмической активности в регионе Калифорнии.

Кратко поясним суть этого метода. Матрица информативностей рассчитывается на основе системной теории информации /7/ непосредственно на основе эмпирических данных и представляет собой таблицу, в которой столбцы соответствуют *обобщенным* образам классов, т. е. будущим состояниям моделируемой системы, строки – значениям факторов, влияющих на эту систему, а на пересечениях строк и столбцов находится количество информации, которое содержится в факте действия значения фактора, соответствующего строке, на переход системы в состояние, соответствующее столбцу.

Максимальное количество информации, которое может быть в значении фактора, определяется числом будущих состояний моделируемой системы. Модуль количества информации отражает силу влияния значения фактора, а знак – направление этого влияния, т. е. то, способствует он или препятствует наступлению данного состояния.

Если последовательности классов и значений факторов образуют порядковые шкалы или шкалы отношений, т. е. соответственно, на них определены отношения «больше-меньше» или, кроме того, единица измерения, начало отсчета и арифметические операции, то матрица информативностей допускает наглядную графическую визуализацию, *традиционного* для функций типа, когда значения факторов рассматриваются в качестве значений аргумента, а классы, о наступлении которых в этих значениях факторов содержится *максимальное* количество информации – в качестве значений функции.

Другие классы, менее обусловленные данным значением фактора, а также те, наступлению которых это значение препятствует в большей или меньшей степени, также могут отображаться соответствующими цветами, и это также может представлять интерес, т. к. позволяет задействовать мощные способности человека к анализу изображений. Когнитивные функции, представляемые в форме матрицы информативностей, соответствуют очень общему виду функциональной зависимости:

многозначной функции многих аргументов, т. к. каждое значение фактора влияет на все состояния моделируемого объекта, и каждое его состояние обусловлено всеми значениями факторов.

Выявленная зависимость параметра сходства долготы землетрясений от положения узлов Урана может быть представлена в виде подматриц, где визуально выделяются области активизации и области пассивности исследуемых факторов. Так, восходящий узел Урана обладает максимальным воздействием на сейсмическую активность, когда проецируется на долготы от 47. 569 до 48. 137 и от 48. 137 до 48. 705, вызывая разрядку сейсмических очагов на долготе Калифорнии 115-113W и 125-123W соответственно. Второй пик информационного воздействия отмечается, когда восходящий узел Урана проецируется от 52. 682 до 53. 250, с максимумом влияния на долготы 121-119W.

Нисходящий узел Урана воздействует в противофазе, активизируя сейсмическую активность на долготе исследуемого региона, с максимумом на 123-121W, когда проецируется от 226. 919 до 228. 067. Для обоих узлов период пассивности приходится на срединные градации их проекций, что связано с разнонаправленным вектором воздействия двух астропараметров, когда их влияния нивелируются.

Так как одна градация фактора охватывает период одного месяца, обратная задача трактуется как среднесрочный прогноз землетрясений.

В целом значимость информационного влияния узлов Урана на сейсмичность в исследуемом регионе, выявленная в модели №2, раскрывается на качественном уровне в данной модели второй гармоники, доказывая существование градаций зависимости сейсмической активности в исследуемом регионе от динамики таких условных элементов орбиты Урана, как его узлы.

Исследуя влияние факторов Марса на регион Калифорнии в модели №7 второй гармоники, где в качестве классов взяты долгота, широта и магнитуда, по пять классов в каждой категории, а в зависимость им поставлена динамика смещения нисходящего и восходящего узлов Марса в 12 градациях, мы также выявили наличие информационной связи между ними. Информационное влияние узлов Марса на сейсмичность в исследуемом регионе так же зависит от их взаимной динамики, максимальное влияние восходящего узла наблюдается, когда он проецируется на долготы от 329. 995 до 59.

997 градусов, а для нисходящего узла – пик влияния наблюдается при его проекции на долготы от 225. 760 до 239. 328.

Срединные градации факторов обладают минимальной информационной значимостью, что свидетельствует об отсутствии влияния узлов Марса на сейсмичность в регионе Калифорнии при их проекциях на эти долготы.

Когда нисходящий узел Марса проецируется на регион Сан-Франциско (на долготу 230. 809 градусов), он обладает максимальным влиянием на сейсмичность в регионе Калифорнии, восходящий узел при этом ложится на долготу 345. 329, а когда восходящий узел проецируется на Сан-Франциско, он занимает долготу 49. 809, а нисходящий узел при этом занимает долготу 165. 549.

Выявленная зависимость магнитуды сейсмособытий в регионе Калифорнии от проекции узлов Марса, свидетельствует о способности восходящего узла Марса к разрядке землетрясений со средней и большой магнитудой, в то время как нисходящий узел вызывает разрядку сейсмических очагов толчками с небольшой магнитудой.

Мы можем предположить, что подобная информационно-семантическая зависимость между динамикой узлов планет и их афелиев-перигелиев и сейсмической активностью, а также формированием качественно различных участков разломов характерна не только для исследуемого региона, но и для всей планеты.

Отсюда – открывается перспектива использовать отдельные астропараметры в прогнозе землетрясений для локальной территории, в данном случае – для региона Калифорнии. При этом детализированные в моделях второй гармонике быстро движущиеся астропараметры, такие как долгота и деклинация Луны, имеющие самую высокую информационную значимость в реализации разрядки накопленной энергии в сейсмических очагах, а также другие факторы этой группы, принадлежащие Меркурию, Венере, Солнцу (астропараметры III группы), можно использовать для краткосрочного прогноза землетрясений, а менее динамичные элементы орбит, принадлежащие Марсу, Урану и Сатурну (астропараметры II группы), – для среднесрочного прогноза от одного месяца до года.

Луна для краткосрочного прогноза землетрясений требует построения отдельной модели, так как за сутки в своем движении покрывает всю территорию Калифорнии, смещаясь более чем на 13 градусов.

Модель №8 второй гармоники Луны построена с учетом ее сидерического движения, в качестве классов взяты долгота, широта и магнитуда (по 5 градаций, всего 15 классов) землетрясений из БАЗЫ, в зависимость им поставлены долгота и деклинация Луны за этот же временной период, одна градация факторов соответствует 2-градусному движению Луны по долготе, всего 180 градаций.

С построением этой модели появляется возможность делать прогноз землетрясений в зависимости от движения Луны, а также корректировать его с учетом других быстро движущихся небесных объектов. Так как в базе учтены землетрясения с магнитудой от 3. 0 до 7. 5, файл распознавания, представляющий собой решение обратной задачи, или краткосрочный прогноз по долготе и деклинации Луны в модели №8, ориентирован на наступление сейсмических событий именно в таком диапазоне магнитуды.

Другими словами, Луна является катализатором разрядки всех землетрясений, от крупных – до незначительных, и модель №8 выявляет данную информационно-семантическую зависимость. При этом результаты, полученные в данной модели, можно использовать двояко: построить 3D график информационных связей на каждый отдельный период 10-градусного движения Луны, используя режимы 3. 7. 7. и 5. 4. , или осуществить визуализацию еще более детализированных подматриц в режиме когнитивных функций.

Таким образом, результаты исследований в данной модели могут быть использованы для изучения сейсмогенеза в регионе, но, что более важно, являются составной частью алгоритма прогнозирования средних и крупных землетрясений. На рисунке 3 представлена полная матрица информативностей зависимостей долготы, широты и магнитуды 33914 землетрясений из БАЗЫ – от долготы и деклинации Луны.

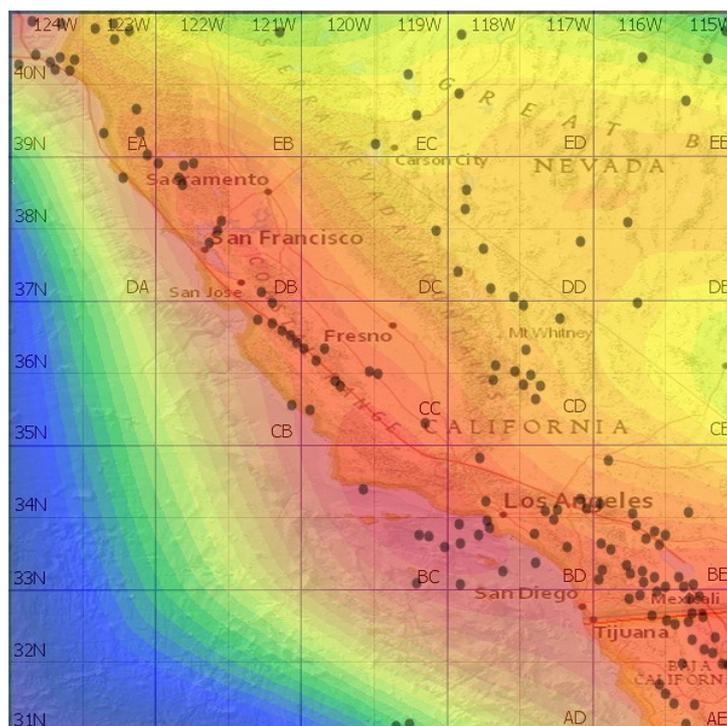


Рис. 3. Наложение слоев: "Влияние долготы и деклинации Луны на сейсмичность в регионе Калифорнии" и "Землетрясения в регионе Калифорнии за 2012 год М 3. 0-6. 4".
Графики сделаны с помощью программ SigmaPlot, v10 и AIDOS-X (режимы 3. 7. 7 и 5. 4).

Данный метод краткосрочного прогнозирования является неполным, основанным только на долготе и склонении Луны и должен в практической работе применяться с учетом влияния других быстро движущихся астропараметров на разрядку сформированных сейсмических очагов, рассчитанных подобным же образом.

АЛГОРИТМ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

Алгоритм прогнозирования средних (с магнитудой от 5. 0 до 6. 0) и крупных землетрясений (с магнитудой свыше 6. 0) заключается в выделении по отношению к отдельному региону, для которого делается прогноз, а также для зоны размером 2×2 градуса географической долготы и широты, трех периодов.

1. Выявление периода, когда система начинает выходить из состояния устойчивого равновесия вследствие воздействия медленно движущихся астропараметров и постепенного накопления энергии в сейсмическом очаге согласно модели №1 (астропараметры I группы), при этом одновременно могут оказывать влияние один, два и более астропараметров. Особое информационное воздействие оказывают Уран, Сатурн, Юпитер, Нептун, Плутон и узлы Луны. Определяются зоны, в которых происходит накопление сейсмической энергии, в зависимости от долготы, широты и деклинации воздействующих астропараметров. Система по мере накопления энергии переходит в состояние неустойчивого сейсмического равновесия.

2. Выявление возможности и периода времени разрядки накопленной энергии в системе, находящейся в состоянии неустойчивого равновесия, под воздействием астропараметров согласно зависимостям, определенным в базовой модели №2 (астропараметры II группы), детализированным в моделях второй гармоники. Для региона Калифорнии максимальную информационно-семантическую значимость имеют узлы Урана и Марса, афелий-перигелий Сатурна. Определение вероятной глубины гипоцентра готовящейся разрядки сейсмического очага, согласно зависимостям, выявленным в базовой модели №3.

3. Выявление катализаторов разрядки системы, находящейся в состоянии неустойчивого равновесия, в моделях второй гармоники (астропараметры III группы), которые, воздействуя одновременно на определенные географические долготы и широты, позволяют подтолкнуть систему к высвобождению накопленной энергии. К астропараметрам этой группы относятся, прежде всего, долгота и деклинация Луны (модель №8), а также элементы орбит Меркурия, Венеры и Солнца в геоцентрической системе.

Таким образом, без последовательного участия астропараметров I, II, III групп в подготовке сейсмического ответа среднее или крупное землетрясение произойти не может.

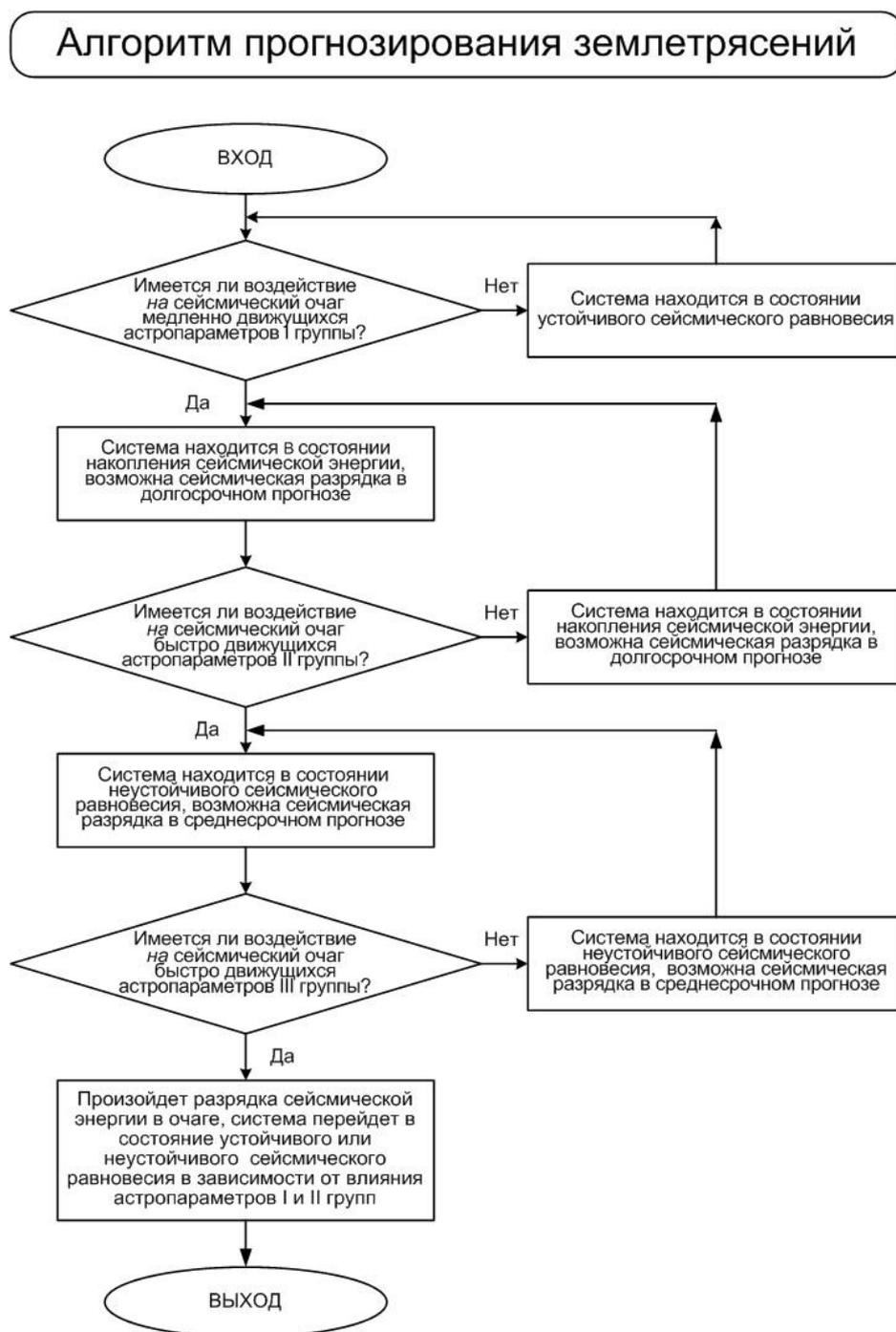


Рисунок 4. Алгоритм прогнозирования землетрясений.

В соответствии с приведенным алгоритмом прогнозирования землетрясений разберем на примере, почему долгосрочный прогноз USGS крупного землетрясения на регион Паркфилда на 1988-1992 годы не реализовался, а произошло ожидаемое событие лишь в 2004 году. Данные параметров землетрясения и некоторые астропараметры представлены в таблице №2.

Таблица 2 – ТАБЛИЦА ПРИЗНАКОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ В ПАРФИЛДЕ И АСТРОПАРАМЕТРОВ НА 28. 09. 2004.

Data	Time	Long	Lat	Depth	Mag	Zon	Mo lng	Mo decl	Ur lng	Ur Rahu	Ur Ketu
28.09.2004	17:15:24	-120,37	35,82	8,58	5,97	CC	334,40987	-3,34086	309,73034	52,81121	227,20678

Так как Уран оказывает самое высокое системное информационное воздействие на сейсмогенез в регионе Калифорнии, рассмотрим его роль в подготовке первого этапа землетрясения в Паркфилде.

На подматрице отмечается информационное воздействие Урана на долготы региона Калифорнии, при этом первый пик его воздействия на долготу 119-121W отмечался при прохождении по долготе от 267. 820 до 269. 657. Но при прохождении Ураном этой долготы для реализации землетрясения в зоне СС должно отмечаться одновременное воздействие его и на широту 35-37N, чего не произошло. Следующий пик его воздействия на искомую долготу отмечается только при прохождении долготы от 308. 236 до 310. 073, то есть в 2004 году, одновременно с воздействием и на широту зоны СС, что выводит исследуемую зону из условного сейсмического равновесия.

Такая градация долготы Урана имеет корреляцию не только с искомой широтой зоны СС, но и с определенным уровнем накопления сейсмической энергии и, следовательно, с возможной магнитудой землетрясения. В реальности 28. 09. 2004 в зоне СС (Паркфилд) произошло 12 толчков за сутки, при этом зарегистрированная магнитуда первого толчка составила 5. 97.

Кроме того, можно предварительно попытаться определить глубину предполагаемого толчка, используя для этого подматрицы из базовой модели №5.

Когнитивные функции дают визуальное представление о зависимостях глубин гипоцентров от динамики долготы Урана в течение 1988-2004 гг.

На рисунке 5 представлены результаты моделирования зависимостей глубин гипоцентра сейсмособытий от долготы и деклинации Луны.

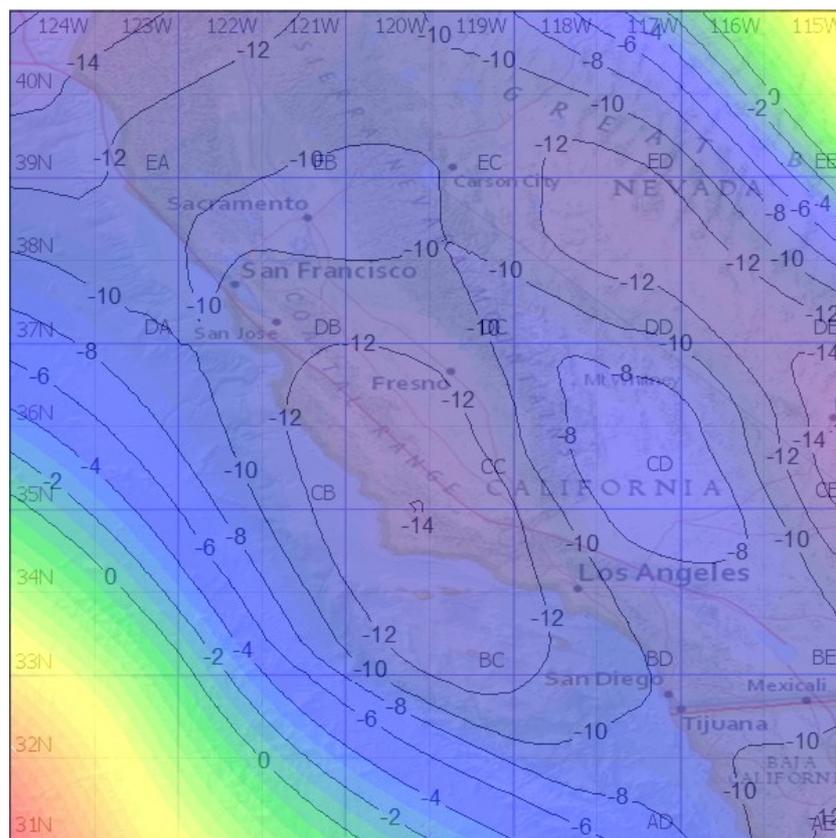


Рис. 5. Зависимость глубин гипоцентров в регионе Калифорнии от долготы и деклинации Луны, подматрица из базовой модели №5.

На втором этапе АЛГОРИТМА узлы Урана (астропараметры II группы), которые в регионе Калифорнии являются силовыми линиями разрядки накопленной сейсмической энергии, активизируют искомые долготы и широты, что подробно рассмотрено выше. Основное влияние оказывает восходящий узел Урана, который проецируется к моменту землетрясения в Паркфилде на зону СС.

В реальности же в градации долготы от 308. 236 до 310. 073 Уран (астропараметр I группы) находился в 1988–. 2004 гг. дважды: в прямом движении с 11. 02. 2004 – по 14. 03. 2004, затем вышел, а в последующем вновь вошел в эту градацию долготы в ретроградном движении и находился там с 18. 09. 2004 – по 31. 12. 2004.

В первый период зона СС вышла из устойчивого равновесия, произошло накопление сейсмической энергии в ней, но реализации сейсмоответа не случилось, так как узлы Урана (астропараметры II группы) не имели информационного контакта с зоной СС. В этот временной период восходящий узел Урана проходил долготы от 47, 185 до 47, 064, а его нисходящий узел проецировался на долготы от 232, 661 до 232, 944, что препятствовало энергетической разрядке сейсмического очага.

Вхождение Урана в ретроградном движении в нужные долготы 18. 09. 2004 года сопровождалось проекцией восходящего узла Урана на долготу 52, 938, что создало необходимые условия для сейсмической разрядки зоны СС.

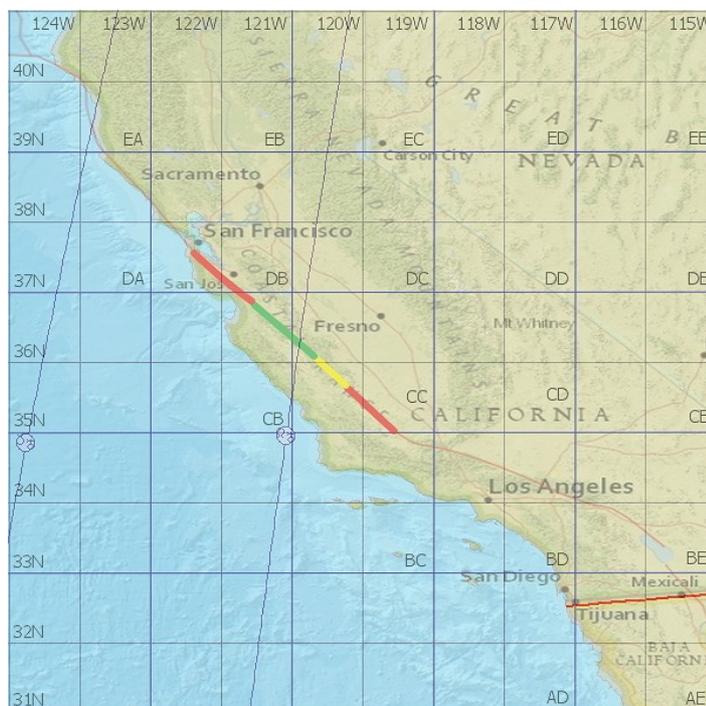


Рис 6. Проекция восходящего узла Урана на зону СС к моменту землетрясения в Паркфилде 28. 09. 2004.

С этого момента начинается действие астропараметров III группы и этап краткосрочного прогнозирования землетрясения.

В модели №8 подматрица с долготами Луны (330, 000–339, 999) является первой подматрицей с момента ретроградного вхождения Урана в градацию долготы от 308. 236 до 310. 073, удовлетворяющей всем параметрам информационного контакта с зоной СС – по долготе, широте и возможной магнитуде, с соответствующими долготами (334, 409) и деклинацией (-3, 340) Луны на начало суток 28. 09. 2004.

Анализ подматриц на третьем этапе прогнозирования землетрясений можно делать двояко: построить 3D график информационных связей на каждый отдельный период 10-градусного движения Луны, используя режимы 3. 7. 7. и 5. 4. программы «AIDOS-X», или визуализировать еще более детализированные подматрицы в режиме когнитивных функций этой программы. Вариант анализа в виде контурного графика

данных подматриц отражает совокупные информационные связи на начало суток для подматрицы 330-339, 9 по сидерической долготе Луны в модели №8.

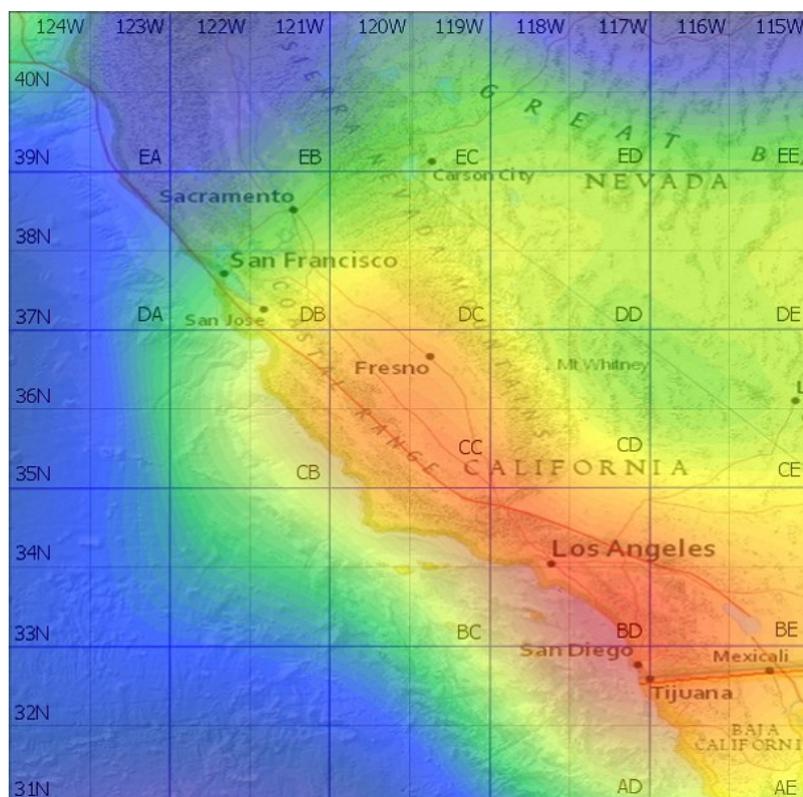


Рис. 7. Зависимость долготы, широты и магнитуды сейсмособытий от долготы (в градации 300-309, 9) и деклинации Луны в модели №8.

Прогноз делается на начало суток на соответствующую 10-градусной долготе Луны подматрицу, он должен учитывать соответствующие параметры деклинации Луны.

Таким образом, 28. 09. 2004 совокупные информационные связи позволили реализоваться сейсмоответу в данной точке пространства и времени с соответствующей магнитудой.

Для прогнозирования в соответствии с АЛГОРИТМОМ создана модель №9 для землетрясений с магнитудой от 5. 0 до 7. 5 из БАЗЫ землетрясений, всего 330 строк, где в качестве классов взяты долготы, широты и магнитуды сейсмособытий в пяти градациях, всего 15 классов, в зависимость им поставлены 89 астропараметров. Файл распознавания сформирован из астропараметров за 2012-2014 годы. Результаты выводных форм представлены на рисунках 31-32.

Так как наше понимание причин и механизмов сейсмической активности на планете возрастает, а программа «AIDOS-X» постоянно совершенствуется, неизбежен процесс «обучения» программы, в зависимости от исследуемого региона и поставленных исследователем задач.

На сегодняшний день участие оператора в оценке и коррекции полученных результатов является необходимым, так как процесс информационного обмена в глобальной информационной системе «Земля – небесные тела» не является линейным, а период унифицированной инструментальной регистрации землетрясений в мире с 1960 года – составляет немногим более полувека.

Ограничением метода является также тот факт, что получить полную картину информационно-семантических зависимостей для всей планеты не представляется возможным. Но разработка локальных моделей для ограниченных регионов постепенно позволит сложить отдельные части мозаики в полную картину сейсмического климата на планете.

В глобальной системе «Земля – небесные тела Солнечной системы» возможно выявление влияния астрономических параметров небесных объектов не только на процесс сейсмогенеза, но и на возникновение торнадо или извержения вулканов, возникновение и развитие ураганов и другие глобальные процессы, где сохраняют свое действие и информационное влияние астрономические параметры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработана информационно-семантическая многофакторная модель сейсмогенеза для локальной территории на примере большого калифорнийского разлома Сан-Андреас.

Обоснованы принципы формирования сейсмических очагов, накопления в них энергии, пути и механизмы энергетической разрядки вследствие воздействия небесных тел.

Разработаны формализованные критерии астропараметров, имеющих высокую информационную значимость в подготовке и реализации землетрясений. На примере семантических моделей разработаны критерии сейсмической опасности для отдельных зон исследуемого региона Калифорнии размером 2×2 градуса географической долготы

и широты, с учетом предполагаемой магнитуды и глубины гипоцентра возможных землетрясений.

Разработан алгоритм долгосрочного, среднесрочного и краткосрочного прогноза землетрясений для региона Калифорнии.

Выводы и рекомендации, изложенные в настоящей работе, позволяют обосновать рациональный выбор методики краткосрочного (оперативного) прогноза землетрясений любой локальной территории планеты.

Определены направления и перспективы дальнейшего применения семантических информационных моделей в прогнозировании глобальных природных явлений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gates A. E., Ph. D. , Ritchie D. , «Encyclopedia of Earthquakes and Volcanoes», Infobase Publishing, 2006, P. 89.
2. 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.
3. Is the reliable prediction of individual earthquakes a realistic scientific goal?// Nature, 25 February, 1999, <http://www.nature.com/nature/debates/earthquake>
4. ANSS Composite Earthquake Catalog, <http://www.ncedc.org/anss/catalog-search.html>
5. M. C. Quigley. Earthquake clustering, complex fault ruptures, and the geologic record, <http://geosociety.wordpress.com/2013/05/28/earthquake-clustering-complex-fault-ruptures-and-the-geologic-record>
6. Луценко Е. В. , Трунев А. П. / «Эйдос-астра» – интеллектуальная система научных исследований влияния космической среды на поведение глобальных геосистем // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №07(61). С. 204 – 228. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0163. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/07/pdf/17.pdf>
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): Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ, 2002. – 605 с.
8. Луценко Е. В. , Трунев А. П. , Бандык Д. К. / Метод визуализации когнитивных функций – новый инструмент исследования эмпирических данных большой размерности // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №03(67). С. 240 – 282. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0077. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/03/pdf/18.pdf>
9. Луценко Е. В. , Трунев А. П. , Трунев Е. А. / Развитие интеллектуальной системы «Эйдос-астра», снимающее ограничения на размерность баз знаний и разрешение когнитивных функций // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №05(69). С. 353 – 377. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0159. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/05/pdf/31.pdf>

10. Ребецкий Ю. Л. Современное состояние теорий прогноза землетрясений. Результаты оценки природных напряжений и новая модель очага землетрясений, Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН.

11. Статьи об эксперименте долгосрочного прогноза USGS в Паркфилде, Калифорния. Режим доступа: <http://earthquake.usgs.gov/research/parkfield>

12. Трубицын В. П., Рыков В. В. / Мантийная конвекция и глобальная тектоника Земли // Объединенный институт физики Земли РАН, г. Москва. <http://web.archive.org/web/20100313075026/http://www.scgis.ru/russian/cp1251/dgggms/1-98/mantia.htm#begin>

13. Трунев А. П. / Моделирование влияния небесных тел на движение полюса Земли // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №10(64). С. 285 – 308. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0257. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/10/pdf/22.pdf>

14. Трунев А. П. / Моделирование электромагнитного и гравитационного влияния небесных тел солнечной системы на смещение географического полюса и магнитное поле Земли // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №07(61). С. 174 – 203. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0152. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/07/pdf/16.pdf>

15. Трунев А. П. / Распределение случайных событий в поле центральных сил // 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>

16. Трунев А. П., Луценко Е. В. / Корреляция фондового индекса s & p 500 с астрономическими и геофизическими параметрами (Системно-когнитивный анализ взаимосвязи ноосферы, литосферы, магнитосферы и космической среды) // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №03(57). С. 237 – 256. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0039. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/03/pdf/13.pdf>

17. Трунев А. П., Луценко Е. В. / Прогнозирование сейсмической активности и климата на основе семантических информационных моделей // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №09(53). С. 98 – 122. – Шифр Информрегистра: 0420900012\0098. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/09/pdf/09.pdf>

18. Трунев А. П., Луценко Е. В. / Семантические информационные модели глобальной сейсмической активности при смещении географического и магнитного полюса // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №02(56). С. 195 – 223. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0023. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/02/pdf/15.pdf>

19. Трунев А. П., Луценко Е. В. / Системно-когнитивный анализ и прогнозирование сейсмической активности литосферы Земли, как глобальной активной геосистемы // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – №01(55). С. 299 – 321. – Шифр Информрегистра: 0421000012\0001. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2010/01/pdf/22.pdf>

20. Трунев А. П., Луценко Е. В. / Прогнозирование землетрясений по астрономическим данным с использованием системы искусственного интеллекта // Научный журнал КубГАУ [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2009. – №08(52). – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2009/08/pdf/13.pdf>

21. Трунев А. П. , Луценко Е. В. / Семантические информационные модели влияния солнечных пятен на сейсмическую активность, движение полюса и магнитное поле Земли // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №02(66). С. 546 – 571. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0030. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/02/pdf/46.pdf>
22. Трунев А. П. , Луценко Е. В. , Бандык Д. К. /Автоматизированный системно-когнитивный анализ влияния тел Солнечной системы на движение полюса Земли и визуализация причинно-следственных зависимостей в виде когнитивных функций // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета (Научный журнал КубГАУ) [Электронный ресурс]. – Краснодар: КубГАУ, 2011. – №01(65). С. 232 – 258. – Шифр Информрегистра: 0421100012\0002. – Режим доступа: <http://ej.kubagro.ru/2011/01/pdf/20.pdf>
23. Трунев А. П. , Луценко Е. В. Астросоциотипология: Монография (научное издание). – Краснодар: КубГАУ, 2008, – 279 с.
24. Трунев А.П., Луценко Е.В. Автоматизированный системно-когнитивный анализ влияния факторов космической среды на ноосферу, магнитосферу и литосферу Земли: Под науч. ред. д.т.н., проф. В.И.Лойко. Монография (научное издание). – Краснодар, КубГАУ. 2012. – 480 с. ISBN 978-5-94672-519-4. http://lc.kubagro.ru/aidos/aidos12_TL2/index.htm
25. Хаин В. Е. / Тектоника плит, их структуры, движения и деформации//. Режим доступа: <http://www.sciteclibrary.ru/rus/catalog/pages/972.html>
26. Эйби Дж. А. Землетрясения М. , Недра, 1982, 117 с.