

Программа анализа сейсмической активности в задачах изучения активных разломов Южной Якутии

**The program for analyze of seismic activity in question of studing active breaks
with South Yakut seismic zone for example**

ПУШКАРЕВСКИЙ / PUSHKAREVSKIY Y.

Юрий Сергеевич

(jurixx@bk.ru)

аспирант,

Технический институт, филиал

ГОУ ВПО «Северо-восточный

федеральный университет»,

Нерюнгри

Ключевые слова: геоинформационные системы (ГИС) – geographical information systems (GIS); математическое моделирование – mathematical modelin; информационные технологии (ИТ) – information technology (IT); визуализация – visualization; сейсмическое событие – seismic hazard; геодинамика – geodynamic.

В данной работе предлагается технология визуального отображения активных разломов в зонах техногенного освоения природных ресурсов на основе ГИС Earthquake Analyzer. Разработанная система позволяет оперативно оценить динамику сейсмического режима Южной Якутии на сейсмоактивных территориях. Контроль активизации разломов дает возможность оперативной оценки сейсмической опасности и принятия ответственных решений для предотвращения последствий от сильных землетрясений.

Геоинформационная система визуализации динамики интегральной активности исследуемого района с использованием современных картографических средств отображения геолого-геофизической информации позволяет отслеживать характеристики сейсмического режима в виде миграции очагов землетрясений, динамики пространственной неоднородности максимумов интенсивности, сейсмической активности, контроля активизации разломов по группированию очагов землетрясений в их зонах динамического влияния.

In the given work the technology of visual display of active breaks in zones of technogenic natural resources development, on the basis of GIS Earthquake Analyzer is offered. The developed system allows to estimate operatively dynamics of a seismic mode of Southern Yakutia in seismoactive territories. The control of activization of breaks gives the chance an operative estimation of seismic danger and acceptance of critical decisions for prevention of consequences from strong earthquakes. The geoinformation system of visualization of dynamics of integrated activity of investigated area with use of modern cartographical means of display of the geologo-geophysical information allows to trace characteristics of a seismic mode in the form of migration of the centres of earthquakes, dynamics of spatial heterogeneity of maxima of intensity, seismic activity, the control of activization of breaks on grouping of the centres of earthquakes in their zones of dynamic influence.

В предлагаемой разработке реализован новый подход визуализации данных, ранее не используемый в других ГИС-технологиях. Для визуального отображения данных служит приложение,

которое является инновационной разработкой корпорации «Google» – «Google Планета Земля», а также совместимый с ним открытый стандарт, официально называемый OpenGIS стандарт коди-

ГЕОИНФОРМАТИКА

рования KML (OGC KML). Он поддерживается компанией Open Geospatial Consortium (OGC). KML – это формат файла, который используется для отображения географических данных в средствах просмотра Земли, например – «Google Планета Земля», «Карты Google» и «Карты Google для мобильных устройств». KML создан на основе стандарта XML и использует основанную на тегах структуру с вложенными элементами и атрибутами.

Разрабатываемая ГИС-технология не содержит собственной картографической системы. Все географические данные, а это разломы, землетрясения, энергетическая активность и результаты их обработки, отображаются на прямоугольной географической сетке. Для непосредственной привязки результатов анализа к географической карте использован сторонний, встраиваемый в операционную систему модуль «Google Earth Plugin», который уже продолжительное время Google предоставляет как отличное картографическое средство. У него открытый API-интерфейс, много различных возможностей, удобный интерфейс пользователя, географическими картами покрыт весь мир, имеется рельеф поверхности Земли и что самое главное – использование карт условно бесплатное. Данный модуль, являющийся альтернативой приложению «Google Планета Земля», автоматически открывается в любом браузере и разработан как Web-приложение, аналогичное «Google Карты» («Google Maps»). Недостатком этого модуля является то, что он работает только в Web-браузерах, используя Java-машину. Однако опытным путем установлено, что данный модуль обладает расширенными возможностями и предоставляет возможность использования в любой среде визуального программирования, например – Microsoft Visual Studio или Embarcadero RAD Studio. Помимо этого, на сайте содержится документация (Google Earth COM API Documentation) о классах, процедурах и функциях модуля, что позволяет опытному программисту использовать его в своих приложениях. Таким образом, разрабатываемый подход к отображению состояния геологической среды уже в настоящее время позволяет отслеживать опасные проявления в реальном режиме времени.

Структурно алгоритм представлен в виде следующей блок-схемы (рис. 1).

Блок 1. Карты разломных структур. Здесь используются разломы, активность которых подтверждена геолого-геофизическими и палеосейсмологическими исследованиями [1].

Блок 2. При помощи модуля оцифровки разломных структур карты привязываются к географическим координатам по четырем углам. Координаты элементов разломов рассчитываются

простой линейной интерполяцией. Для десятиградусной широтной зоны погрешность определения широты составляет порядка 10 км. По долготе погрешность определения – менее 1 км. Для локальных участков погрешность определения координат элементов разломов практически равна погрешности по геологогеофизическим данным. Современная точность привязки границ разломов составляет от 10 до 100 м. Таким образом, в данном модуле реализуется алгоритм цифровой тектоники и создается база данных активных структур.

Блок 3. Содержит каталоги замлетрясений Олекмо-Становой зоны как в магнитуде, так и в энергетических классах. При помощи модуля обработки каталогов (блок 4) данный блок приводятся в требуемый формат для работы программы. Различные каталоги землетрясений имеют различное представление информации, что не позволяет автоматически использовать их в любых программах для автоматических расчетов. Поэтому в качестве предварительной обработки каталоги приводятся в формат: год, месяц, день, час, минута, секунда, долгота, широта, энергетический класс. По формуле Гутенберга – Рихтера рассчитывается магнитуда $M = 1,5K + 4,8$. Погрешность определения координат по каталогу ГС РАН составляет в среднем 0,5 градуса по долготе, 0,4 градуса по широте (данные 2008 года), порядка 10–15 км в среднем по всей области. Погрешность определения энергетического класса в каталоге не определена [2].

Блок 4. По средствам фильтрации по энергетическим классам и при помощи формул сейсмических активностей происходит разделение каталогов на 3 подвида: каталог фоновой сейсмичности от $K = \min$ до $K = 12$, каталог сильных землетрясений $K > 13$ и каталог афторшоков сильных землетрясений. Эти данные используются в различных модулях интерпритации сейсмологических данных. Основной подвид – это каталог фоновой сейсмичности.

Блок 5. В данном блоке реализуется алгоритм стандартной обработки каталогов землетрясений: расчет сейсмической активности A10, расчет среднегодовой энергии, расчет графика повторяемости. Особенностью данной программы является возможность выбора периода исследования (по умолчанию – 10 лет), а также оценки минимального представительного класса землетрясений в используемом каталоге на выбранном участке методом графической отбраковки.

Блок 6. Методом максимального правдоподобия находятся оценки для графика повторяемости землетрясений и сейсмической активности A10.

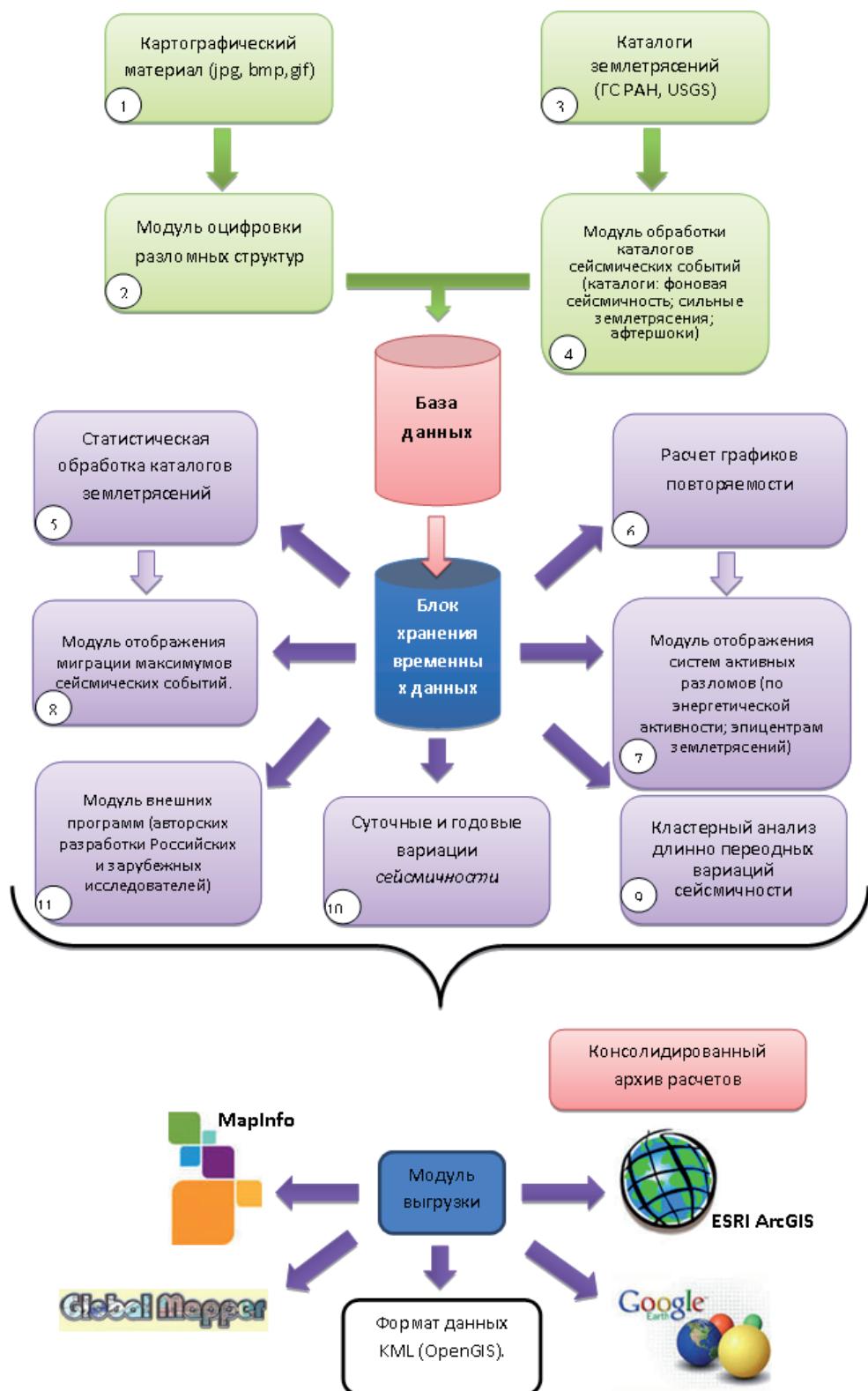


Рис. 1. Реализация алгоритма расчетов сейсмической активности и выделения активизированных разломов

ГЕОИНФОРМАТИКА

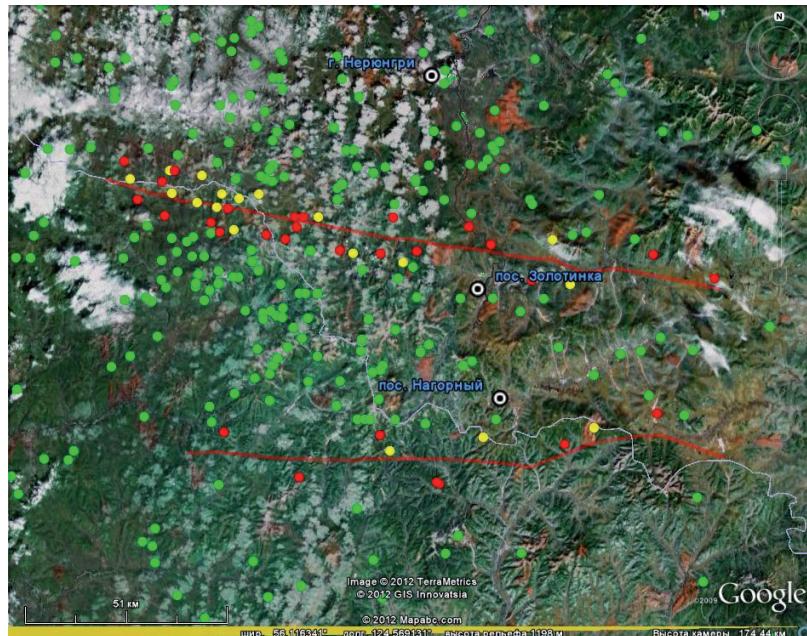


Рис. 2. Результат отображения активности за выбранный период с использованием картографических геоинформационных технологий

Блок 7. В данной работе акцентируется внимание на модуле отображения систем активных разломов. Важным параметром активности разлома по сейсмическому признаку является соотношение погрешности определения местоположения разлома и эпицентра землетрясения. Априори на дневной поверхности разлом картируется с точностью 10–100 м. Эпицентры – с точностью более 10 км, следовательно – основная погрешность в картировании активных разломов связана с системой регистрации землетрясений. Разломные структуры имеют угол падения, отличный от 90 градусов. Если землетрясение произошло на глубине 30 км, при угле падения 70–85 градусов (что характерно для переходной зоны) и расстоянии между разломами 30 км Южно-Становой, Северо-Становой гипоцентр землетрясения Южно-Станового разлома на поверхности будет отнесен к Северо-Становому. Глубина гипоцентра представленных каталогов рассчитывается не для всех землетрясений, что затрудняет расчет реальных погрешностей метода.

Блок 8. Модуль отображения сейсмической активности, в котором выбранный участок разбивается на фрагменты по 0,5 градусов (30x60 км). В каждом квадрате рассчитывается суммарная энергия за выбранный период исследования со сдвигом на заданный дискретный интервал. Алгоритм реализован в виде цветовой гаммы интенсивности от зеленого до красного. Визуально области с макси-

мальной сейсмической активностью отображаются в виде векторов смещения. Каждый расчет в визуальном отображении записывается в архив, что позволяет производить повторный просмотр и дополнительный анализ активных структур и их последовательную активизацию. В программе реализован многооконный режим [3].

Актуальными задачами современных исследований земной коры геофизическими методами остаются вопросы по изучению динамических характеристик сейсмических процессов. В данной работе решение этих задач реализовано через механизм визуального отображения динамики процессов с использованием картографических технологий.

Литература

1. Трофименко С.В. Оценка энергии возможного землетрясения Олекмо-Становой зоны // ЯКУТИЯ. – 2006. – Вып. 3. – С. 149–154.
2. Трофименко С.В. Тектоническая интерпретация статистической модели распределений азимутов аномалий гравимагнитных полей Алданского щита. – Тихоокеанская геология. – 2010. – Т. 29. – № 3. – С. 64–77.
3. Пушкаревский Ю.С. Комплекс программ визуализации сейсмичности на основе ГИС-технологий // Наука и образование. – Якутск, 2010. – С. 100–102.