

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИХ ДАННЫХ НА ТЕРРИТОРИИ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ

Разработана структура и программное обеспечение геоинформационной системы «Сейсмичность Магаданской области», которая объединила данные о 4.872 сейсмических событиях с K от 3,4 до 16,8, произошедших в пределах Магаданской области и прилегающих территорий за период с 1735 по 2010 гг. В результате применения геоинформационной системы выявлены явные ошибки в определении координат 9 крупных землетрясений ($K \geq 12,0$) на территории исследований в период 1988-1997 гг.

Ключевые слова: землетрясения; геоинформационная система; информационные слои; эпицентры.

За 40 лет регулярных инструментальных наблюдений с 1969 по 2010 гг. на территории Магаданской области согласно данным Магаданского филиала Геофизической службы РАН (МФ ГС РАН) зарегистрировано более 2.588 землетрясений с энергетическими классами (K) более 8,0. За этот период произошло 73 землетрясения с $K \geq 12,0$ – такие толчки при неблагоприятном стечении обстоятельств могут привести к разрушению строительных конструкций городов и поселков (Ташкентское землетрясение 1966 года имело $K=13,0$). Имеющиеся в настоящее время сейсмологические данные по Северо-Востоку России в определенной степени разобщены (в первую очередь это касается первичных инструментальных данных) и труднодоступны для оперативного цифрового использования. В связи с быстро расширяющимся применением в процессе НИР компьютерных технологий и актуальности сейсмологических исследований с точки зрения сейсмотехнического промышленного развития регионов возникла острая необходимость создания цифровых сейсмических баз данных и геоинформационной системы, систематизирующей всю имеющуюся сейсмологическую информацию по территории, а также позволяющую интерпретировать ее на принципиально новом количественном уровне. Кроме того, подобная ГИС облегчает доступ к сейсмической информации специалистов не сейсмологов, но заинтересованных в изучении распределения землетрясений (областная и районная администрация, геологи, сотрудники МЧС и т.д.). В связи с этим в лаборатории геофизики Северо-Восточного комплексного научно-исследовательского института ДВО РАН проводятся исследования по разработке и созданию геоинформационной системы, которая впервые не только объединила всю первичную сейсмологическую информацию (вплоть до координат сейсмостанций и моментов вступления на них сейсмических волн) по территории, но и позволяет строить по ней интерпретационные слои.

Структура разработанной геоинформационной системы (ГИС) «Сейсмичность Магаданской области» (рис.1) представлена базовым слоем (генеральный каталог землетрясений и его графическое представление на карте в географической системе координат), пятью статическими

информационными слоями (базисные слои), шестью статическими интерпретационными слоями (слои поддержки) и двумя динамическими блоками. Также в качестве графических приложений можно открыть карты сейсмического районирования (на Дальневосточный регион) 1984 г. и ОСР-97. Информация о сейсмических событиях, составляющих статические слои, выдается по ключу из базового слоя, динамические блоки имеют самостоятельный запуск из ГИС. Числовой основой ГИС являются цифровые координированные базы данных, созданные в лаборатории геофизики СВКНИИ на основе каталогов МФ ГС РАН и включающие в себя информацию о 4.872 (на декабрь 2010 г.) сейсмических событиях с энергетическими классами от 3,4 до 16,8 (Артыкское землетрясение, 1971 г.), произошедших в пределах Магаданской области и прилегающих территорий за период с 1735 по 2010 гг.

Статические информационные слои представляют сейсмические события, зарегистрированные в каталогах МФ ГС РАН с энергетическими классами $K \geq 3,4$. Информация о сейсмических событиях вызывается при выборе элемента площади территории или конкретного землетрясения. По ключу для этого участка выводятся значения дат и времени моментов событий, глубины, географических координат эпицентров, макросейсмических эффектов и энергетических классов сейсмических толчков, зарегистрированных на выбранном участке. Выбирая конкретное сейсмическое событие из списка, можно на основе ГИС получить следующие сведения для данного события:

- по **слою макросейсмических эффектов** – макросейсмические эффекты, занесенные в каталог МФ ГС РАН (согласно MSK-64 3-5 баллов: качание висячих предметов, дребезжание стекол и т.д.).

- по **слою положения сейсмостанций** – схема расположения всех сейсмостанций, работавших во время толчка, и в том числе станций, чьи наблюдения вошли в обработку, т.е. все сейсмостанции, где было инструментально зарегистрировано данное событие.

- по **слою о моментах вступлений** – время и частотные характеристики первых вступлений

сейсмических волн на сейсмостанции (для того, чтобы при необходимости можно было переопределить параметры события или провести дополнительную интерпретацию).

- по слою о модели события – информация, полученная на основе созданной модели [Мишин, 2004; Мишин, Шарафутдинов, 2007] и включающая: расчетные значение переместившейся массы, величину переданного среде импульса, характерном периоде колебаний, оценку вероятного радиуса изосейст 3 и 5 баллов MSK-64

Статические интерпретационные слои ГИС представляют собой:

- Слой оценки распределения сейсмической активности A_{10} по территории (число землетрясений с энергетическим классом $K=10,0$ за один год на площади 1.000 кв. км вокруг данной точки)

- Слой оценки распределения максимальной энергии землетрясений K_{max} по территории (оценка максимальной интенсивности возможного землетрясения в данной точке)

- Слой распределения сотрясаемости 6 баллов по территории (ожидаемой повторяемости шестибалльных сотрясений в каждой точке региона)

- Слой распределения сотрясаемости 7 баллов по территории (ожидаемой повторяемости семибалльных сотрясений в каждой точке региона)

- Слой распределения палеосейсмодислокаций по территории (как результатов крупнейших древних землетрясений)

- Слой распределение градиентов потенциальной энергии землетрясений по территории (на основе расчета градиентных превышений рельефа по разработанной в лаборатории геофизики СВКНИИ методике [Мишин, 2001; Мишин, Шарафутдинов, 2007].

Динамические блоки состоят из:

- Пространственно-временной схемы сейсмических событий – распределения эпицентров по терри-

тории с определенным шагом по времени (задаваемым оператором) с выделением энергетических классов землетрясений (размер символа).

- Пространственно-временной схемы размещения действующих сейсмостанций на территории Магаданской области для любого периода инструментальных наблюдений также с определенным шагом по времени (задаваемым оператором).

Программное обеспечение (программа SeysMO) написана в среде Visual Studio 6.0. Для работы с программой была разработана структура и создана база данных формата Microsoft Access (SeysMO.mdb), включающая в себя ряд таблиц

Одну из возможностей ГИС “Сейсмичность Магаданской области” для обработки и интерпретации сейсмологических данных можно рассмотреть на результатах пошаговой интерпретации схем распределения эпицентров землетрясений. С помощью динамического блока «пространственно-временная схема сейсмических событий» была проведена пошаговая интерпретация пространственно-энергетических данных всех землетрясений (блок ShortEpi), выделены наиболее критические временные интервалы и построены 4 карты распределения эпицентров землетрясений в периоды 1968-1977, 1978-1987, 1988-1997, 1998-2007 годы. На основе такой обработки был выявлен аномальный (в характере расположения эпицентров) интервал 1988-1997 гг., для которого схема распределения землетрясений приведена на рис.2.

Как видно, для большинства из них расположение эпицентров линейно-меридиональное, что статистически маловероятно: если за десятилетний период из 11 крупных землетрясений ($K \geq 12,0$), 9 землетрясений (т.е. 82%) располагается строго вдоль меридиональных линий, это быстрее всего свидетельствует о явных ошибках в определении положений их эпицентров.

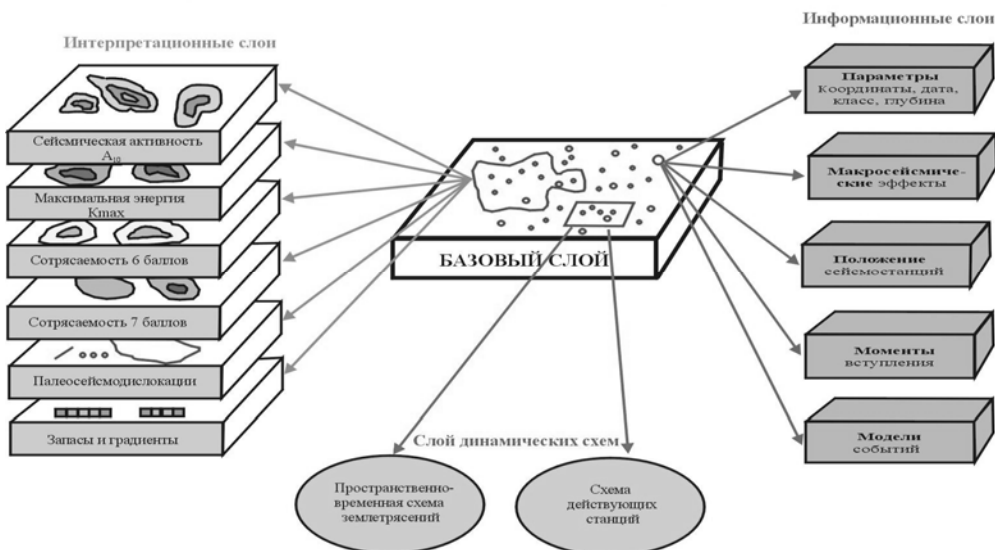


Рис.1. Блок-схема структуры ГИС “Сейсмичность Магаданской области”

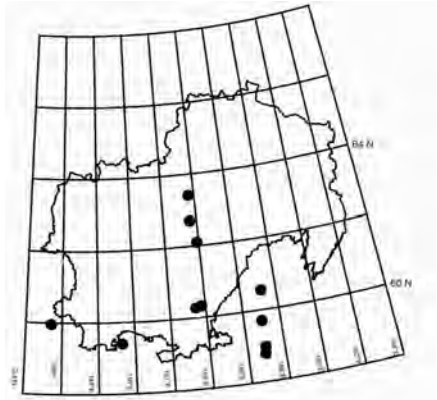


Рис.2. Распределение эпицентров землетрясений за период 1988-1997 гг., ● - $K \geq 12,0$

Это был период девяностых годов прошлого века, когда было зарегистрировано 538 землетрясений с $K > 8,0$, в том числе 11 толчков с $K \geq 12$ на территории Магаданской области и близлежащей акватории Охотского моря. В эти годы происходил развал сейсмологической сети региона – закрывались сейсмостанции, произошли серьезные изменения в кадровом составе группы обработки данных Магаданской опытно-методической сейсмопартии ГС РАН. Надежность определений очагов в этот период снизилась, с чем и могут быть связаны возможные ошибки в расчете координат эпицентров землетрясений. Подобные систематические погрешности определения координат эпицентров при стандартной обработке каталогов выявить довольно затруднительно (неизвестно какой интервал времени надо рассматривать) и даже практически невозможно, т.к. они не заметны на общем фоне карты эпицентров за весь период наблюдений и были выявлены только при использовании вышеуказанной пространственно-временной схемы сейсмических событий. Обнаруженные возможные ошибки в определении координат крупных землетрясений за 1988-1997 гг. имеют принципиальное значение, т.к. ставят под сомнение достоверность всей сейсмологической информации, полученной в этот период.

ЗАСТОСУВАННЯ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ ДЛЯ ОБРОБКИ ТА ІНТЕРПРЕТАЦІЇ СЕЙСМОЛОГІЧНИХ ДАНИХ НА ТЕРИТОРІЇ ПІВНІЧНО-СХІДНОЇ РОСІЇ

В.М. Шарафутдінов, Б.М. Сєдов

Розроблено структуру програмного забезпечення геоінформаційної системи «Сейсмічність Магаданської області», яка об'єднала 4872 сейсмічних подій (з K від 3,4 до 16,8), які відбулися в Магаданській області і прилеглих районах з 1735 по 2011 рік. При застосуванні геоінформаційної системи виявлено суттєві помилки у визначенні координат 9 сильних землетрусів ($K \geq 12,0$) на території досліджень за 1988–1997 рр.

Ключові слова: землетрус, геоінформаційні системи; шари даних; епіцентри.

GEOINFORMATION SYSTEM UTILIZATION IN PROCESSING AND INTERPRETATION OF SEISMIC DATA IN THE NORTH-EAST OF RUSSIA

V. Sharafutdinov, B. Sedov

The structure of the geoinformation software «Seismicity of Magadan Region» which united 4872 seismic events (with K from 3.4 up to 16.8) occurred in Magadan region and on the surrounding areas from 1735 to 2011. As a result of geoinformation system usage errors in determination of the positions of 9 large earthquakes ($K \geq 12,0$) on the given territory from 1988 to 1997 were found.

Key word: earthquake; geoinformation system; data layers; epicenter.

Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН, г. Магадан

Однако специалисты, использующие общий каталог землетрясений об этом не знают и на его основе строятся карты сейсмической активности региона, схемы сейсмического районирования и т.п., отражающие якобы “истинную” сейсмичность территории. Причем это достаточно представительный для построения карт блок сейсмологической информации: 25% в временном интервале (10 из 40 лет инструментальных наблюдений) и 21% по количеству землетрясений с $K > 8,0$ (538 из 2.588 землетрясений). Приведенный пример практического применения ГИС “Сейсмичность Магаданской области” показывает уникальные возможности использования информационных технологий при проведении сейсмологических исследований на Северо-Востоке России.

Разработанная геоинформационная система “Сейсмичность Магаданской области” предназначена для графического отображения баз данных по пространственно-временным и энергетическим параметрам землетрясений; сейсмостанций, регистрирующих сейсмические события; частотно-временных характеристик сейсмических волн; роёв палеосейсмодислокаций; некоторых расчётных величин модели (переданный импульс, радиус изосейст 3 и 5 баллов в районе очагов землетрясений). А также для управления базой данных, просмотра результатов выборки, просмотра зарегистрированных сейсмических событий в динамическом режиме (задавая скорость просмотра и шаг по времени) или развития сети сейсмостанций в Магаданской области.

Литература

- Мишин С.В. Сейсмические процессы и сохранение импульса / отв. ред. В.М. Шарафутдинов. – Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2004. – 115 с. – Библиогр.: с.110-114.
- Мишин С.В., Шарафутдинов В.М. Параметры процесса землетрясения // Вестник Северо-Вост. науч. центра ДВО РАН. – 2007. – № 1(9). – С. 64–71.