

Отзыв

официального оппонента на диссертацию

Хритовой Марии Анатольевны « Информационно-аналитическая система

для мониторинга землетрясений Прибайкалья и Забайкалья»

по специальности « 25.00.10-геофизика, геофизические методы поисков полезных ископаемых» на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Актуальность темы. Проблема сейсмического мониторинга разного рода сейсмических событий, происходящих в мире, является одной из важнейших в современной сейсмологии. Решение ее носит как фундаментальный, так и прикладной характер в интересах решения ряда современных практических задач. Оперативный анализ сейсмической обстановки открывает возможности предупреждения о сейсмической опасности землетрясений для крупных и потенциально опасных инженерно-технических сооружений типа ГЭС, для железнодорожного транспорта и др., а также экологически опасных объектов (АЭС, крупных химических комбинатов и т.д.). С другой стороны результаты сейсмического мониторинга используются в научных целях, открывая пути для решения ряда задач, связанных с уточнением внутреннего строения Земли, сейсмического районирования, оценивания сейсмического риска для социально-производственной инфраструктуры. Важнейшая роль сейсмического мониторинга связана с прогнозированием сейсмической опасности назревающих катастроф в сейсмоактивных районах. Имея в виду сказанное очевидно, что совершенствование и развитие информационных систем оперативного мониторинга является весьма актуальным направлением. Этим определяется актуальность и своевременность темы представленной диссертационной работы.

Основную цель своей работы автор формулирует как разработка информационно-аналитической системы (ИАС) для мониторинга землетрясений Прибайкалья и Забайкалья, адаптированной к конфигурации сейсмостанций Байкальского филиала Геофизической службы СО РАН (БФ ГС СО РАН) и позволяющей автоматизировать основные процессы сбора, передачи первичных материалов с сети станций, их обработку с целью определения параметров событий, создание методики построения информационной структуры (ИС) Геофизической службы на примере деятельности БФ ГС СО РАН.

Считаю, что цели работы сформулированы с необходимой полнотой, по существу и соответствуют современным тенденциям построения информационных мониторинговых систем. С точки зрения достижения сформулированной цели с самого начала следует

подчеркнуть, что представленная работа является собой хороший образец технологически завершенной научной работы, характеризующейся полнотой и тщательностью обзора современных зарубежных и отечественных сейсмических мониторинговых систем с раскрытием их отличительных особенностей функционирования (гл.1), формулированием с учетом результатов обзора основных требований к построению информационной инфраструктуры мониторинговой системы БФ ГС СО РАН (гл.2), максимально приближающих ее к универсальной мировой модели информационных процессов мониторинга сейсмической активности (гл.1). Как продолжение взятой за основу логической цепи автором представлены разработанные современные функциональная модель и архитектура информационно-аналитической системы (ИАС) мониторинга сейсмичности Прибайкалья, учитывающая критику ранее созданной системы мониторинга (гл.2). В комплексе разработанные модель, архитектура и требования позволили в дальнейшем реализовать системный подход к решению проблемы построения ИАС для мониторинга сейсмической активности Прибайкалья и Забайкалья. В этом состоит одно из основных достоинств работы.

На взгляд оппонента, имеющего опыт разработки мониторинговых систем, несомненную научную ценность представляет выбранная автором IT-технология конструирования ИАС на основе фрактальной стратифицированной модели – ФС-модели, в основе которой лежат понятия множеств слоев, отображений, инвариантов (гл.2). Такой подход является оригинальным и своевременным, поскольку позволяет формулировать и ускорять процессы разработки с применением современных методов типа UML-проектирования систем реального времени, моделей данных в виде ER-диаграмм, CASE-средств программирования и т.д.

В процессе создания ИАС автором выдержана концепция разработки информационной структуры БФ ГС СО РАН на принципах единого информационного пространства – централизованного хранилища данных (репозитария), обеспечивающего эффективное выполнение основных функций хранения основных (функциональных) и служебных данных, организацию удаленного доступа к ним и согласование полученных результатов. При этом автором удачно используется из области построения информационных поисковых систем понятие онтологии, в рамках которой различные объекты информационной инфраструктуры описываются в виде метаданных. Это открывает возможности применения существующих IT-технологий для работы с репозитарием, функционирующим в режиме сетевого доступа. В работе представлена модель данных репозитария, за основу которой взята ранее известная универсальная модель, позволяющая отображать объекты и классы реального мира, а также связи между ними.

Такой подход к представлению модели данных и работы с ними вкупе с применяемыми Web-сервисами способствует повышению статуса технологичности и современности рассматриваемой работы и имеет несомненную практическую ценность и применимость для разработки подобного типа информационных систем.

Глава 3 в большей мере связана с технологией автоматического сбора первичных материалов наблюдений с сети станций в режиме времени, близком к реальному, с использованием управляемых Интернет-соединений. На основании предложенной технологии разработан компонент информационно-аналитической системы, представляющий собой программный комплекс, состоящий из двух подсистем: подсистемы «Send_Agent», автоматически отслеживающей появление волновых форм землетрясений и осуществляющей отправку их на сервер центра сбора информации, и системы «Receive_Agent», регистрирующей полученные фрагменты цифровых сейсмических записей в Центре сбора информации (ЦСИ). Представленные разработки адаптированы под существующую архитектуру технических средств, являются функционально полными с точки зрения требований, сформулированных к функциональной модели ИАС и реализуют все типовые функции управления, присущие передаче первичных материалов и их последующему анализу в региональных сейсмологических центрах.

Дополнительной функцией в программе «Receive_Agent» является разработанный оригинальный алгоритм распознавания сейсмического события по записи сеймостанции и классификации его на региональное и далекое землетрясения и помеху. В основу алгоритма предложена методика анализа графика огибающей и аппроксимирующей его функции для выбранного участка сейсмограммы, имеющего характерное затухание значений амплитуд. Предложенный алгоритм позволяет среди потока поступающих первичных материалов наблюдения идентифицировать записи региональных сейсмических событий, требующих срочной обработки для определения основных параметров землетрясений. Созданные программные средства имеют практическое значение.

В главе 4 представлена разработанная автором программа для автоматического определения основных параметров региональных землетрясений Прибайкалья и Забайкалья, базирующаяся на использовании известного порогового алгоритма отношений STA/LTA для определения моментов вступлений прямых сейсмических волн, а также известный алгоритм определения гипоцентров «Региональная зона». Разработанные автором программы автоматической обработки цифровых сейсмограмм позволяют сократить время определения основных параметров произошедших землетрясений. В

частности, автором показано, что внедрение новой разработки для мониторинга сейсмичности региона Прибайкалья и Забайкалья позволяет сократить время определения основных параметров землетрясений с 60-90 минут до 3-7 минут при обеспечении достаточно высокой точности определения основных параметров землетрясения. Для обоснования последнего утверждения автором проведены скурпулезные исследования по оцениванию сравнительной точности ручного и автоматического режимов оценивания основных параметров землетрясений на событиях с энергетическим классом $K_p \geq 9.5$. Как показало сравнение результатов применения обоих режимов средняя разность в определении координат эпицентра составила около 6 км. Приведенные автором результаты получены на большой статистике наблюдений, равной 194. Это свидетельствует о тщательности подготовки и необходимой доказательности представленного автором материала диссертации. Приведенные результаты являются сильным аргументом в пользу применения автоматического режима контроля землетрясений в Прибайкалье и Забайкалье в сравнении с ручным, где немалую роль в пропусках событий играет человеческий фактор. В пользу реальности внедрения разработанной автором концепции автоматической локации эпицентров землетрясений является действующая схема расположения сейсмостанций и оснащенность их средствами связи с Интернет, что позволяет охватить большую часть Байкальской рифтовой зоны, где возможна автоматизация.

По мнению оппонента представленная диссертационная работа характеризуется несомненной актуальностью, применением современных информационных технологий, высокой научной содержательностью и доказательностью полученных результатов в рамках оперативного каталога землетрясений Прибайкалья и Забайкалья. Разработанное программное обеспечение отличается высокой технологичностью, удобством доступа к нему благодаря проработанности средств диалога (интерфейсов) для операторов сейсмостанций.

В целом, прочтение работы вызывает чувство удовлетворенности.

Тем не менее к работе имеется ряд замечаний.

1. В работе регулярно используются понятия, связанные с информативностью: «информационная система», «информационные процессы», «информационные структуры» и др. Следовало бы определить эти понятия в связи с темой работы, дополнить критериями информативности.
2. Нельзя согласиться с утверждением о том, что «в отличие от современных систем сбора первичных материалов наблюдения предложенная технология направлена на сбор только фрагментов записей, содержащих волновые формы

землетрясений». Следует заметить, что такой подход является обычным для большинства сейсмостанций.

3. Из работы не ясно по какому оптимизирующему алгоритму реализуются серии приближений при расчете гипоцентров?

4. Применительно к использованию алгоритма распознавания сейсмических событий уместно привести оценки вероятности ошибочной классификации сейсмических событий..

Указанные замечания не снижают высокой научной ценности выполненной автором диссертационной работы.

Основные результаты работы опубликованы, в том числе в 4-х изданиях из списка ВАК.

Диссертация Хритовой Марии Анатольевны выполнена на актуальную тему и на высоком научном уровне. Материалы диссертации содержат решение важной задачи, связанной с созданием автоматизированной информационно-аналитической системы для мониторинга землетрясений Прибайкалья и Забайкалья на базе Байкальского филиала Геофизической службы СО РАН. Работа имеет несомненную практическую ценность. Научная ценность ее определяется созданной автором методологии разработки информационной системы сейсмического мониторинга и соответствующим комплексом алгоритмов и программ.

Диссертация соответствует критериям, установленным п.9 Положения о присуждении ученых степеней (утверждено постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. №842) для ученой степени кандидата наук, а ее автор М.А. Хритова достойна присуждения ученой степени кандидата технических наук.

Официальный оппонент

Главный научный сотрудник лаборатории геоинформатики

Института вычислительной математики и

математической геофизики СО РАН

доктор технических наук



Марат Саматович Хайретдинов.

630090, Новосибирск, пр.акад. Лаврентьева, 6.

28 декабря 2015 г.

Подпись Хайретдинова М.С. заверяю:

Начальник отдела кадров ИВМиГ СО РАН

Бурилова Л.А.



Сп. по кадров М.С. Хайретдинов 28.12.2015