

**ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА**  
**кандидата физ.-мат. наук, доцента Якубайлика Олега Эдуардовича**  
**на диссертационную работу Харлампенкова Ивана Евгеньевича**  
**«Разработка информационной системы оценки геодинамических**  
**событий горнопромышленного региона»,**  
**представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук**  
**по специальности 05.25.05 – «Информационные системы и процессы»**

**Актуальность темы диссертации**

Диссертационная работа И.Е. Харлампенкова посвящена решению задач проектирования и разработки технологий и программного обеспечения для оценки геодинамических событий горнопромышленного региона. Мониторинг сейсмических событий является одним из важнейших направлений в деятельности ряда государственных организаций – региональных администраций различных уровней, Ростехнадзора, МЧС, и проч.

Анализ современного состояния дел в рассматриваемой предметной области показывает относительно низкий уровень информационного обеспечения, систематизации информации, интеграции распределенных данных. В большинстве регионов страны слабо развита сеть сейсмических станций, отсутствуют общедоступные источники данных по произошедшим сейсмическим событиям, соответствующие информационно-аналитические системы. Ситуация усложняется отсутствием общепринятых стандартов на форматы хранения и передачи геодинамических данных, ведомственной разобщенностью организаций, заинтересованных в обработке и анализе этой информации. Существующие информационные системы имеют в большинстве случаев очень ограниченные возможности, они не имеют средств выгрузки данных для анализа в сторонних программах.

С другой стороны, интенсивное развитие в последние годы новых информационных технологий – основанных на веб-сервисах распределенных информационных систем, геопорталов, облачных сервисов, и проч. – сформировало хорошую технологическую основу для решения задач рассматриваемого класса, связанных с мониторингом и оценкой геодинамических событий.

Таким образом, поставленные перед И.Е. Харлампенковым задачи разработки новых технологий и программных средств, реализации информационно-аналитического обеспечения для оперативного контроля за сейсмическими геодинамическими событиями безусловно являются актуальными.

**Структура и основное содержание диссертации**

Диссертация Харлампенкова И.Е. изложена на 120 страницах и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы (85 наименований) и трех приложений. В целом, содержание и область исследований диссертации соответствует паспорту специальности 05.25.05.

Во **введении** обосновывается актуальность темы исследования, указываются цели и задачи диссертационной работы, научная новизна работы. Рассмат-



риваются достоверность и обоснованность полученных результатов, практическая значимость и ценность работы. Излагаются положения, выносимые на защиту, приводятся сведения о представлении работы на конференциях и семинарах, публикациях, личном вкладе автора, структуре и объеме работы.

В трех главах диссертации автор дает содержательное изложение выполненной работы и полученных результатов. Следует отметить четкость этого изложения, а также его высокий научный уровень.

В **первой главе** автор рассматривает исходные геодинимические данные, сейсмограммы, сейсмологические бюллетени и каталоги. Приводится обзор информационных ресурсов, которые содержат сейсмическую информацию на территорию Сибири и, в частности, Кемеровской области. Обсуждаются особенности доступа к публикуемым геодинимическим данным, форматы их представления. Рассматриваются современные методы и системы обработки сейсмических данных. В частности, обсуждаются назначение и возможности таких систем как WSG, IRIS, «Землетрясения Камчатки», Epos3TE, Omega Seismic Data Processing, Prime, «ЮФО СЕЙСМИК», и др.

Далее в этой главе сформулирован перечень требований к системе обработки сейсмических геодинимических данных, состоящий из 11 пунктов. Автор анализирует рассмотренные в этой главе информационные системы обработки геодинимических данных с точки зрения предложенных требований. Делается вывод о том, что в настоящее время не существует систем, полностью удовлетворяющих указанным критериям.

Во **второй главе** обсуждаются структура, технические подробности различных форматов сейсмических данных (обычные текстовые файлы с фиксированной длиной полей, структурированный текст на основе XML). Анализ этой информации позволил автору выявить ряд общих характеристик рассматриваемых данных и сформировать модель информационной системы для сбора и хранения геодинимической информации, соответствующих модулей загрузки из внешних источников и преобразования сейсмических данных.

Далее автор рассматривает новые подходы и алгоритмы обработки сейсмических геодинимических данных. В качестве инструмента анализа сейсмической обстановки на региональном уровне предлагается использовать алгоритм построения траекторий миграции центров сейсмоэнерговыведения. Также обсуждаются элементы теории фракталов, анализа временных рядов (метод Херста), спектрального анализа (преобразование Фурье, метод Уэлча).

Отдельный раздел главы посвящен информационным потокам и схемам обработки данных. Анализируются входные и выходные данные различных алгоритмов. Выделяются методы, результаты которых могут входной информацией для других модулей проектируемой системы. По результатам анализа рассматриваемых алгоритмов сформирована схема обработки геодинимических данных, включающая 11 этапов. Также представлена разработанная модель потоков данных в информационной системе.

**Третья глава** посвящена программной реализации рассматриваемой информационной системы. Для разработанной подсистемы сбора, загрузки и хра-



нения геодинимических данных представлена упрощенная ER-модель базы данных, приводится описание таблиц. Основные элементы подсистемы проиллюстрированы UML-диаграммой, ее объектная модель изображена на диаграмме классов, характеристика отличительных возможностей дается в комментариях.

В разделе, посвященном интеграции вычислительных модулей, обсуждаются различные способы межпрограммного взаимодействия. В качестве технологической основы для разработки геопортала, интеграции модулей системы предлагается использовать веб-сервисы на основе XML. Для запуска вычислительных модулей предлагается использовать ГИС-стандарт Web Processing Service (WPS). Приводится обзор основных возможностей стандарта WPS, а также программных средств, обеспечивающих его поддержку. Стоит также отметить, что предложенная реализация сервисов WPS в составе создаваемой информационной системы оценки геодинимических событий предполагает создание и использование набора дополнительных специализированных программ – управляющих сервисов, отвечающих за обработку пользовательских запросов, формирование необходимых файлов заданий и запуск конкретных модулей. Управляющие сервисы обеспечивают гибкость настройки системы, ее масштабируемость при развитии.

Далее рассматривается программная архитектура геопортала. Приводятся основные термины и понятия, обсуждается клиентское и серверное программное обеспечение, картографические сервера и библиотеки для формирования пользовательского интерфейса, проводится сравнительный анализ. На основе ранее сформированных требований предложена концептуальная модель геопортала как одного из системообразующих элементов создаваемой системы, состоящая из пяти основных компонент – сервер данных, сервер приложений, вычислительный сервер, картографический сервер, веб-клиент. Обсуждаются подробности организации пользовательского интерфейса веб-клиента.

В **четвертой главе** приводятся примеры решаемых с помощью геопортала задач. На различных наборах исходных данных по сейсмическим событиям рассматриваются траектории миграции центров сейсмоэнерговыведения, исследуются возможные различия в поведении траекторий миграции между природными и техногенными землетрясениями. Количественные оценки строятся на основе теории фракталов и статистическом анализе временных рядов – размерность Хаусдорфа, информационная и корреляционная размерности, показатель Херста.

В первой задаче выполнено сравнение траекторий миграции в различных в различных районах Кемеровской области за период с 2006 по 2009 годы. Выявлено различие между информационной и корреляционной размерностями для природных и техногенных событий.

Во второй задаче анализировалась геодинимическая картина в различных регионах Сибири по данным за 2002-2011 гг. – Кемеровская и Томская области, республики Хакасия и Алтай, территории вокруг озера Байкал. При анализе отмечено, что Кемеровская область существенно выделяется на общем фоне; это предположительно обусловлено высоким уровнем техногенной активности.



В **заключении** сформулированы основные результаты и выводы диссертации. Отмечается, что полученные результаты согласуются с современным состоянием развития информационных систем для аналитической обработки геодинамических сейсмических данных.

### **Научная новизна, достоверность и обоснованность результатов**

Основная новизна работы состоит в следующем:

1) Сформулированы требования к информационной системе для оценки параметров геодинамических событий горнопромышленного региона, обеспечивающей оперативное решение задач анализа сейсмической обстановки на региональном уровне.

2) Предложена модель сбора и хранения геодинамических данных из различных источников, отличительной особенностью которой является одновременное обеспечение интеграции форматов/протоколов передачи данных и гибкой настройки самой системы, включая их анализ на основе оригинальных методов обработки пространственной информации.

3) Создана оригинальная схема интеграции вычислительных модулей в информационную систему, обеспечивающая возможность гибкой настройки комбинаций алгоритмов обработки данных, основанная на веб-сервисах, технологиях геопортала, специализированных управляющих сервисах.

4) Разработана и реализована в рамках информационной системы комплексная модель обработки и анализа геодинамических событий на основе совокупности алгоритмов построения траекторий миграции центров сейсмоэнерговыведения и методов расчета фрактальной размерности, позволяющая выполнять оценку и сравнение сейсмической обстановки на региональном уровне.

Степень обоснованности и достоверности сформулированных в работе основных положений и выводов подтверждается использованием современного инструментария для проектирования и разработки программного обеспечения, использованием адекватных поставленным задачам математических методов и средств анализа, результатами проведенных и представленных в тексте диссертации исследований, апробацией результатов на различных конференциях, успешным внедрением предлагаемых решений.

**Практическая значимость** диссертационного исследования, полученных И.Е. Харлампенковым подтверждается их применением для анализа сейсмической обстановки по отдельным районам Кемеровской области и в ряде регионов Сибирского федерального округа, для использования в учебном процессе в преподавании специальных курсов студентам и магистрантам, при создании интегрированной информационно-вычислительной системы динамической оценки экологического состояния угледобывающих районов.

Имеются соответствующие акты о внедрении созданной информационной системы в Научно-исследовательском институте горной геомеханики и маркшейдерского дела – межотраслевом научном центре, Кемеровском государственном университете, Кемеровском филиале Института вычислительных технологий СО РАН. Получено свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.



## Замечания по диссертационной работе

По содержанию и оформлению диссертации и автореферата следует отметить следующие замечания и вопросы:

1) В тексте диссертации и автореферата было замечено несколько опечаток, стилистических неточностей, в т.ч. пара последних строк на 13 стр. автореферата, последний абзац на стр. 54 диссертации.

2) Во 2-й главе в качестве инструмента для анализа сейсмических данных предлагается использовать методы, основанные на теории фракталов. Однако в тексте диссертации ничего не сказано о целесообразности и обоснованности этого выбора – нет обоснования (обзора работ?), на основе которого можно было бы сделать вывод о том, насколько этот подход (использование фракталов для сейсмических данных) является новым и оригинальным, какой содержательный смысл с точки зрения сейсмической оценки региона имеют рассматриваемые показатели – размерности информационная, корреляционная и Хаусдорфа. Каким образом на основе указанных характеристик можно оценить уровень техногенной активности на исследуемой территории?

3) Как следует из названия диссертации – она связана с созданием инструмента (информационной системы) для оценки геодинамических событий региона. Однако в работе нет ни рекомендаций, ни методики выполнения этой оценки. Не ясно – каким образом можно оценить геодинамические события в регионе, какие именно из разработанных алгоритмов необходимо для этого использовать (представлено «что можно делать», но нет того, «что нужно делать»).

4) Представленная информационная система оценки геодинамических событий включает набор реализованных автором алгоритмов обработки данных, однако их полный перечень в работе отсутствует (в тексте диссертации на рис. 22 имеется только «вариант схемы обработки данных, включающей все алгоритмы...»). Остается открытым вопрос – в какой степени все разработанные алгоритмы необходимы и достаточны для решения поставленных задач.

5) В тексте диссертации отсутствует описание разработанной информационной системы – ее архитектуры и компонент, взаимосвязей между отдельными модулями, средств администрирования, разделения прав доступа, и т.д. Имеется лишь «концептуальная модель геопортала» (рис. 32 на стр. 80), а также утверждение о том, что геопортал является интегрирующим элементом реализованной информационной системы (выводы по 3-й главе на стр. 83). Представленные в тексте схемы и модели данных на отдельные подсистемы и элементы (рис. с 22 по 30) не дают ответа на вопрос о том, что из себя представляет разработанная информационная система в целом.

6) Ничем не обосновано утверждение в 4-й главе (стр. 86) о том, что вычисление фрактальных размерностей для траекторий миграции центров сейсмоэнерговыведения позволяет разделять техногенные и природные сейсмические события. Оно сформулировано на основе вычислений для двух наборов данных за небольшой период времени с 2006 по 2009 гг. Может быть, это случайное совпадение? Где гарантия, что другие данные, за другие промежутки времени будут соответствовать тем же отличиям в значениях фрактальной размерности (которые



для техногенных событий больше, чем для природных)? Тем более, что одновременно посчитанные для тех же данных показатели Херста не подтверждают этот вывод...

### **Заключение**

Высказанные выше замечания все же не затрагивают базовых элементов диссертации, не дезавуируют ее положений.

Диссертационная работа Харлампенкова И.Е. «Разработка информационной системы оценки геодинамических событий горнопромышленного региона» на соискание ученой степени кандидата технических наук является завершённым научно-исследовательским трудом, которое выполнено автором на высоком научном уровне. Автореферат соответствует содержанию диссертации. Основные результаты диссертации прошли необходимую апробацию на региональных, всероссийских и международных конференциях и достаточно полно представлены в научных публикациях автора.

Диссертация полностью удовлетворяет требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства РФ от 24 сентября 2013 г. № 842, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Харлампенков Иван Евгеньевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.25.05 – «Информационные системы и процессы».

### **Официальный оппонент:**

Старший научный сотрудник отдела вычислительной физики обособленного подразделения «Институт вычислительного моделирования Сибирского отделения Российской академии наук» Федерального исследовательского центра «Красноярский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»

кандидат физико-математических наук, доцент

Якубайлик Олег Эдуардович

Почтовый адрес: 660036, г. Красноярск, Академгородок, д. 50, стр. 44.

Телефон: +7 (3912) 49-53-82

Адрес электронной почты: oleg@icm.krasn.ru

Специальность ВАК 05.13.16 – Применение вычислительной техники, математического моделирования и математических методов в научных исследованиях.

12.09.2016

Подпись *О.Э. Якубайлик*  
УДОСТОВЕРЯЮ  
Зав. канцелярией ИВМ СО РАН *М.С.С.*  
«12» 09 2016 г.