**ОТЗЫВ**  
**научного руководителя**  
**магистерской диссертации И.А. Малиновцева**

**ФИО руководителя:** Массель Людмила Васильевна. д.т.н., профессор института информационных технологий и анализа данных

**Тема работы:** *«Прогнозирование землетрясений с использованием экспертных систем»*.

**Направление подготовки:** 09.04.01 «Информатика и вычислительная техника».  
**Образовательная программа:** «Искусственный интеллект».

**1. Общая характеристика работы**

Диссертация Малиновцева И.А. представляет собой законченное научное исследование по разработке модуля системы поддержки принятия решений (СППР) в составе RECASP для прогнозирования землетрясений в Байкальской рифтовой зоне. Работа полностью соответствует заданию и требованиям образовательной программы.

**Краткое содержание глав:**

* **Введение:** обоснована актуальность темы повышения сейсмобезопасности территорий, определены цель, задачи и научная новизна исследования.
* **Глава 1 (Теоретическая часть):** анализ архитектуры СППР при природных катастрофах и обзор современных подходов к прогнозированию землетрясений, включая статистические и нейросетевые методы
* **Глава 2 (Методология исследования):** описаны структура и формат каталога землетрясений, методы предварительной обработки данных, реализация двухуровневой схемы KDE + адаптированной ETAS с экспертной системой Experta и организация ретроспективной валидации по CSEP-метрикам
* **Глава 3 (Практическая часть):** приведена архитектура программного комплекса на базе PostgreSQL/PostGIS, ASP .NET, Experta и WinForms; описаны алгоритмы импорта данных, расчёта рисков, визуализации и интеграции эксперта; реализован прототип модуля СППР.
* **Глава 4 (Анализ результатов):** выполнена качественная и количественная оценка прогноза (метрики POD, FAR, S-score), проведён чувствительный анализ параметров модели, оценено ускорение подготовки карт (с часов до секунд) и выявляемость событий (18,5 %) ; обозначены ограничения и направления дальнейших исследований.

**2. Оценка соответствия требованиям**

**2.1. Актуальность и научно-практическая значимость**

* Тема исследования высоко актуальна для цифровизации мониторинга сейсмической опасности. Практическая ценность подтверждается разработанным прототипом модуля СППР и результатами ретроспективной проверки (выявляемость 18,5 %, сокращение времени подготовки карт с часов до секунд)

**2.2. Самостоятельность и научный вклад**

* Магистрант демонстрирует глубокое понимание методов статистического и экспертного прогнозирования, самостоятельную разработку концептуальной архитектуры, реализацию алгоритмов обработки данных и интеграцию экспертных правил в Experta. Владение технологиями C#/.NET, SQL/PostGIS и инструментарием машинного обучения подтверждается качеством программной реализации.

**2.3. Соответствие нормативным требованиям**

Работа оформлена в соответствии с:

* **СТО 005-2020** (оформление формул, рисунков, библиографии)
* **ЕСКД** (графики, схемы алгоритмов)

**3. Замечания и рекомендации**

**3.1. Недочеты, не снижающие общую оценку**

1. Охват тестовых данных ограничен Байкальской рифтовой зоной.
2. Не рассмотрена прямая интеграция с системами раннего оповещения (ShakeAlert®, UrEDAS).
3. Возможности physics-informed neural networks (PINN) и гибридных моделей не использованы.

**3.2. План доработок**

1. Приоритетные направления:
   * Расширение набора тестовых данных
   * Разработка модуля прогнозирования
2. Перспективные улучшения:
   * Создание веб-интерфейса для визуализации
   * Оптимизация для работы в реальном времени
3. Приоритетные направления:
   * Подключить потоковый коннектор miniSEED для real-time обработки данных.
   * Реализовать генерацию CAP-сообщений для оповещений.
4. Перспективные улучшения:
   * Разработать веб-интерфейс для визуализации и управления прогнозами.
   * Оптимизировать параметры KDE и ETAS методами машинного обучения.

**4. Заключение**

Диссертация Малиновцева И.А. полностью соответствует требованиям ФГОС и локальным нормативам ИРНИТУ. Незначительные замечания не влияют на научную ценность работы.

**Выводы:**

1. Работа заслуживает оценки **«ОТЛИЧНО»**
2. Рекомендуется к защите на заседании ГЭК

**Научный руководитель:** \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /Массель Л.В./  
**Дата:** «\_\_\_» \_\_\_\_\_\_\_\_ 2025 г.