

## Краткая информация о проекте

|              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Наименование | AP23488521 Разработка автоматизированной системы сейсмобиомониторинга с использованием методов энтропийного анализа и машинного обучения для краткосрочного прогноза землетрясений на территории города Алматы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Актуальность | Город Алматы расположен в высокосейсмичном регионе Казахстана, о чем свидетельствуют разрушительные землетрясения прошлых столетий. Сильные землетрясения несут угрозу безвозвратных потерь для населения и инфраструктуры страны. Постоянная угроза катастрофических землетрясений и их последствий ставит проблемы обеспечения сейсмобезопасности населения и прогноза землетрясений в разряд наиболее актуальных. В рамках проекта планируется применить информационно-энтропийный анализ и искусственный интеллект для решения проблем краткосрочного прогноза сильных землетрясений. Использование современных методов машинного обучения для анализа сейсмограмм и биологических предвестников повысит эффективность раннего выявления признаков сейсмической активности в период подготовки землетрясений.                                                                                                  |
| Цель         | Целью проекта является разработка автоматизированной системы регистрации и анализа данных сейсмобиомониторинга с целью выявления аномалий предвестникового характера с использованием искусственного интеллекта и методов машинного обучения, а также энтропийного анализа сейсмограмм для решения проблем комплексного краткосрочного прогноза землетрясений на территории города Алматы.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Задачи       | <ol style="list-style-type: none"><li>1. Сбор и подготовка архивных данных по звуковой активности биообъектов (птиц) и сейсмической активности (сейсмограмм) на территории города Алматы для дальнейшего использования при классификации и идентификации с целью выявления признаков подготовки землетрясений в рамках краткосрочного прогноза землетрясений.</li><li>2. Разработка, тестирование и патентование прибора регистрации звуковой активности биообъектов: регистрация звуковых сигналов птиц и формирование базы данных, необходимых для дальнейшего анализа биологических предвестников землетрясений.</li><li>3. Анализ данных для извлечения характеристик аудиосигнала с использованием различных методов обработки: спектрального, кепстрального, информационно-энтропийного и вейвлет-анализа: правильное извлечение признаков — это один шаг к реализации модели с наименьшей ошибкой</li></ol> |

|                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                    | <p>прогнозирования. На этом этапе будет определен список функций на основе различных анализов аудиосигналов для обучения моделей машинного обучения.</p> <p>4. Подготовка и реализация моделей для прогнозирования землетрясений с использованием алгоритмов машинного обучения: будут применяться следующие алгоритмы машинного обучения: искусственная нейронная сеть (ИНС), метод опорных векторов (SVM), метод К-ближайших соседей (KNN), наивный байесовский алгоритм (NB) и алгоритмы случайного леса. Роль этой задачи заключается в определении наилучшего алгоритма.</p> <p>5. Обучение и тестирование моделей машинного обучения с использованием параллельных вычислений на базе GPU: обучение будет реализовано на параллельных вычислениях. Это поможет сократить время обучения и тестирования.</p> <p>6. Анализ производительности обученных моделей по времени расчета для определения оптимальных характеристик вычислительного устройства: с использованием различных устройств CPU и GPU будет проанализирована производительность устройств. По результату будет выбран оптимальный ресурс устройства по соотношению цена–качество.</p> <p>7. Подготовка руководящих указаний по применению обученной модели для выявления предвестников сильных землетрясений на территории города Алматы: демонстрация работающего решения с обработкой звуковых сигналов биообъектов и цифровых сейсмограмм на основе машинного обучения для выявления биопредвестников и повышения сейсмической активности в период подготовки землетрясений.</p> |
| Ожидаемые и достигнутые результаты | <p>В результате исследовательской работы будет разработана система регистрации и анализа сейсмограмм и аудиосигналов биообъектов с применением методов энтропийного анализа и машинного обучения в рамках краткосрочного прогноза землетрясений на территории города Алматы.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |

|                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Имена и фамилии членов исследовательской группы с их идентификаторами (Scopus Author ID, Researcher ID, ORCID, при наличии) и ссылками на соответствующие профили</p> | <p>Ибраимов Маргулан Касенович<br/> <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57189617696">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57189617696</a>, <a href="https://orcid.org/0000-0002-8049-3911">https://orcid.org/0000-0002-8049-3911</a>)</p> <p>Жексебай Даурен Мурзатулы<br/> <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57204696440">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57204696440</a>, <a href="https://orcid.org/0009-0008-1884-4662">https://orcid.org/0009-0008-1884-4662</a> )</p> <p>Хохлов Серик Анатольевич<br/> <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57193160477">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57193160477</a>, <a href="https://orcid.org/0000-0001-5163-508X">https://orcid.org/0000-0001-5163-508X</a> )</p> <p>Агисhev Алдияр Талгатович<br/> <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57201661110">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57201661110</a>, <a href="https://orcid.org/0000-0001-9788-7485">https://orcid.org/0000-0001-9788-7485</a> )</p> <p>Скабылов Әлішер Әліұлы<br/> <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57218876415">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57218876415</a>, <a href="https://orcid.org/0000-0002-5196-8252">https://orcid.org/0000-0002-5196-8252</a> )</p> <p>Хохлов Азамат Анатольевич<br/> <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57945306100">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57945306100</a>, <a href="https://orcid.org/0000-0001-6987-9058">https://orcid.org/0000-0001-6987-9058</a> )</p> <p>Суровцева Наталия Владимировна<br/> Ариффулова Ирина Исмаиловна<br/> <a href="https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=18435997000">https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=18435997000</a>, <a href="https://orcid.org/0000-0002-5303-5640">https://orcid.org/0000-0002-5303-5640</a> )</p> |
| <p>Список публикаций со ссылками на них</p>                                                                                                                              | <p>Zhexebay D., Skabylov A., Ibraimov M., Khokhlov S., Agishev A., Kudaibergenova G., Orazakova A., Agishev A. Deep Learning for Early Earthquake Detection: Application of Convolutional Neural Networks for P-Wave Detection //Applied Sciences (Switzerland) – 2025, 15(7), 3864.<br/> DOI: 10.3390/app15073864.<br/> <a href="https://doi.org/10.3390/app15073864">https://doi.org/10.3390/app15073864</a>.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| <p>Информация о патентах</p>                                                                                                                                             | <p>Подана заявка на патент в рамках реализации проекта.</p> <p>Подана заявка на патент на изобретение.<br/> Заявка № 366316 - Патент на изобретение.<br/> Входящий № 2025-25681, от 28.04.2025.<br/> Штрих код № 3519388.<br/> Рег. номер заявки 2025/0401.1, от 28.04.2025.</p> <p>По результатам исследования, на программу под названием «Интеллектуальная система мониторинга звуковой активности биообъектов», получено авторское свидетельство от 05 ноября 2024 года, номер: 51101</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |