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	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. 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. 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 прогнозирования. На этом этапе будет определен список функций на основе различных анализов аудиосигналов для обучения моделей машинного обучения. 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 K-ближайших соседей (KNN), наивный байесовский алгоритм (NB) и алгоритмы случайного леса. Роль этой задачи заключается в определении наилучшего алгоритма. 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. 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. 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.
Ожидаемые и достигнутые результаты	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.

Имена и фамилии членов исследовательской группы с их идентификаторами (Scopus Author ID, Researcher ID, ORCID, при наличии) и ссылками на соответствующие профили	Ибраимов Маргулан Касенович (https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57189617696, https://orcid.org/0000-0002-8049-3911) Жексебай Даурен Мурзатулы (https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57204696440, https://orcid.org/0009-0008-1884-4662) Хохлов Серик Анатольевич (https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57193160477, https://orcid.org/0000-0001-5163-508X) Агишев Алдияр Талгатович (https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57201661110, https://orcid.org/0000-0001-9788-7485) Сқабылов Әлішер Әлиұлы (https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57218876415, https://orcid.org/0000-0002-5196-8252) Хохлов Азамат Анатольевич (https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=57945306100, https://orcid.org/0000-0001-6987-9058) Суровцева Наталия Владимировна Арифулова Ирина Исмаиловна (https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=18435997000, https://orcid.org/0000-0002-5303-5640)
Использование	Предназначена для практического применения в регионах с высоким сейсмическим риском, в частности в городе Алматы. Система может использоваться научно-исследовательскими учреждениями, центрами сейсмического мониторинга и службами экстренного реагирования.
Приоритет в сравнении с реальными аналогами	Система предлагает комплексный подход за счет интеграции данных, использования энтропийного и нейросетевого анализа, а также адаптацию под особенности региона. Предлагается автоматизация снижающая зависимость от ручной обработки данных и обеспечивающая непрерывный мониторинг с открытым исходным кодом для дальнейшей модификации или корректировки параметров исходя из конкретных условий применения.
Список публикаций со ссылками на них	1. Skabylov A., Zhexebay D., Khokhlov S., Agishev A., Abdizhalilova L., Zhakipova M., Azamat R., Orazakova A., Yuxiao Q., Ibraimov M. Seismic P-wave detection using CWT and deep image classification with YOLO //IEEE Access. – 2025. – Vol. 13, DOI: https://doi.org/10.1109/ACCESS.2025.3622113 (Q1, 90) 2. Skabylov A., Agishev A., Zhexebay D., Ibraimov M., Khokhlov S., Maksutova A. The Application of Spectral Entropy to P-Wave Detection in Continuous Seismogram Analysis //Applied Sciences. – 2025. – Vol. 15. – No. 15. – P. 8718. DOI: https://doi.org/10.3390/app15158718 (Q1, 79) 3. 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. – 2025. – Vol. 15. – No. 7. – P. 3864. DOI: https://doi.org/10.3390/app15073864 (Q1, 79) 4. Ibraimov, M.; Tuimebayev, Z.; Maksutova, A.; Skabylov, A.; Zhexebay, D.; Khokhlov, A.; Abdizhalilova, L.; Aktymbayeva, A.; Qin, Y.; Khokhlov, S. Detection of P-Wave

	Arrival as a Structural Transition in Seismic Signals: An Approach Based on SVD Entropy. // Smart Cities. – 2026. – Vol. 9. – No. 3. – P. 51. DOI: https://doi.org/10.3390/smartcities9030051 (Q1, 98) 5. Alisher, S. (2025). Edge-based acoustic monitoring of natural signals using raspberry pi and digital signal processing techniques. // Международный журнал информационных и коммуникационных технологий, 6(4), 304–319. https://doi.org/10.54309/ijict.2025.24.4.018 6. Skabylov, A.; Zhexebay, D.; Ibraimov, M. Developing an LSTM-Based Model for Short-Term Earthquake Prediction Using Seismogram Analysis from Central Asia. In: Proceedings of the 1st International Conference on Mathematics and Applied Data Science (ICMADS'25); 29–31 August 2025; Konya, Türkiye; 2025; p. 241. 7. Zhexebay, D.; Skabylov, A.; Ibraimov, M. Application of Convolutional Neural Networks to the Task of Early Earthquake Detection: P-Wave Identification in the Almaty Region. In: Proceedings of the 1st International Conference on Mathematics and Applied Data Science (ICMADS'25); 29–31 August 2025; Konya, Türkiye; 2025.
Информация о патентах	1. Патент на изобретение №37610. Название патента: «Система раннего обнаружения землетрясений на основе анализа P-волн с использованием сверточных нейронных сетей». Дата подачи заявки: 24.07.2025, Дата выдачи патента: 31.10.2025. Авторы: Агишев А.Т., Ибраимов М.К., Сқабылов Ә.Ә., Жексебай Д.М., Ахтанов С.Н., Абдижалилова Л.Б. Национальный институт интеллектуальной собственности Министерства юстиции Республики Казахстан. 2. Сқабылов Ә.Ә., Жексебай Д.М., Ибраимов М.К., Хохлов С.А., Агишев А.Т. Интеллектуальная система мониторинга звуковой активности биообъектов: программа для ЭВМ. Свидетельство о государственной регистрации объекта авторского права № 51101 от 05.11.2024. Выдано Национальный институт интеллектуальной собственности Республики Казахстан.