Жобаның қысқаша мәліметі

Атауы	AP23488521 Алматы қаласындағы жер сілкінісін қысқа мерзімді болжау үшін энтропиялық талдау және машиналық оқыту әдістерін пайдаланып, автоматтандырылған сейсмикалық биомониторинг жүйесін әзірлеу.
Өзектілігі	Алматы қаласы Қазақстанның сейсмикалық жоғары аймағында орналасқан, бұған өткен ғасырлардағы жойқын жер сілкіністері дәлел. Күшті жер сілкіністері елдің халқы мен инфрақұрылымына орны толмас шығын қаупін төндіреді. Апатты жер сілкінісінің тұрақты қаупі және олардың зардаптары халықтың сейсмикалық қауіпсіздігін қамтамасыз ету және жер сілкінісін болжау мәселелерін ең өзекті мәселелердің біріне айналдырады. Жоба күшті жер сілкіністерін қысқа мерзімді болжау мәселелерін шешу үшін ақпараттық-энтропиялық талдауды және жасанды интеллектті қолдануды жоспарлап отыр. Сейсмограммалар мен биологиялық болжағыштар талдау үшін заманауи машиналық оқыту әдістерін қолдану жер сілкінісіне дайындық кезеңінде сейсмикалық белсенділік белгілерін ерте анықтау тиімділігін арттырады.
Мақсаты	Жобаның мақсаты – жасанды интеллект және машиналық оқыту әдістерін пайдалана отырып, биообъекттердегі ауытқуларды анықтау мақсатында сейсмикалық биомониторинг деректерін тіркеу және талдаудың автоматтандырылған жүйесін әзірлеу, сондай-ақ Алматы қаласында жер сілкінісін күрделі қысқа мерзімді болжау мәселелерін шешу үшін сейсмограммалардың энтропиялық талдауы.
Міндеттері	1. Алматы қаласындағы биологиялық объектілердің (құстардың) дыбыстық белсенділігі және сейсмикалық белсенділігі (сейсмограммалар) туралы мұрағаттық мәліметтерді жинақтау және дайындау, қысқа мерзімді шаралар шеңберінде жер сілкінісіне дайындық белгілерін анықтау мақсатында жіктеу мен сәйкестендіруде одан әрі пайдалану. 2. Биологиялық объектілердің дыбыстық белсенділігін тіркейтін құрылғыны әзірлеу, сынау және патенттеу: құстардың дыбыстық сигналдарын тіркеу және жер сілкінісінің биологиялық прекурсорларын одан әрі талдау үшін қажетті мәліметтер қорын қалыптастыру. 3. Әртүрлі өңдеу әдістерін қолдана отырып, дыбыстық сигнал мүмкіндіктерін алу үшін деректерді талдау: спектрлік, цестральды, ақпараттық-энтропия және волвлеттік талдау: мүмкіндіктерді дұрыс шығару - ең аз болжау қатесі бар модельді жүзеге асырудың бір қадамы. Бұл қадамда мүмкіндіктер тізімі машиналық оқыту үлгілерін үйрету үшін әртүрлі дыбыстық сигнал талдаулары негізінде анықталады.

	4. Машиналық оқыту алгоритмдерін пайдалана отырып, жер сілкінісін болжауға арналған модельдерді дайындау және енгізу: машиналық оқытудың келесі алгоритмдері пайдаланылады: жасанды нейрондық желі (ANN), тірек векторлық машинасы (SVM), K-ең жақын көршілері (KNN), аңғал Бейс (NB) және кездейсоқ орман алгоритмдері. Бұл тапсырманың рөлі ең жақсы алгоритмді анықтау болып табылады. 5. GPU негізіндегі параллельді есептеулерді пайдалана отырып, машиналық оқыту үлгілерін оқыту және сынау: оқыту параллельді есептеулер бойынша жүзеге асырылады. Бұл оқу және тестілеу уақытын қысқартуға көмектеседі. 6. Есептеу құрылғысының оңтайлы сипаттамаларын анықтау үшін есептеу уақыты тұрғысынан оқытылған модельдердің өнімділігін талдау: әртүрлі CPU және GPU құрылғыларын пайдалану, құрылғылардың өнімділігі талданады. Нәтижеге сүйене отырып, баға мен сапа қатынасы бойынша құрылғының оңтайлы ресурсы таңдалады. 7. Алматы қаласында күшті жер сілкіністерінің болжағыштарын анықтау үшін оқытылған үлгіні қолдану бойынша әдістемелік нұсқауларды дайындау: жер сілкінісіне дайындық кезеңінде биопрекурсорларды анықтау және сейсмикалық белсенділікті арттыру үшін машиналық оқыту негізінде биологиялық объектілердің дыбыстық сигналдарын және цифрлық сейсмограммаларды өңдейтін жұмыс шешімін көрсету.
Күтілетін және қол жеткізілген нәтижелер	Зерттеу жұмысының нәтижесінде Алматы қаласындағы жер сілкінісінің қысқа мерзімді болжамы шеңберінде энтропияны талдау және машиналық оқыту әдістерін қолдану арқылы сейсмограммалар мен биологиялық объектілердің дыбыс сигналдарын жазу және талдау жүйесі әзірленетін болады.
Зерттеу тобы мүшелерінің аты-жөні, олардың идентификаторлары (Scopus Author ID, Researcher ID, ORCID, бар болса) және сәйкес профильдерге сілтемелері	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)
Қолдану	Сейсмикалық қаупі жоғары аймақтарда, әсіресе Алматыда практикалық қолдануға арналған бұл жүйені ғылыми-зерттеу мекемелері, сейсмикалық мониторинг орталықтары және төтенше жағдайларға жауап беру қызметтері пайдалана алады.
Нақты әлемдегі баламалармен салыстырғанда басымдық	Жүйе деректерді интеграциялау, энтропия және нейрондық желілік талдау, сондай-ақ аймақтық ерекшеліктерге бейімделу арқылы кешенді тәсілді ұсынады. Ұсынылған автоматтандыру – деректерді қолмен өңдеуге тәуелділікті азайтып, нақты қолдану жағдайларына негізделген параметрлерді түзетуді немесе одан әрі жетілдіруді ескеретін, ашық кодпен үздіксіз мониторингті қамтамасыз ете алады.
Басылымдар тізімі және олардың сілтемелері	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. // Халықаралық ақпараттық және коммуникациялық технологиялар журналы, 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.
Патенттер туралы ақпарат	1. Өнертабысқа патент №37610. Патент атауы: «Конволюциялық нейрондық желіні пайдалану арқылы P-толқындарын талдауға негізделген жер сілкінісін ерте анықтау жүйесі». Өтінім беру уақыты: 24.07.2025, Патенттің берілу уақыты: 31.10.2025. Авторлар: Агишев А.Т., Ибраимов М.К., Сқабылов Ә.Ә., Жексебай Д.М., Ахтанов С.Н., Абдижалилова Л.Б. Қазақстан Республикасы Әділет министрлігі, Ұлттық зияткерлік меншік институты. 2. Сқабылов Ә.Ә., Жексебай Д.М., Ибраимов М.К., Хохлов С.А., Агишев А.Т. Биологиялық объектілердің дыбыс белсенділігін бақылаудың интеллектуалды жүйесі: бағдарламаға авторлық куәлік. Авторлық құқық объектісін мемлекеттік тіркеу туралы куәлік № 51101, 05 қараша 2024 жыл. Қазақстан Республикасы Әділет министрлігі, Ұлттық зияткерлік меншік институты.