

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ

**Студенттер мен жас ғалымдардың
«GYLYM JÁNE BILIM - 2025»
XIX Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XX Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«GYLYM JÁNE BILIM - 2025»**

**PROCEEDINGS
of the XX International Scientific Conference
for students and young scholars
«GYLYM JÁNE BILIM - 2025»**

**2025
Астана**

УДК 001(06)
ББК 72я631
F96

**«ǴYLYM JÁNE BILIM – 2025» студенттер мен жас ғалымдардың
XX Халықаралық ғылыми конференциясы = XX Международная
научная конференция студентов и молодых ученых «ǴYLYM JÁNE
BILIM – 2025» = The XX International Scientific Conference for
students and young scholars «ǴYLYM JÁNE BILIM – 2025». – Астана:
– 3813 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.**

ISBN 978-601-08-5373-7

**Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас
ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті
мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.**

**The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young
researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities. В сборник
вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по
актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.**

УДК 001(06)
ББК 72я431
F96

ISBN 978-601-08-5373-7

Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2025

		сауаттылығын арттыру	
203.	Эрболат А.	Орта мектепте нанотехнология ұғымын оқытудың тиімді әдістері	808

СЕКЦИЯ 2

СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ И КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Подсекция 2.1			
Цифровая трансформация образования			
204.	Адалбек Н.	«Традиционные и интеллектуальные подходы в обучении»	812
205.	Бакенова А.А.	«Цифровизация тестирования: разработка нейросетевого приложения для формирования заданий по английской грамматике»	816
206.	Бекмурат А.Е.	«Инновационные методы обучения информатике в школе на основе искусственного интеллекта»	821
207.	Назарова А.Т.	«Развитие цифровых компетенций учителей в условиях персонализированного обучения»	826
208.	Нуриева Д.Р.	«Цифровая трансформация педагогики: роль информационных технологий в повышении квалификации преподавателей»	830
209.	Абдуашимова П.М.	«Білім беру процесінде жасанды интеллект технологияларын қолданудың тиімділігі»	833
210.	Ажибаева А.Д.	«Мектеп информатикасын оқытудағы кемшіліктерді жою жолдары»	837
211.	Асылбек М.А.	«Орта мектепте білім беру үдерісінде үлкен деректерді қолдану әдістемесі»	842
212.	Аталова А.Е.	«Әлеуметтік желілерді информатика пәні бойынша оқыту құралы ретінде пайдалану»	845
213.	Балтабаев Н.П.	«Мектептерде сабақ кестесін автоматтандыруға арналған интеллектуалды жүйе құру»	851
214.	Балтабаев Н.П., Дәрменов Ә.М., Мұратова М.М.	«Жасанды интеллект негізінде жаратылыстану пәндерін оқытуды жетілдіру: BilimALL AI платформасының мүмкіндіктері»	854
215.	Баумуратова Х.Б.	«АКТ оқыту барысында бастауыш сынып оқушыларының цифрлық сауаттылықтарын қалыптастырудың әдістемесі»	856
216.	Баумуратова Ш.Б.	«Жасанды интеллект негізінде инклюзивті білім беруді жетілдіру»	859
217.	Ғазиз Ж.Е.	«Бастауыш мектепте ақпараттық-коммуникациялық технологияларды оқыту әдістемесі»	863
218.	Дәрменов Ә.М.	«Информатиканы қолжетімді ететін мобильді "BilimAll" қосымшасы»	866
219.	Дүйсегалиева Н.А.	«HIGH-TOUCH HIGH-TECH моделі арқылы болашақ информатика мұғалімдерін машиналық оқыту негізінде даярлаудың	870

	инновациялық тәсілдері туралы»	
220.	Еликбай А.Ж. «Ақпараттық дәуірде білім берудің жаңа кезеңі – Инфографика»	874
221.	Жаңабекқызы А. «EDCAFE AI көмегімен сабақты жоспарлау»	879
222.	Жумабекова У.Б., Сабырова М.Е., Сабыров Т.С. «Информатика пәнін жобалап оқыту технологиясы»	883
223.	Кендебай Н.А. «EDUVISION білім беру процесін қадағалайтын қосымша»	888
224.	Көшенова А. «Цифрлық сауаттылықтың мектеп курсы бойынша интеллектуалдық оқу басылымдарына арналған дидактикалық материалдар»	891
225.	Куанышева Д.Ж. «Инклюзивті білім беруде педагогтың ақпараттық-коммуникациялық технологияларды (АКТ) қолдану даярлығын жетілдіру»	893
226.	Мауленова М.А. «Үлкен деректерді өңдеуде машиналық оқытудың әдістері мен құралдары»	897
227.	Мылтыкбаева Ж.Т. «Жаратылыстану пәндерін STEM білім беру мен ROS операциялық жүйесі негізінде кешенді оқыту»	901
228.	Надирхан Г.Е. «Ауыл мектептерінде цифрлық оқытуды дамыту мүмкіндіктері»	903
229.	Орынбаев М.Ж. «Компьютерлік көру алгоритмдерін машиналық оқыту негіздері бойынша қолданудың оқу-әдістемелік негіздері»	907
230.	Сабитова А.Б., Ражапова А.Н. «Жасанды интеллект және білім: болашақ мұғалімдерге арналған жаңа мүмкіндіктер»	910
231.	Сағындықова А.С. «Болашақ информатика мұғалімдерін магистратураға даярлаудағы онлайн-курстардың рөлі»	915
232.	Сайлау Ж.Б. «Халықаралық зерттеуге оқушыларды АКТ арқылы дайындаудағы педагогтердің құзыреттілігін арттыру жолдары»	918
233.	Төрәлі Қ.Н. «Бастауыш сынып оқушыларының цифрлық сауаттылығын дамытудың ерекшеліктері»	923
234.	Турмаганбетова З.П., Алтыбаева А.Н. «Ерекше білімді қажет ететін оқушыларға мектеп информатика курсы оқытуды ұйымдастыру»	927
235.	Халхабай А. ««Алгоритмдеу және бағдарламалау» курсы бойынша мобильді қосымшаны оқу үдерісінде қолдану»	931
236.	Ысмайыл Н. «Мектеп информатика курсына жобалық оқыту әдісін енгізу»	936
237.	Ізбасарова М.Р. «Білім берудегі тестілеу жүйелері»	938

Подсекция 2.2

Интеллектуальные информационные системы

238.	Amantayeva Gulden Turarkyzy «Comparative analysis of models and methods in heart disease prediction problems»	944
------	---	-----

239.	Tanirbergenov Meirbek Sagyndykovich «Facial Recognition-Based Attendance Management»	947
240.	Toleubay Daniyar Manatuly «Cardiac disease prediction using machine learning algoritms»	952
241.	Yerezhepov Rakhat Aibulatovich «Detecting logical fallacies in web content with nlp-powered crawling»	957
242.	Ажикенов Арман Русланович, Абашев Арслан Азатабекович «Оптимизация дорожного трафика в Астане через симуляцию транспортных потоков»	962
243.	Аманжол Альфараби Маликович, Сабит Мадияр, Кушербаев Бекзат Алибекулы «Система визуализации и анализа данных о передвижении нефти на основе интерактивной карты»	968
244.	Аскапова Мадина Куанышбековна «Параллельді қазақ-түрік сөйлеу корпусы қалыптастырудың әдісі мен моделін құру»	972
245.	Бекқожин Дастан Ақанұлы «Терең оқыту негізінде қолжазба таңбаларын тану программалық құралын әзірлеу»	975
246.	Дакенов Алишер Мырзахметұлы «Анализ сигналов ЭЭГ нейросетевыми методами для ранней диагностики нейродегенеративных заболеваний»	978
247.	Доспол Нәзгүл Нурланқызы, Жеткенбай Лена «Балабақшадағы балалардың эмоциялық жағдайын бақылауға арналған эмоцияларды тану жүйесін әзірлеу»	987
248.	Ермекбай Айболат, Молдабек Елжан «Жасанды интеллект негізінде веб-қосымша әзірлеу»	992
249.	Жұмал Жания Ержанқызы, Абдурахман Жансая Берікжанқызы «Применение голосового ИИ-помощника в геймифицированной образовательной среде»	1001
250.	Каримов Руслан Жасинович «Эффективность существующих ИИ-решений в основных направлениях транспортной логистики»	1007
251.	Кубиева Сабина Талгатовна, Утепбергенова Зарина Арманкызы «Разработка iot системы по уходу за растениями на базе искусственного интеллекта»	1012
252.	Кудобаев Даниал Дулатович «Разработка информационной системы для автоматизации стоматологических услуг»	1017
253.	Мусина Данель Тлеухановна «Интеллектуальные инструменты автоматизированной диагностики надежности информационных систем»	1024
254.	Рогова Ксения Александровна, Қабдыбек Ризат Досмжанұлы, Джумадиева Тогжан Бекежановна «Мониторинг инженерных конструкций на основе искусственного интеллекта»	1030

255.	Сафонова Софья Александровна «Современные аспекты информационной безопасности в облачных вычислениях: модели, угрозы и методы защиты»	1034
256.	Смаилова Назгүл Батырбекқызы «Терең оқыту арқылы кітап ұсыныстарын әзірлеу: collaborative filtering, content-based және nlp әдістерінің комбинациясы»	1041
257.	Тажібай Аружан Айдосқызы, Кудубаева Сауле Альжановна «Көру қабілеті әлсіз адамдарға арналған ai дауыстық көмекші: нақты уақытта объектілерді анықтау және қашықтықты бағалау»	1046
258.	Тайжанов Азамат Жанкелдіұлы «Python тілінде фильмдердің интеллектуалды ұсыныс жүйесін әзірлеу»	1051
259.	Умирзахов Сундетали Кабылбекович «Сұраныстарды интеллектуалды талдау негізінде ұйымның сайты үшін чат-бот құру»	1055
260.	Шайхстан Марғұлан «ИОТ Сенсорлары негізінде ауа ластану деңгейін болжау»	1060

Подсекция 2.3

Современные тенденции в программной инженерии и управлении в условиях цифровой индустрии

261.	Bekenova A.B. «Development of a registration panel for users and doctors with integration into the database»	1077
262.	Bolat A.Zh. «Data analysis methods and decision making using big data and machine learning tools»	1081
263.	Алтайұлы А. «Visual studio интегралды ортасында «қойма қызметкерлеріне арналған» мәліметтер қорын жобалау»	1086
264.	Арап А.Қ. «Ақылды сурет салушы роботты әзірлеу»	1088
265.	Артыкбекқызы А. «Ақылды үйлердегі заттар интернеті(iot) мен робототехниканың өзара әрекеттесуі»	1091
266.	Ахметова А.Д. «Тоңазытқыштағы өнімдерді бақылауға және тағам әзірлеу ұсынысын беруге арналған программалық қосымша»	1096
267.	Дәрібай Д.Д. «Робототехниканы қолдану арқылы қойма логистикасындағы қолданыстағы басқару жүйелерін талдау»	1100
268.	Жамбулов С.Ж. «Білім алушыларды информатика және программалау олимпиадаларына дайындауда жасанды интеллекттің қолданысы»	1102
269.	Каиржан Р.С. «Development of system for recognition of emotional states of employees based on computer vision methods on Raspberry Pi»	1108
270.	Кайрекенова Н.Р. «Өнеркәсіптік роботты көру үшін машиналық оқытудың заманауи тәсілдері: әдістер, деректер жиынтығы және оптимизациялау»	1111

271.	Калижан А.К. «Разработка системы биометрической аутентификации с предотвращением deepfake атак»	1113
272.	Касылкасова К.Н. «Программное обеспечение smartmed для обработки медицинских данных и диагностики»	1118
273.	Қабдешев Ә.Е. «Жөтелді талдау негізінде денсаулықты диагностикалаудың интеллектуалды программасын әзірлеу»	1120
274.	Махаев Е.Е. «Разработка облачного приложения для автоматизации деятельности сети аптек»	1123
275.	Муратов М.М. «Эффективность единой информационной системы агропромышленного комплекса»	1126
276.	Нуржанова А.Б. «Современные методы классификации эмоций: анализ подходов и перспективы развития»	1130
277.	Нурпеисова З.Р. «Обзор и исследование методов искусственного интеллекта для анализа рынка недвижимости»	1134
278.	Рақымбек А.С. «Кітапқұмарларға арналған платформа: кітаптарды оқу және бөлісу үшін әлеуметтік желіні жобалау және іске асыру»	1138
279.	Сагидуллина Д.С. «Visual studio интегралды ортасында «қаржылық транзакцияларды қадағалау және талдауға арналған» мәліметтер қорын жобалау»	1144
280.	Төлеубай Д.М. «Yolov10 қолдану арқылы рентген суреттерінде сүйек сынуын анықтауды кешенді зерттеу»	1147
281.	Утегенова Д.Б. «Visual studio интегралды ортасында «фитнес орталық қызметкері үшін» мәліметтер қорын жобалау»	1152
282.	Шаймуратов А.Ж. «Проектирование аппаратно-программного комплекса для автоматизированного учета железнодорожного подвижного состава»	1154
Подсекция 2.4		
Информационная безопасность		
283.	Akniyet N. «Smart home automation and security system using arduino uno r4 and esp32 microcontrollers with telegram integration»	1158
284.	Askhatov A. «Analysis of social engineering methods and development of a defense strategy for corporate structures»	1165
285.	Bekturganov A.B. «Development of an early detection model for ddos attacks based on network traffic analysis»	1170
286.	Gabdullin A. «Analysis of modern wireless network security protocols and prospects for their development»	1174

287.	Garifullin A. «Modern information security management systems: construction and implementation in the digital era»	1179
288.	Igumenshev D.V. «Methods of embedding malicious code into pdf files»	1182
289.	Issabay T.B. «Utilizing sandboxes for cybersecurity training: a hands-on approach»	1187
290.	Kalybayev S. «Overview of modern authentication methods in telecommunication systems: from passwords to biometrics»	1191
291.	Kerim A. «Owasp top 10 and alternative methods of its compilation»	1194
292.	Yergazin A. «Analysis of a protection of hybrid intrusion detection and prevention system (idps) for low-latency 5g networks with adaptive learning using edge computing»	1199
293.	Yerzhanova Y.Y. «Key attacks in web forensics: xss, sql injection and rce»	1204
294.	Zhakay A. «Fundamentals of modern cryptography: from encryption to digital signatures»	1209
295.	Айдарова А.А. «Visualvm көмегімен cast-128 және kuznyechik блоктық шифрларының кілт генерациясын салыстыру және стандарттарға шолу»	1214
296.	Акимбекова Д.М., Каиржанова Д.Ж. «Жергілікті желінің қауіпсіздігін қамтамасыз ететін негізгі параметрлер»	1220
297.	Аскарлов А.Д. «Разработка и исследование эффективности метода и инструмента для выявления фейковых новостей в социальных сетях»	1224
298.	Ауесхан Н. «Аномалияларды анықтау әдістерін талдау»	1229
299.	Ерболатов А. «Анализ вредоносных программ с помощью ии и криптографическая защита»	1332
300.	Ерболатова А.Ж. «Neuvector және kubernetes: контейнерлік ортадағы қауіпсіздікті қамтамасыз ету тәсілдері»	1336
301.	Жанатаев М.К. «Стеганография на основе lsb: реализация сокрытия данных в медиафайлах»	1338
302.	Жарасхан Н.Ж., Қайупов Е.К. «Crystals-kyber алгоритмін ресурсы шектеулі құрылғыларға оңтайландыру»	1343
303.	Жолдасбаев М.Ә. «Заманауи операциялық жүйелердегі жады дампы кескінін алу құралдарын талдау және салыстыру»	1348
304.	Жолмұратұлы Б., Маратов Ә.Б., Ховдабай Н.А. «Екі факторлы	1353

	аутентификацияның қауіпсіздігі және оның қолданылуы»	
305.	Кадринов Д.М. «Автоматизация внедрения альтернативной soag платформы на основе средств со свободной лицензией»	1357
306.	Казбаганбетова М.А. «Wireshark бағдарламасын пайдаланып желілік трафикті талдау және ақпараттық қауіпсіздікті қамтамасыз ету»	1361
307.	Кәкімбек Ә.Қ., Серікбай А.Е., Наурызбаев Д.Е. «MITM шабуылы туралы»	1366
308.	Кеттеш Б.Н. «ELF талдауындағы capstone: сызықтық және рекурсивті дизассемблерлеу»	1370
309.	Көшкінбаева Ф.Қ. «Linux қорғаудың заманауи әдістеріне талдау.openvas және nmap көмегімен осалдықтарды анықтау»	1374
310.	Қадыр Н.Е. «Заманауи фишинг түрлері мен олардың ұйымдық ақпараттық жүйелерге ықпалы»	1379
311.	Қажкен Е.Е., Темиржан С.А. «Қауіпсіздік инциденттеріне қалай жауап беруге болады?»	1384
312.	Қартбай Е.Ғ., Тынарбай Н.И. «MITM шабуылы (адамның ортадағы шабуылы)»	1388
313.	Маратов Б.Ж. «Әлеуметтік инженерия қауіпсіздікке қатер ретінде: қызметкерлерді қорғау және оқыту әдістері»	1393
314.	Мағзумов А.М. «Websocket протоколындағы осалдықтарды талдау»	1397
315.	Майданов А.С. «Автоматизация процесса анализа оперативной памяти с использованием python»	1401
316.	Мақсат Ә., Нурсейтов С. «Блокчейн қажеттілік пе, әлде сән бе?»	1406
317.	Қ. Мырзағалиұлы. «Инциденттерді анықтауда желілік логтарды талдаудың маңызды рөлдері»	1409
318.	Нурбатуров С.К. «Интеграция honeypot в ит-инфраструктуру компании»	1412
319.	Нуриева Д.Р., Исайнова А.Н. «Анализ рисками безопасности данных в медицинских учреждениях»	1415
320.	Нұрлан А.Т. «Кескіндердегі статистикалық стегоанализ әдістері»	1420
321.	Оралбеков Е.А. «Ddos-шабуылдардың жаңа буыны»	1424

322.	Рамазанова Ж, Нұрлан А, Жайсанбаева А. «Бұлтты технологияларды пайдалану кезіндегі тәуекелдер мен қауіпсіздік шараларын зерттеу»	1430
323.	Сахатбекқызы Т., Бахтиярқызы Т.А. «IoT құрылғыларының желідегі қауіпсіздігін қалай қамтамасыз етуге болады: стратегиялар және packet tracer көмегімен модельдеу»	1434
324.	Серғазы М. «Повышение производительности разработчиков с помощью интегрированных искусственных интеллектов и соображения кибербезопасности»	1440
325.	Султанов А.М. «Стеганография в кибербезопасности казахстана»	1443
326.	Танатаров Е., Іргебай С., Султанов А. «WI-FI желісінде шақырылмаған қонақтарды автоматты түрде анықтау жүйесі»	1447
327.	Таубай М.Е. Рамагуллаев Ә.А. «Фишинг: желідегі beef әдісі арқылы алдау және одан сақтану»	1452

СЕКЦИЯ 3 ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

		ПОДСЕКЦИЯ 3.1 АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ БИОЛОГИИ	
328.	Акимкара А.Б.	Гербарийдің ботаникалық зерттеулерде қолданылуы және гербарий қорындағы кеппе шөптің қалыптасу ерекшеліктері	1457
329.	Ақылбек А.	Астана қаласындағы ботаникалық бағының ландшафттағы <i>geranium sanguineum</i> биологиялық ерекшеліктеріне сипаттама беру	1459
330.	Әділхан Ж.	Мобильді байланыс пен қолданбалардың адамның мінез-құлқына әсерін анықтау	1463
331.	Базарбаева Қ.	Жасөспірімдерде девиантты мінез-құлықтың даму қаупі	1467
332.	Байдосова А.Б.	Методика использования игровых технологий на уроках биологии	1471
333.	Байдосова А.Б.	Актуальные проблемы современной биологии с использованием игровых технологий в образовании	1474
334.	Ғазизова Ә.	Сәулеленген егеуқұйрықтардың бүйректеріндегі морфофункционалдық өзгерістерді салыстырмалы бағалау	1477
335.	Еркін З.Б.	Биология сабақтарында оқушылардың сыни ойлау қабілетін жетілдіруде блум таксономиясын пайдалану	1482
336.	Жанабергенова	Кенеттен жүрек өлімі: генетикалық аспектілері	1486

Мониторинг инженерных конструкций на основе искусственного интеллекта
AI-Based Monitoring of Engineering Structures
Инженерлік құрылымдарды жасанды интеллект негізінде мониторингілеу

Рогова Ксения Александровна

kkseniaky@gmail.com

Қабдыбек Ризат Досмжанұлы

7rizatkabdibek7@gmail.com

Джумадиева Тогжан Бекежановна

jumadiyeva.t@gmail.com

Студенты факультета информационных технологий
Евразийский национальный университет им Л.Н. Гумилева, кафедра Технологии
искусственного интеллекта, г. Астана, Казахстан.
Научный руководитель - Садвакасов Р.М

Аннотация. Современные инженерные сооружения подвержены множеству внешних воздействий, что требует эффективных методов мониторинга для своевременного выявления дефектов и обеспечения безопасности. В статье рассматриваются технологии искусственного интеллекта (ИИ), включая машинное обучение, компьютерное зрение, цифровые двойники и IoT-сенсоры, применяемые для анализа данных о состоянии конструкций. Представлены результаты моделирования и анализа данных с датчиков вибрации, температуры и деформации, подтверждающие эффективность ИИ в предиктивной аналитике и снижении эксплуатационных рисков.

Ключевые слова: Мониторинг инженерных конструкций, искусственный интеллект, машинное обучение, большие данные, цифровые двойники, IoT, акустическая эмиссия, компьютерное зрение, предиктивная аналитика, нейронные сети.

Введение. Инженерные конструкции, такие как мосты, высотные здания, гидротехнические сооружения, подвергаются постоянным нагрузкам в течение всего срока эксплуатации. Наряду с влиянием климатических и сейсмических факторов это приводит к постепенной деградации материалов. Традиционные методы диагностики (визуальный осмотр, ультразвук) обладают рядом недостатков, включая субъективность и низкую оперативность. Искусственный интеллект, в сочетании с сенсорными сетями и беспилотными аппаратами, предлагает более точный и автоматизированный подход к мониторингу.

Традиционные методы диагностики, включая визуальный осмотр и ультразвуковое сканирование, обладают рядом недостатков: высокая трудоёмкость, низкая частота проверок и субъективность оценок. Внедрение технологий искусственного интеллекта (ИИ) позволяет автоматизировать процессы диагностики и предсказания повреждений, улучшая точность и скорость анализа данных. Согласно исследованию Zhang et al. (2025), использование сверточных нейронных сетей (CNN) в обработке изображений позволяет повысить точность обнаружения повреждений на 29,3% по сравнению с традиционными методами.

В ходе проведенного собственного анализа мы сравнили эффективность различных методов мониторинга инженерных конструкций. Наши результаты показывают, что методы, основанные на искусственном интеллекте, изначально обладают наивысшей точностью (95,1%) и демонстрируют минимальный прирост после тестирования (+2,4%), что говорит о стабильности и высокой начальной эффективности алгоритмов.

Применение ИИ в мониторинге конструкций ИИ обеспечивает возможность анализа больших объемов данных, поступающих от IoT-сенсоров. Используются алгоритмы машинного обучения, такие как сверточные (CNN) и рекуррентные нейронные сети (RNN, LSTM), для обработки изображений трещин, временных рядов вибрации и температуры.

Исследования показали, что ИИ-системы достигают точности до 95% при обнаружении аномалий, опережая традиционные методы на 20–30%.

Методы компьютерного зрения, в частности использование дронов с камерами и тепловизорами, позволяют проводить инспекции труднодоступных объектов без участия человека. Алгоритмы автоматически классифицируют дефекты и оценивают их критичность. Дополнительно, цифровые двойники воспроизводят поведение конструкций в виртуальной среде, что позволяет прогнозировать развитие дефектов при различных сценариях эксплуатации.

temperature_C	vibration_mm_s2	strain_mm	anomaly
25,7888540606996	0,335157596937529	0,0882142669083513	0
25,1732260509464	0,288199148665101	0,102798145386402	0
24,5256127793625	0,346548183477135	0,0852258859549222	0
25,3780810849389	0,298251034318242	0,104920400431847	0
25,1251289128858	0,313948806229013	0,0972521979787364	0
25,297740509497	0,290641251155408	0,116088944502863	0
25,2746649587237	0,269934941969844	0,0903845850156247	0
25,3170628887211	0,31860951171249	0,107731951995346	0
25,3532141084906	0,313596215812209	0,106575058009387	0
25,5502930073887	0,301114876428667	0,107736037490694	0
25,0269576174566	0,2867758895167	0,0985529703323709	0
25,7602380727164	0,313666709209521	0,108414021405686	0
25,2707425677264	0,282600826578459	0,111823023737712	0
25,7975457585387	0,323387864551672	0,0844333645755989	0
24,9373331782941	0,284910218494336	0,0967900093799861	0
25,8472720576715	0,32622667792055	0,0948561412091226	0
25,1250115005884	0,319366058241276	0,114399802779908	0
24,9864119275521	0,340231936776612	0,105570307792439	0
24,8948760356071	0,334450974472249	0,0983694061612607	0

Рисунок 1. Собранные данные с датчиков

–**temperature_C** – температура в градусах Цельсия, измеренная в точке контроля.

–**vibration_mm_s2** – уровень вибрации, измеренный в мм/с², что позволяет анализировать возможные механические отклонения.

–**strain_mm** – показатель деформации конструкции в миллиметрах, отражающий изменения в структуре под воздействием внешних факторов.

–**anomaly** – бинарный флаг (0 или 1), указывающий на наличие аномалии.

Данные, представленные в таблице, являются результатом непрерывного мониторинга инженерной конструкции с использованием современных датчиков. Эти устройства фиксируют ключевые параметры — температуру, уровень вибрации и степень деформации, что позволяет в режиме реального времени отслеживать состояние объекта.

Практическая реализация В рамках проведённого исследования была реализована система мониторинга, включающая сбор данных о температуре, вибрации и деформации. Модель ИИ предсказывает поведение конструкции на основе анализа временных рядов. Метод объяснимого ИИ (LIME) помог определить, какие параметры наиболее влияют на вероятность появления аномалий.



Рисунок 2 - Объяснение (LIME)

Применение акустической эмиссии дало возможность выявлять микрповреждения на ранних стадиях. Наблюдение за резкими всплесками энергии эмиссии позволило зафиксировать потенциально опасные участки. Данные визуализировались в виде цифрового двойника, демонстрируя зоны напряжения в конструкции.

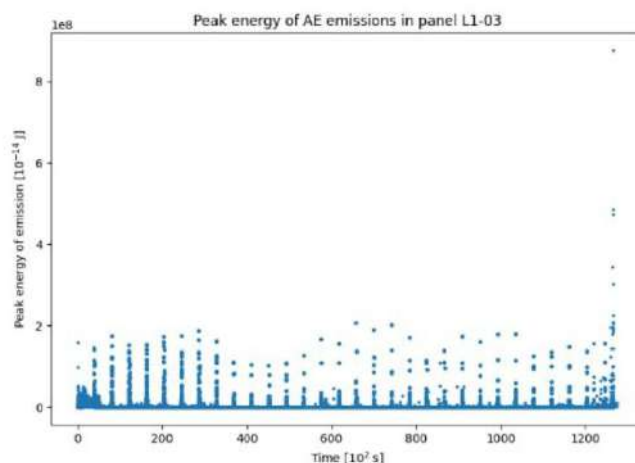


Рисунок 3 – Собранные данные с датчиков

На рисунке ниже представлена зависимость средней частоты акустической эмиссии от пикового значения амплитуды для панели L1-03.

–**Ось X** (пиковая амплитуда эмиссии, дБ) отражает уровень амплитуды сигналов, регистрируемых в процессе мониторинга.

–**Ось Y** (средняя частота эмиссии, кГц) показывает среднее значение частоты сигналов акустической эмиссии.

На графике выделены две группы данных:

1. **AE non-outliers** (обычные сигналы) – основная масса точек, отражающая нормальные процессы, происходящие в материале.

AE frequency outliers (выбросы частот) – сигналы, значительно отличающиеся от общей тенденции, что может указывать на аномальные процессы, такие как интенсивное разрушение структуры, трение или усталостное растрескивание

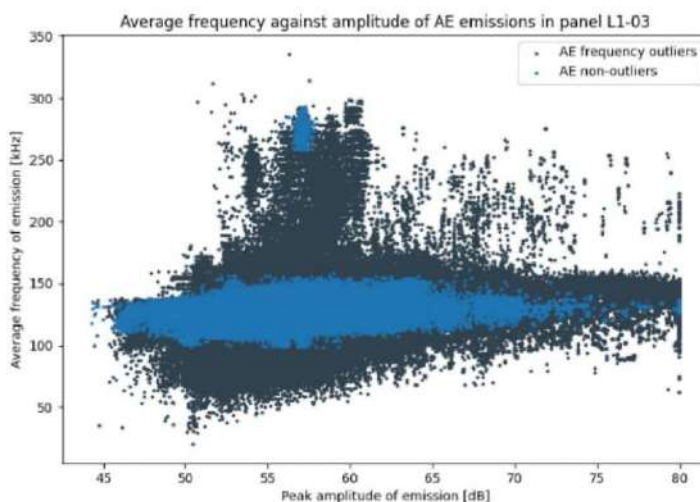


Рисунок 4 – Амплитуда АЭ

Заключение: Использование искусственного интеллекта в мониторинге инженерных конструкций открывает новые возможности для повышения безопасности и продления срока службы объектов. Применение машинного обучения, компьютерного зрения, цифровых

двойников и сенсорных сетей IoT позволяет проводить автоматизированный анализ данных в режиме реального времени, выявлять потенциальные дефекты на ранних стадиях и прогнозировать их развитие. Это особенно актуально для сложных инженерных сооружений, таких как мосты, небоскребы, гидротехнические объекты и промышленные комплексы, где постоянный мониторинг состояния конструкций критически важен для предотвращения аварий.

Одним из ключевых аспектов внедрения ИИ является анализ данных, поступающих с множества датчиков, фиксирующих параметры вибрации, деформации, температуры, влажности и других физических характеристик. Эти данные позволяют моделировать поведение конструкции под различными нагрузками, что дает возможность не только обнаруживать текущие проблемы, но и предсказывать потенциальные риски. Современные алгоритмы глубокого обучения, включая рекуррентные нейронные сети (RNN) и долгосрочную краткосрочную память (LSTM), позволяют строить прогнозные модели, способные учитывать временные зависимости в данных и предсказывать развитие дефектов.

Список использованных источников

1. Zhang, Y., et al. (2025). Deep Learning for Concrete Damage Detection. *Journal of Structural Engineering*, 31(2), 45-60.
2. Wang, J., et al. (2025). Predicting Crack Propagation Using LSTM Networks. *Automation in Construction*, 78, 101-115.
3. Lin, R., et al. (2025). IoT-Enabled Structural Health Monitoring with AI. *IEEE Transactions on Smart Infrastructure*, 12(4), 235-251.
4. Howard, J. Unmanned Aerial Vehicles in Construction and Occupational Safety / J. Howard, V. Murashov, S. M. Branche // *American Journal of Industrial Medicine*. – 2018. – No. 61. – P. 3-10.
5. Kim, B. Automated Visual Crack Detection on Concrete Surfaces Using Deep Learning / B. Kim, S. Cho // *Sensors*. – 2018. – No. 18 (10). – P. 1-18.
6. Knyazeva, N. V., Levina, D. A. The Use of BIM Scenarios in Facility Management Services // *Bulletin of Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov*. – 2019. – No. 5. – P. 99-105. DOI: