

**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
<b>Подсекция 2.4</b>		
<b>Информационная безопасность</b>		
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. «Neuvecton 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

## ОПТИМИЗАЦИЯ ДОРОЖНОГО ТРАФИКА В АСТАНЕ ЧЕРЕЗ СИМУЛЯЦИЮ ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ

**Ажикенов Арман Русланович**

**Абашев Арслан Азатабекович**

**arsik2005.2005@gmail.com**

Студенты факультета информационных технологий, кафедры “Технологии  
Искусственного Интеллекта” ЕНУ им. Л. Н. Гумилева, Астана, Казахстан  
Научный руководитель – Садвакасов Р. М.

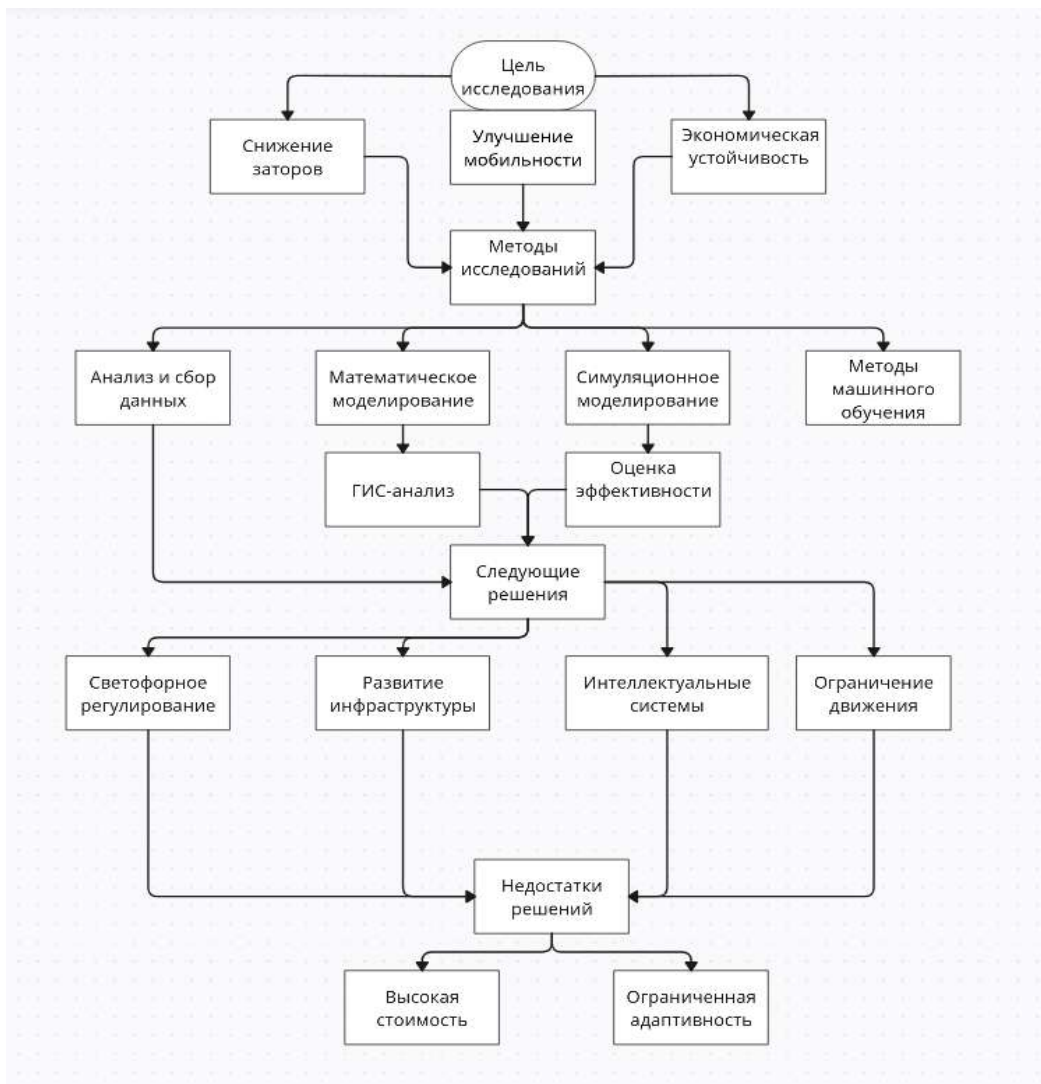
**Аннотация.** В условиях быстрого роста населения и увеличения количества автомобилей в Астане проблема дорожных заторов становится всё более актуальной. Традиционные методы регулирования транспортных потоков, включая светофорное управление и расширение дорожной инфраструктуры, не всегда дают долгосрочный эффект. В данной работе исследуются современные подходы к оптимизации городского движения, основанные на математическом моделировании, алгоритмах машинного обучения и интеллектуальных транспортных системах. Проведен анализ текущего состояния дорожной сети Астаны, выявлены ключевые проблемные зоны и предложены методы адаптивного управления трафиком. Для тестирования эффективности предложенной модели проведены симуляционные эксперименты, демонстрирующие снижение заторов и сокращение времени в пути. Представленные результаты могут быть использованы для дальнейшего совершенствования транспортной политики города.

**Ключевые слова:** оптимизация трафика, интеллектуальные системы, машинное обучение, маршрутизация, моделирование, Астана.

**Введение.** Рост населения и автомобилизации в Астане приводит к увеличению дорожных заторов, снижению мобильности и ухудшению экологической ситуации. Традиционные методы регулирования движения, такие как светофорное управление и расширение дорог, не всегда обеспечивают долгосрочный эффект. В связи с этим возникает необходимость внедрения интеллектуальных транспортных систем, использующих алгоритмы машинного обучения, симуляционное моделирование и адаптивное управление трафиком.

Разработка и тестирование эффективных методов оптимизации дорожного движения в Астане. В работе анализируется существующая транспортная инфраструктура, рассматриваются международные практики, а также предлагается модель адаптивного управления трафиком, способная динамически перераспределять транспортные потоки. Оценка эффективности решений проводится на основе симуляционного моделирования, что позволяет выявить наилучшие стратегии снижения заторов и сокращения времени в пути.

Выявление узких мест в движении имеет решающее значение для уменьшения заторов. Новый подход определяет узкие места, учитывая как уровень загруженности участка дороги, так и потенциал распространения заторов. Этот метод использует графики распространения заторов и марковский анализ для выявления узких мест, что приводит к более эффективному улучшению потока движения[1]. Кроме того, данные низкочастотного зондирования транспортных средств могут использоваться для выявления заторов на уровне поворота, предоставляя независимый от карты и вычислительно эффективный метод для инженеров дорожного движения[2](рисунок 1).



(Рисунок – 1)

**Преимущества симуляции транспортных потоков Астаны с использованием мультиагентных систем:**

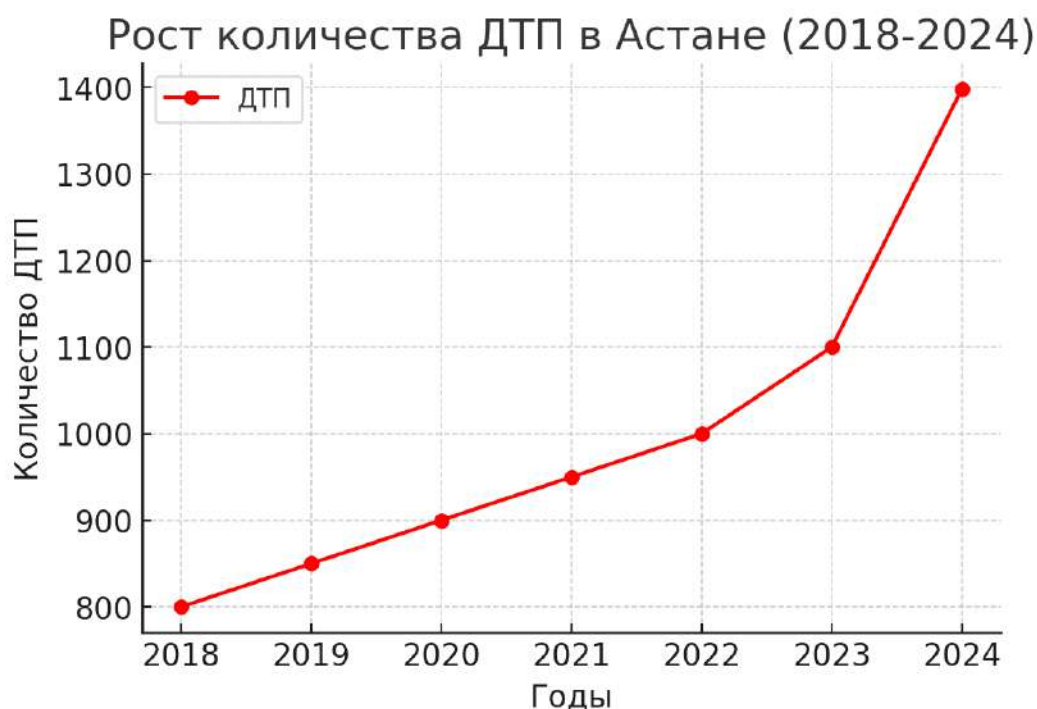
- Реалистичное моделирование – мультиагентный подход позволяет учитывать индивидуальное поведение водителей, общественного транспорта и пешеходов, что делает симуляцию ближе к реальной дорожной обстановке.
- Адаптивность к изменениям – модели могут динамически реагировать на изменения трафика, аварии, погодные условия и другие факторы, влияющие на движение.
- Оценка альтернативных сценариев – позволяет тестировать различные стратегии управления движением, включая адаптивные светофоры, зонирование и динамическую маршрутизацию.
- Оптимизация транспортных потоков – помогает выявлять узкие места в дорожной сети и находить решения для перераспределения нагрузки.
- Эффективное тестирование инноваций – безопасный способ проверки новых методов управления трафиком без риска для реальных водителей.
- Интеграция с машинным обучением – возможность использования reinforcement learning и других методов для автоматического поиска наилучших стратегий.
- Гибкость и масштабируемость – модель можно адаптировать под различные районы города, учитывая особенности инфраструктуры и плотность движения.

**Методы проведенных исследований:**

В рамках данного исследования были применены различные методы анализа и оптимизации транспортных потоков Астаны, позволяющие всесторонне оценить существующие проблемы и предложить эффективные решения.

Гибридные модели объединяют макроскопические и микроскопические подходы к моделированию дорожного движения. Дифференцируемый гибридный симулятор дорожного движения интегрирует эти модели в нейронную сеть для управления и оптимизации дорожного движения, предоставляя масштабируемые решения для сложных проблем дорожного движения[4]. Другая гибридная модель использует как континуальные, так и агентные методы для моделирования крупномасштабного дорожного движения, динамически связывая дискретное моделирование транспортного средства с агрегированными методами континуума[5].

Несмотря на достижения, проблемы в прогнозировании и управлении заторами на движении остаются (рисунок - 2). Отсутствие высококачественных данных о дорожном движении по всему городу и эффективных с вычислительной точки зрения алгоритмов сдерживает прогресс[3]. Более того, понимание сложных пространственно-временных отношений, влияющих на заторы, и обнаружение неизвестных причин требуют инновационных подходов, таких как глубокая кластеризация переносов, для систематического выявления причин заторов.



(Рисунок – 2)

1. Анализ транспортной инфраструктуры. Первый этап исследования включал детальный анализ существующей дорожной сети Астаны. Изучались основные транспортные артерии города, узлы с высокой загруженностью, расположение светофорных объектов, мостов, развязок и общественного транспорта. Особое внимание уделялось анализу узких мест дорожной сети, создающих наибольшие заторы.

2. Сбор и обработка данных. Для объективной оценки транспортной ситуации были использованы различные источники данных (таблица - 1).

Источник данных	Назначение
Статистика ДТП	Выявление аварийно-опасных участков
GPS-треки	Анализ маршрутов и времени в пути
Камеры видеонаблюдения	Фиксация интенсивности транспортных потоков
Дорожные сенсоры	Измерение скорости и плотности движения

(Таблица – 1)

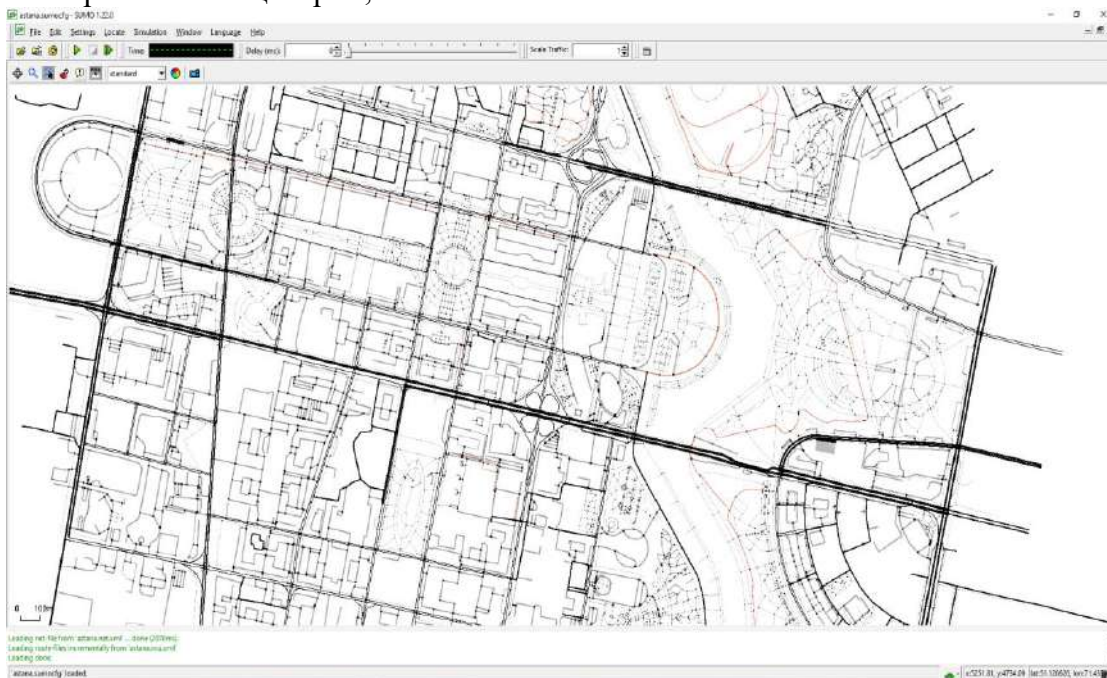
3. Математическое моделирование. Для анализа маршрутов и оптимизации транспортных потоков использовались графовые алгоритмы:

- Алгоритм Дейкстры – применялся для нахождения кратчайших маршрутов на основе фиксированных характеристик дорог (расстояние, время в пути).
- Алгоритм A\* – улучшенная версия Дейкстры, использующая эвристики для более быстрого поиска оптимального маршрута.
- Генетические алгоритмы – применялись для поиска глобально оптимальных маршрутов с учетом динамических факторов.

Эти методы позволили сформировать базовые модели оптимизации движения и определить потенциальные пути сокращения пробок.

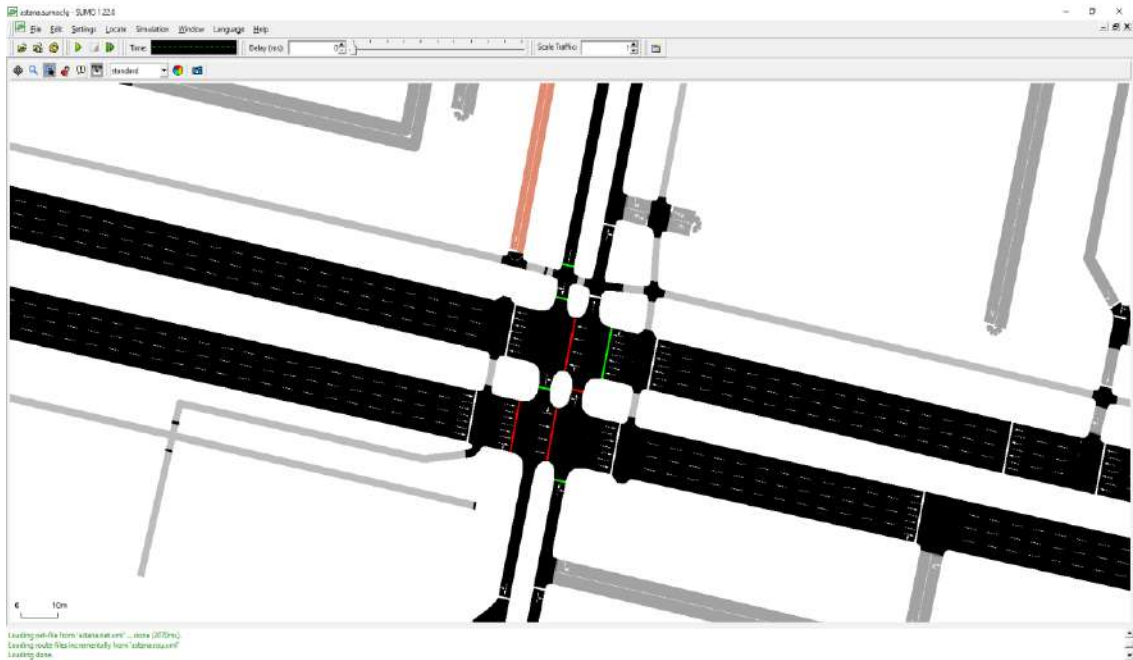
4. Симуляционное моделирование. Ключевой частью исследования стало проведение мультиагентного симуляционного моделирования в SUMO (Simulation of Urban Mobility). Эта среда позволяет детально воспроизводить движение транспортных средств, учитывать поведение водителей, работу светофоров и влияние различных сценариев управления движением.

В симуляции были заложены реальные данные о дорожной сети Астаны (Рисунок – 3), а также различные сценарии, включая



(Рисунок – 3)

Использование адаптивных светофоров с динамическим перераспределением фаз (Рисунок - 4).



(Рисунок – 4)

5. Методы машинного обучения. Для повышения эффективности управления трафиком были использованы методы машинного обучения:

- Reinforcement Learning (обучение с подкреплением) – применялось для адаптивного управления светофорами. Алгоритмы анализировали данные о потоках и динамически изменяли фазы сигналов, минимизируя заторы.
- Кластеризация транспортных потоков – позволила выявить закономерности в поведении водителей и оптимизировать схемы движения.
- Прогнозирование пробок – на основе исторических данных использовались модели временных рядов для предсказания загруженности дорог в разные временные интервалы.

#### **Формализация задачи поиска кратчайшего пути**

Поиск оптимального маршрута можно представить как задачу поиска кратчайшего пути в графе. Пусть транспортная сеть представлена графом  $G = (V, E)$ , где  $V$  — множество вершин (перекрестков), а  $E$  — множество ребер (дорожных сегментов) с весами, представляющими стоимость перемещения. Тогда задача поиска оптимального маршрута между двумя вершинами  $s$  и  $t$  сводится к минимизации функции:

$\min \sum_{i \in P} w_{ij}$ , где  $P$  — путь от  $s$  до  $t$ , а  $w_{ij}$  — вес ребра, определяемый, например, длиной сегмента, временем поездки или уровнем загруженности. В классическом варианте алгоритм Дейкстры использует жадный подход для нахождения  $P$ , тогда как  $A^*$  вводит эвристическую функцию  $h(n)$ , оценивающую расстояние до цели:

$f(n) = g(n) + h(n)$ , где  $g(n)$  — накопленная стоимость пути до вершины  $n$ , а  $h(n)$  — эвристическая оценка оставшегося пути.

#### **Управление светофорами с учетом загруженности**

Для динамического управления светофорными объектами можно использовать модель адаптивного переключения фаз, основанную на данных о плотности транспортных потоков. Пусть  $T$  — текущая длительность зеленого сигнала, а  $D$  — плотность потока в зоне светофора. Тогда адаптивное управление можно выразить как:

$$T_{new} = T + k(D - D_v),$$

где  $k$  — коэффициент адаптации,  $D_v$  — средняя плотность потока за выбранный период. Такой подход позволяет минимизировать задержки на перекрестках за счет динамического перераспределения времени фаз (таблица – 2).

Алгоритм	Тип	Время вычисления	Учет динамически х факторов	Достоинства
----------	-----	------------------	-----------------------------	-------------

<b>A*</b>	Графовый эвристикой	Высокое	Ограниченный	Быстрее Дейкстры за счет эвристики
<b>RL (Q-Learning)</b>	Машинное обучение	Высокое	Да	Адаптивность к изменениям, самообучаемость
<b>Генетические алгоритмы</b>	Эвристический	Среднее	Частично	Хорошо работает в сложных сетях
<b>Дейкстры</b>	Графовый	Среднее	Нет	Гарантированное нахождение кратчайшего пути

(Таблица – 2)

### Список использованных источников

1. Changle Li, Wenwei Yue, Guoqiang Mao and Zhigang Xu. "Congestion Propagation Based Bottleneck Identification in Urban Road Networks." IEEE Transactions on Vehicular Technology, 69 (2020): 4827-4841. [Электронный ресурс]: - Режим доступа <https://doi.org/10.1109/TVT.2020.2973404>.
2. Zhengbing He, Geqi Qi, Lili Lu and Yanyan Chen. "Network-wide identification of turn-level intersection congestion using only low-frequency probe vehicle data." Transportation Research Part C: Emerging Technologies (2019) . [Электронный ресурс]: - Режим доступа <https://doi.org/10.1016/j.trc.2019.10.001>.
3. Navin Ranjan, Sovit Bhandari, Hong Ping Zhao, Hoon Kim and Pervez Khan. "City-Wide Traffic Congestion Prediction Based on CNN, LSTM and Transpose CNN." IEEE Access, 8 (2020): 81606-81620. [Электронный ресурс]: - Режим доступа <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2991462>.
4. Sanghyun Son, Yi-Ling Qiao, J. Sewall and Ming-Chyuan Lin. "Differentiable Hybrid Traffic Simulation." ACM Transactions on Graphics (TOG), 41 (2022): 1 - 10. . [Электронный ресурс]: - Режим доступа <https://doi.org/10.1145/3550454.3555492>.
5. J. Sewall, David Wilkie and Ming C Lin. "Interactive hybrid simulation of large-scale traffic." Proceedings of the 2011 SIGGRAPH Asia Conference (2011). [Электронный ресурс]: - Режим доступа <https://doi.org/10.1145/2024156.2024169>.