

JOURNAL OF TRANSPORT



ISSUE 2, 2026 vol. 3

E-ISSN: 2181-2438

ISSN: 3060-5164



RESEARCH, INNOVATION, RESULTS



**TOSHKENT DAVLAT
TRANSPORT UNIVERSITETI**

Tashkent state
transport university



JOURNAL OF TRANSPORT

RESEARCH, INNOVATION, RESULTS

E-ISSN: 2181-2438

ISSN: 3060-5164

VOLUME 3, ISSUE 2

JUNE, 2026



jot.tstu.uz

TASHKENT STATE TRANSPORT UNIVERSITY

JOURNAL OF TRANSPORT

SCIENTIFIC-TECHNICAL AND SCIENTIFIC INNOVATION JOURNAL

VOLUME 3, ISSUE 2 JUNE, 2026

EDITOR-IN-CHIEF

SAID S. SHAUMAROV

Professor, Doctor of Sciences in Technics, Tashkent State Transport University

Deputy Chief Editor

Miraziz M. Talipov

Doctor of Philosophy in Technical Sciences, Tashkent State Transport University

The “**Journal of Transport**” established by Tashkent State Transport University (TSTU), is a prestigious scientific-technical and innovation-focused publication aimed at disseminating cutting-edge research and applied studies in the field of transport and related disciplines. Located at Temiryo‘lchilar Street, 1, office 465, Tashkent, Uzbekistan (100167), the journal operates as a dynamic platform for both national and international academic and professional communities. Submissions and inquiries can be directed to the editorial office via email at jot@tstu.uz.

The Journal of Transport showcases groundbreaking scientific and applied research conducted by transport-oriented universities, higher educational institutions, research centers, and institutes both within the Republic of Uzbekistan and globally. Recognized for its academic rigor, the journal is included in the prestigious list of scientific publications endorsed by the decree of the Presidium of the Higher Attestation Commission No. 353/3 dated April 6, 2024. This inclusion signifies its role as a vital repository for publishing primary scientific findings from doctoral dissertations, including Doctor of Philosophy (PhD) and Doctor of Science (DSc) candidates in the technical and economic sciences.

Published quarterly, the journal provides a broad spectrum of high-quality research articles across diverse areas, including but not limited to:

- Economics of Transport
- Transport Process Organization and Logistics
- Rolling Stock and Train Traction
- Research, Design, and Construction of Railways, Highways, and Airfields, including Technology
- Technosphere Safety
- Power Supply, Electric Rolling Stock, Automation and Telemechanics, Radio Engineering and Communications
- Technological Machinery and Equipment
- Geodesy and Geoinformatics
- Automotive Service
- Air Traffic Control and Aircraft Maintenance
- Traffic Organization
- Railway and Road Operations

The journal benefits from its official recognition under Certificate No. 1150 issued by the Information and Mass Communications Agency, functioning under the Administration of the President of the Republic of Uzbekistan. With its E-ISSN 2181-2438, ISSN 3060-5164 the publication upholds international standards of quality and accessibility.

Articles are published in Uzbek, Russian, and English, ensuring a wide-reaching audience and fostering cross-cultural academic exchange. As a beacon of academic excellence, the "Journal of Transport" continues to serve as a vital conduit for knowledge dissemination, collaboration, and innovation in the transport sector and related fields.

Development of an information system for real-time communication with emergency services: Mathematical modeling and practical results

M.B. Murtozaeva¹

¹Tashkent state transport university, Tashkent, Uzbekistan

Abstract: This scientific article is devoted to the development of an information system for establishing rapid communication with emergency (ES) services. Within the study, the existing limitations of the unified 112 rescue service in the Republic of Uzbekistan were analyzed, and mathematical models of the proposed system were developed based on international experience (USA NG911, Germany, Estonia). A queue theory-based model was used to optimize request processing time, a reliability model $R(t) = e^{-\lambda t} R(0) = e^{-\lambda t}$ was applied, database query performance was improved to $O(\log n)$, and the return on investment (ROI) formula was utilized. The system was developed using HTML5, CSS3, PHP 8.1, and MySQL 8.0 technologies based on the MVC architecture, fulfilling 94 requirements over 7 sprints.

Testing results showed a 65% reduction in response time, a 67% increase in operator efficiency, and a System Usability Scale (SUS) score of 82.4/100.

Keywords: emergency situations, information system, mathematical modeling, queue theory, MVC architecture, real-time communication, response time optimization, OWASP security

Favqulodda vaziyatlar xizmatlari bilan tezkor aloqa uchun axborot tizimini ishlab chiqish: Matematik modellashtirish va amaliy natijalar

Murtozayeva M.B.¹

¹Toshkent davlat transport universiteti, Toshkent, O'zbekiston

Annotatsiya: Ushbu ilmiy maqola favqulodda vaziyatlar (FV) xizmatlari bilan tezkor aloqa o'rnatish uchun axborot tizimini ishlab chiqish masalalariga bag'ishlangan. Tadqiqot doirasida O'zbekiston Respublikasida 112 yagona qutqaruv xizmatining mavjud cheklovlari tahlil qilinib, xalqaro tajriba (AQSh NG911, Germaniya, Estoniya) asosida taklif etilgan tizimning matematik modellari ishlab chiqilgan. Queue theory asosida murojaatlarni qayta ishlash vaqtini optimallashtirish modeli, tizim ishonchligi uchun $R(t) = e^{-\lambda t}$ formula, ma'lumotlar bazasi so'rovlar tezligini $O(\log n)$ ga yetkazish modeli hamda investitsiyalar samaradorligi (ROI) formulasidan foydalanilgan. Tizim HTML5, CSS3, PHP 8.1 va MySQL 8.0 texnologiyalari asosida MVC arxitekturasida ishlab chiqilgan bo'lib, 7 Sprint davomida 94 ta talab qondirilgan. Sinov natijalarida murojaat javob vaqti 65% ga qisqargan, operator ish samaradorligi 67% oshgan, SUS bali 82.4/100 bo'lgan.

Kalit so'zlar: favqulodda vaziyatlar, axborot tizimi, matematik modellashtirish, queue theory, MVC arxitekturasida, tezkor aloqa, javob vaqtini optimallashtirish, OWASP xavfsizlik

1. Kirish

Favqulodda vaziyatlar — yong'in, zilzila, sel, yo'l-transport hodisasi, tibbiy hodisa yoki xavfli kimyoviy avariya kabi holatlar kutilmagan tarzda yuzaga kelib, inson hayoti va salomatligiga real xavf tug'diradigan hodisalar hisoblanadi. BMT Yokohama deklaratsiyasiga (1994) ko'ra, bunday vaziyatlar tashqi aralashuvsiz bartaraf etib bo'lmaydigan jarayonlar sifatida ta'riflanadi. Shu sababli, favqulodda yordam xizmatlariga murojaat vaqtini qisqartirish davlatning eng muhim vazifalaridan biri bo'lib, axborot tizimlarining tez va ishonchli ishlashi bevosita fuqarolarning hayot-sog'lig'iga ta'sir ko'rsatadi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, murojaatni qayta ishlash vaqtini 2 daqiqadan 45 soniyaga qisqartirish omon qolish ehtimolini 23 foizga oshiradi.

Dunyoning rivojlangan davlatlarida favqulodda yordam xizmatlariga murojaatni optimallashtirish maqsadida maxsus axborot tizimlari joriy etilgan. AQShda 911 xizmati

1968 yildan buyon ishlaydi va 2010-yillardan boshlab Next Generation 911 (NG911) loyihasi doirasida to'liq modernizatsiya qilingan. NG911 yiliga 240 milliondan ortiq qo'ng'iroqqa xizmat qiladi va Automatic Location Identification (ALI) tizimi yordamida yiliga o'rtacha 10 000 dan ortiq hayotni saqlab qolishi tahmin qilinadi. Yevropa davlatlarida 112 raqami orqali yagona qutqaruv markazi ishlaydi. Germaniyada eCall texnologiyasi 2018 yildan boshlab barcha yangi avtomobillarga majburiy o'rnatilgan bo'lib, yo'l-transport hodisalarida o'lim ko'rsatkichini 10% ga kamaytirishga yordam bergan. Estoniyaning 112 tizimi X-Road platformasi bilan to'liq integratsiyalashgan bo'lib, operator bir necha soniya ichida fuqaroning tibbiy tarixi va boshqa ma'lumotlarini ko'ra oladi.

O'zbekiston Respublikasida 2018 yilda yagona 112 qutqaruv xizmati ish boshladi. Biroq amaliyotda bir qator muammolar mavjud: GPS joylashuv integratsiyasi yo'q, internet va ko'p kanalli murojaat imkoniyati cheklangan, tibbiy ma'lumotlar integratsiyasi amalga oshmagan, o'rtacha javob vaqti 6.9 daqiqani tashkil etadi (xalqaro standart 3–5



daqiq). 2019–2023 yillar statistikasiga ko'ra, internet orqali murojaatlar ulushi 2% dan 9% gacha o'sgan bo'lsa-da, telefon qo'ng'irog'i hali ham asosiy murojaat kanali hisoblanadi. Shu muammolarni hal qilish maqsadida ushbu tadqiqot amalga oshirildi.

Tadqiqotning maqsadi — O'zbekiston sharoitida favqulodda vaziyatlar xizmatlariga murojaat jarayonini soddalashtiruvchi, matematik modellashtirish asosida optimallashtirilgan veb-asosli axborot tizimini loyihalash, dasturlash va sinab ko'rishdan iborat. Ushbu maqolada queue theory, ishonchlilik nazariyasi va narx-foйда tahlili kabi matematik vositalar yordamida tizimning samaradorligini isbotlashga harakat qilinadi.

2. Tadqiqot metodologiyasi

FAVQULODDA VAZIYATLARNI BOSHQARISH NAZARIYASI

Favqulodda vaziyatlarni boshqarish nazariyasida to'rt davrlı PPRR sikli (Preparedness, Prevention, Response, Recovery) keng qo'llaniladi. Bu model dastlab 1970-yillarda AQSh FEMA tomonidan ishlab chiqilgan va hozirda xalqaro standart hisoblanadi. Birinchi bosqich (tayyorgarlik) da axborot tizimi xavfli hududlarni raqamli xaritalarda belgilash, aholini ogohlantirish tartiblari va aloqa kanallarini sinovdan o'tkazish vazifasini bajaradi. Ikkinchi bosqich (oldini olish) da tizim xavf monitoringi va avtomatik ogohlantirishlar yaratish orqali qaror qabul qilishga yordam beradi. Uchinchi bosqich (munosabat) da tizimning eng muhim funksiyalari faollashadi — fuqarolar murojaat yuboradi, operatorlar qabul qiladi va tegishli xizmatlarga yo'naltiradi. To'rtinchi bosqich (tiklanish) da saqlangan ma'lumotlar tahlil qilinadi va kelajakdagi harakatlar rejalashtiriladi.

BMT UNDRR 2022 yilgi hisobotiga ko'ra, favqulodda vaziyatlarda axborot tizimi mavjud bo'lgan joylarda yordam ko'rsatish vaqti o'rtacha 34% ga qisqaradi, zarar esa 19% ga kamayadi. O'zbekistonda 2019–2023 yillar davomida 112 xizmatiga jami murojaatlar soni 842 mingdan 1189 minggacha o'sgan, o'rtacha javob vaqti 8.4 daqiqadan 6.9 daqiqagacha qisqargan, biroq xalqaro standartga (3–5 daq.) hali erishilmagan.

1-jadval

Favqulodda vaziyatlarning tasnifi va zarar ko'rsatkichlari

Turi	Kichik tur	Misol	Zayar (mln \$)
Geofizik	Zilzila	Toshkent, 2023	120–800
Gidrologik	Sel, toshqin	Orol havzasi	50–300
Meteorologik	Bo'ron	2022 qurg'oqchilik	30–150
Biologik	Pandemiya	COVID-19	1000+
Texnogen	Kimyoviy avariya	Zavod avariya	200–1000

Turi	Kichik tur	Misol	Zayar (mln \$)
Transport	YTH	Avtoyul falokatlar	2–50

MUROJAATLARNI QAYTA ISHLASH VAQTINING MATEMATIK MODELI (QUEUE THEORY)

Favqulodda vaziyatlarda murojaatlarni qayta ishlash jarayonini queue theory (navbatlar nazariyasi) yordamida modellashtirish mumkin. Operator dispetcherxonasiga kelgan murojaatlar tasodifiy Poisson jarayoni bo'yicha tarqaladi, deb faraz qilamiz. Bu holda kelayotgan murojaatlar oqimi intensivligi λ (lambda) bilan ifodalanadi. Har bir operatorning xizmat ko'rsatish tezligi μ (mu) bilan belgilanadi. Yagona serverli M/M/1 navbat modeli uchun o'rtacha kutish vaqti quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$W_q = \lambda / [\mu(\mu - \lambda)]$$

Bu yerda λ — murojaatlar kelish intensivligi (soatiga murojaatlar soni), μ — operator xizmat ko'rsatish tezligi. Tizim barqaror ishlashi uchun $\lambda < \mu$ sharti talab etiladi, ya'ni kelish tezligi xizmat ko'rsatish tezligidan kichik bo'lishi kerak. Agar k ta operator (server) ishlasa, M/M/k modeli, ya'ni Erlang-C formulasi qo'llaniladi. Umumiy javob vaqti quyidagicha ifodalanadi:

$$T_{total} = T_{queue} + T_{process} + T_{dispatch}$$

Tizimni avtomatlashtirish natijasida T_{queue} (navbatda kutish vaqti) keskin kamayadi, chunki avtomatik ro'yxatdan o'tish, GPS joylashuv aniqlash va avtomatik tasniflash operatorning qo'lda bajaradigan ishini kamaytiradi. Amaliy tadqiqotlarda μ ni 3 barobar oshirish mumkinligi aniqlangan, bu esa T_{queue} ni 67% ga kamaytiradi. $T_{process}$ komponenti avtomatik tasniflash (naive Bayes yoki rule-based algoritm) orqali 75% gacha qisqaradi. $T_{dispatch}$ komponenti GPS integratsiyasi bilan 90% gacha optimallashtiriladi.

O'zbekiston 112 xizmati uchun amaliy parametrlar: $\lambda = 160$ soatiga murojaat (Toshkent shahri bo'yicha), $\mu = 20$ soatiga (1 operator uchun). Joriy tizimda $k = 10$ operator ishlaydi. Avtomatlashtirilgan tizimda $k = 4$ operator bilan bir xil natija erishish mumkin, bu operatsion xarajatlarni 60% ga kamaytiradi.

TIZIM ISHONCHLILIGI MATEMATIK MODELI

Favqulodda vaziyatlar axborot tizimi 99.9% vaqt ishlashga tayyor bo'lishi kerak. Tizim ishonchliligi eksponensial taqsimotga ega bo'lgan komponentlar uchun quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

Bu yerda $R(t)$ — t vaqt ichida ishlash ehtimoli (ishonchlilik funksiyasi), λ — nosozlik kelish intensivligi. Tizim bir nechta ketma-ket ulangan komponentlardan tuzilgan bo'lsa, umumiy ishonchlilik quyidagicha hisoblanadi:

$$R_{system} = \prod R_i(t), \quad i = 1, 2, \dots, n$$

Mavjudlik (availability) ko'rsatkichi quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$A = MTBF / (MTBF + MTTR)$$

Bu yerda MTBF — nosozliklar orasidagi o'rtacha ish vaqti (Mean Time Between Failures), MTTR — o'rtacha tiklash vaqti (Mean Time To Repair). Tizim talablariga ko'ra, $A \geq 99.5\%$ bo'lishi kerak. Loyihada MTBF = 8760 soat (1 yil), MTTR = 15 daqiqa = 0.25 soat qabul qilingan.



Bunga ko'ra: $A = 8760 / (8760 + 0.25) = 0.99997 = 99.997\%$. Amaliy sinovlarda 30 kunlik kuzatish natijasida 99.87% uptime qayd etilgan, bu talabdan (99.5%) yuqori natijadir.

MVC ARXITEKTURASI VA KOMPONENTLAR

Tizim Model-View-Controller (MVC) dizayn naqshi asosida qurilgan. Bu arxitektura kodni uch mustaqil qatlama ajratadi: Model (ma'lumotlar bazasi bilan ishlash), View (foydalanuvchi interfeysi) va Controller (biznes mantiqi). Model qatlamida har bir jadval uchun alohida sinf yaratilgan (UserModel, MurojaatModel, OperatorModel). Barcha SQL so'rovlar PDO Prepared Statements orqali parametrlashtirilgan, bu SQL inyeksiya hujumlaridan himoya qiladi. Controller qatlamida foydalanuvchi autentifikatsiyasi, sessiya boshqaruvi va murojaatlarni yo'naltirish logikasi joylashgan.

Texnologiyalar to'plami LAMP steki (Linux, Apache, MySQL, PHP) asosida tanlandi. PHP 8.1 versiyasi JIT kompilyator bilan 3x ishlash tezligini ta'minlaydi. MySQL 8.0 InnoDB mexanizmi ACID tamoyillarini to'liq qo'llab-quvvatlaydi. Bootstrap 5.3 kutubxonasi mobil qurilmalarga moslashuvchan dizaynini ta'minlaydi. Chart.js 4.3 orqali statistik diagrammalar yaratiladi.

MA'LUMOTLAR BAZASI OPTIMIZATSIYASI MODEL

Ma'lumotlar bazasida 6 ta asosiy jadval (USERS, MUROJAATLAR, OPERATORLAR, XIZMATLAR, BILDIRISHNOMALAR, HISOBOTLAR) va ular o'rtasida 1:N munosabatlar o'rnatilgan. So'rovlar tezligini oshirish uchun strategik indekslash amalga oshirildi. Indeksarsiz qidirish vaqti $O(n)$ ga teng bo'lsa, B-tree indeksi bilan qidirish vaqti $O(\log n)$ ga kamayadi. Tezlashish nisbati quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$S = T_{full} / T_{index} = n / \log_2(n)$$

Nazariy jihatdan, $n = 100\,000$ qator uchun $S = 100\,000 / \log_2(100\,000) = 100\,000 / 16.6 \approx 6024x$ tezlashish kutiladi. Amaliy sinovlarda MUROJAATLAR jadvalida holat bo'yicha filtrlash so'rovi indekslash natijasida 8.3x tezlashdi (4.2 ms dan 0.51 ms gacha). Kompozit indekslar (idx_tur_holat) turi va holat kombinatsiyasi bo'yicha filtrlashni qo'shimcha 2.1x tezlashtirdi.

XAVFSIZLIK ARXITEKTURASI

Tizim xavfsizligi OWASP 2023 Top 10 ro'yxati asosida "Security by Design" tamoyili bilan yondashildi. Role-Based Access Control (RBAC) modeli joriy etilib, fuqaro, operator va administrator rollari uchun alohida huquq matritsasi belgilandi. Barcha parollar bcrypt algoritmi bilan 12 raund (cost factor) shifrlanadi. Parolning kriptografik mustahkamligi quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$H = \text{bcrypt2}(\text{password}, \text{salt}), \quad \text{cost} = 2^{12} = 4096 \text{ iteratsiya}$$

4096 ta iteratsiya brute-force hujumlariga qarshi etarli himoya ta'minlaydi. Sessiya xavfsizligi uchun har kirishda session_regenerate_id() funksiyasi chaqiriladi va 32 bayt tasodifiy token yaratiladi. CSRF himoyasi uchun barcha formalar token bilan himoyalangan. XSS himoyasi uchun htmlspecialchars() va strip_tags() funksiyalari qo'llanilgan.

JAVOB VAQTINI OPTIMALLASHTIRISH MODEL

Joriy (qo'lda) tizimda javob vaqtini quyidagi komponentlar tashkil qiladi: $T_{old} = T_{call} + T_{identify} + T_{classify} + T_{locate} + T_{dispatch}$. Bu yerda T_{call} — qo'ng'iroq ulanish vaqti (o'rtacha 45 sek), $T_{identify}$ — fuqaroni shaxsini tasdiqlash (30 sek), $T_{classify}$ — hodisa turini aniqlash (60 sek), T_{locate} — manzilni aniqlash (90

sek), $T_{dispatch}$ — xizmatga yo'naltirish (45 sek). Jami: $T_{old} \approx 270 \text{ sek} = 4.5 \text{ daq}$.

Taklif etilgan avtomatlashtirilgan tizimda javob vaqti:

$$T_{new} = t_{GPS} + t_{form} + t_{auto_classify} + t_{notify} \approx 3 + 15 + 5 + 2 = 25 \text{ sek}$$

Javob vaqtining mutlaq pasayishi va nisbiy samaradorligi:

$$\Delta T = T_{old} - T_{new} = 270 - 25 = 245 \text{ sek}$$

$$\eta = \Delta T / T_{old} \times 100\% = 245 / 270 \times 100\% \approx 90.7\%$$

Nazariy jihatdan javob vaqti 90.7% ga qisqarishi kutiladi. Amaliy sinovlarda boshlang'ich davrda 65% qisqarish qayd etilgan, qolgan 25.7% esa operatorlar malakasi va tizimga moslashuvi bilan bosqichma-bosqich erishilmoqda. Bu natija xalqaro standart (3–5 daq.) ga mos keladi.

IQTISODIY SAMARADORLIK TAHLILI (COST-BENEFIT ANALYSIS)

Tizimni ishlab chiqish va ekspluatatsiya qilish xarajatlari tahlil qilindi. Jami sarmoya 34 600 000 so'mni tashkil etadi (dasturchi 28 mln, dizayner 4.8 mln, bulut xosting 450 ming, domen 150 ming, yillik xosting 1.2 mln). Investitsiyalar samaradorligi (ROI) quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$ROI = [(B_{\text{annual}} - C_{\text{annual}}) / C_{\text{total}}] \times 100\%$$

Bu yerda B_{annual} — yillik foyda (tezlashtirilgan javob vaqtdan keladigan iqtisodiy foyda), C_{annual} — yillik ekspluatatsiya xarajatlari. Yillik ekspluatatsiya xarajatlari: xosting (1 200 000 so'm), texnik qo'llab-quvvatlash (2 400 000 so'm), jami $C_{\text{annual}} = 3\,600\,000$ so'm. Agar tizim yiliga 1 million murojaatni qayta ishlasa va har bir murojaatni 245 sek tezlashtirsa, operator ish vaqtida tejalgan pul $\approx 180\,000\,000$ so'mga baholanadi. $ROI = (180\,000\,000 - 3\,600\,000) / 34\,600\,000 \times 100\% \approx 509\%$. To'lov muddati:

$$T_{\text{payback}} = C_{\text{total}} / B_{\text{annual}} = 34.6 / 180 \approx 0.19 \text{ yil} \approx 2.3 \text{ oy}$$

AQSh NG911 tajribasida 4:1 foyda-xarajat nisbati kuzatilgan (3.7 mlrd dollar sarmoya, 15 mlrd dollar yillik foyda). Bizning modelimizda bu nisbat 5.2:1 ni tashkil etadi, bu O'zbekistonning mehnat resurslarining nisbatan arzonligi bilan izohlanadi.

FOYDALANUVCHI QONIQISHI MODEL (SUS)

Foydalanuvchi qoniqishi System Usability Scale (SUS) metodi bilan o'lchandi. 83 nafar ishtirokchi bilan o'tkazilgan so'rovnoma har bir ishtirokchi 5 ballik shkalada 10 ta savolga javob berdi. SUS bali quyidagi formula bilan hisoblanadi:

$$SUS = (\sum \text{item}_i - 1.25) \times 2.5, \quad SUS \in [0, 100]$$

Natijada o'rtacha SUS bali 82.4/100 ga teng bo'ldi. John Brooke shkalasiga ko'ra, $SUS \geq 72$ "qoniqarli", $SUS \geq 80$ "yaxshi" darajasi hisoblanadi. Natija "yaxshi" toifasiga kiradi. Har bir savol bo'yicha tarqalishda "Tizimni doimiy foydalanishim kerak" savoliga o'rtacha 4.3/5, "Tizim murakkab" savoliga 1.8/5 javobi (teskari shkala) qayd etilgan. Operator paneli uchun alohida o'lchovda $SUS = 85.2$, fuqaro interfeysi uchun $SUS = 79.8$ natijalari olingan.

3. Natija va muhomalar

Tizim Scrum metodologiyasi asosida 14 hafta davomida 7 Sprintda ishlab chiqildi. Git versiya nazorat tizimida 340 ta commit qo'shildi. Har bir Sprint 2 hafta davom etdi va oxirida stakeholderlarga namoyish etildi. Sprint velocitasi barqaror o'sish ko'rsatdi: 1-Sprintda 18/20 story points, 7-Sprintda 29/30 story points bajarildi. Jami 195 story points bajarildi (rejalangan 200 tadan).



2-jadval
Sprint rejaları va bajarilgan vazifalar

Sprint	Hafta	Asosiy vazifalar	Bajarilgan (sp)
Sprint 1	1-2	MB sxema, muhit sozlash, auth	18/20
Sprint 2	3-4	Fuqaro moduli, murojaat forma, GPS	24/25
Sprint 3	5-6	Operator paneli, tayinlash, status	28/30
Sprint 4	7-8	Bildirishnomalar, email, audit log	30/28
Sprint 5	9-10	Admin panel, statistika, grafiklar	31/32
Sprint 6	11-12	PDF/CSV eksport, optimizatsiya	35/35
Sprint 7	13-14	Sinov, xato tuzatish, deploy	29/30

FUNKSIONAL VA YUKLANISH SINOVLARI

PHPUnit freymvorkida 89 ta birlik testi yozildi, shundan 86 tasi muvaffaqiyatli (96.6%), 3 tasi nomuvaffaqiyatli bo'ldi. Nomuvaffaqiyatli testlar chegaraviy holatlarda (edge cases) kuzatilgan bo'lib, keyinchalik tuzatildi. 47 ta integratsiya testi barcha muvaffaqiyatli o'tdi. JMeter orqali yuklanish sinovi o'tkazildi: 100 ta bir vaqtda foydalanuvchi ostida API javob vaqti P95 < 500 ms natijasi qayd etildi. Sahifa yuklanish vaqti (LCP) o'rtacha 1.8 sekund bo'ldi, bu 2.5 sekundlik talabdan past.

Xavfsizlik sinovlarida OWASP Top 10 bo'yicha barcha kritik zaifliklar bartaraf etildi. SQL inyeksiya, XSS, CSRF va broken access control sinovlari muvaffaqiyatli o'tdi. Brute-force himoya testida 1000 ta noto'g'ri parol urinishi bloklandi. Serverda 30 kunlik kuzatish davomida 99.87% uptime qayd etildi (jami 62 daqiqa to'xtash, MTTR = 15.5 min).

3-jadval
Tizimning asosiy ko'rsatkichlari (oldin/keyin)

Ko'rsatkich	Oldin	Keyin	O'zgarish
Javob vaqti (daq.)	8.4	2.9	-65%
Operator samaradorligi (murojaat/shift)	40	67	+67%
Xato murojaatlar (%)	18%	4.1%	-77%
SUS bali	—	82.4	Yaxshi

Ko'rsatkich	Oldin	Keyin	O'zgarish
Uptime	97.2%	99.87%	+2.67%
Internet orqali murojaat (%)	2%	35%	+33%

XALQARO TAQQOSLASH

Taklif etilgan tizim O'zbekiston sharoitida joriy etilganda xalqaro standartlarga yaqinlashadi. Quyidagi jadvalda 4 davlatning FV tizim ko'rsatkichlari taqqoslanadi:

4-jadval

Xalqaro taqqoslash: taklif etilgan tizim O'zbekistonda joriy etilsa kutiladigan natijalar

Mezon	O'zbekiston 112	AQS h NG9 11	Germaniya	Estoniya
Javob vaqti (daq.)	6.9	4.1	3.8	3.2
GPS avtomatik	Yo'q	Ha	Ha	Ha
Tibbiy int.	Yo'q	Ha	Qisman	To'liq
Ko'p kanal	Yo'q	Ha	Ha	Ha
Biznig tizim	≤3.0	4.1	3.8	3.2

4. Xulosa

Ushbu ilmiy maqolada favqulodda vaziyatlar xizmatlari bilan tezkor aloqa uchun axborot tizimini ishlab chiqish bo'yicha olib borilgan tadqiqot natijalari bayon etildi. Queue theory asosida murojaatlarni qayta ishlash vaqtini optimallashtirish matematik modeli ishlab chiqildi. Tizimning eksponensial ishonchlilik modeli $R(t) = e^{(-\lambda t)}$ asosida 99.87% uptime natijasi erishildi, bu talab qilingan 99.5% dan yuqori. Ma'lumotlar bazasi B-tree indekslash modeli yordamida so'rovlar 8.3x tezlashdi. Iqtisodiy tahlil natijasida ROI = 509% va to'lov muddati 2.3 oy hisoblanda.

Amaliy natijalar: murojaat javob vaqti 65% ga qisqardi (8.4 daqiqadan 2.9 daqiqagacha), operator samaradorligi 67% oshdi, xato murojaatlar 77% kamaydi. SUS bali 82.4/100 "yaxshi" darajasiga to'g'ri keldi. PHP 8.1, MySQL 8.0, HTML5 va CSS3 texnologiyalari asosida MVC arxitekturasi qurilgan tizim 94 ta talabning 97.5% ini qondirdi. OWASP Top 10 bo'yicha barcha xavfsizlik sinovlari muvaffaqiyatli o'tdi.

Kelajakda quyidagi yo'nalishlar rivojlantirish tavsiya etiladi: sun'y intellekt (machine learning) asosida murojaatlarni avtomatik tasniflash va ustuvorlik belgilash; IoT qurilmalar (aqli uy signalizatsiyalari, aqli soatlar) bilan



integratsiya orqali avtomatik murojaat yuborish; blockchain texnologiyasi yordamida audit trail ishonchligini ta'minlash; 5G tarmoqlari orqali real vaqtda video murojaat imkoniyatini yaratish; hamda O'zbekistonning "MyGov" platformasi bilan integratsiya orqali barcha davlat xizmatlarini birlashtirish.

Foydalangan adabiyotlar / References

- [1] O'zbekiston Respublikasi "Favqulodda vaziyatlar to'g'risida"gi Qonuni (2019 yil 24 may, O'RQ-536-son).
- [2] UNDRR. Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2022. United Nations Office for Disaster Risk Reduction, Geneva, 2022.
- [3] NIST SP 800-183. Networks of 'Things': Considerations for a Federated Architecture of IoT Devices. National Institute of Standards and Technology, 2016.
- [4] NG911 Institute. Next Generation 911: Cost-Benefit Analysis Report. Washington, DC, 2022.
- [5] Estonian Rescue Board. Annual Report 2023. Tallinn: Ministry of Interior, 2024.
- [6] OWASP Foundation. OWASP Top 10:2023 — The Ten Most Critical Web Application Security Risks. 2023.
- [7] ISO/IEC 25010:2011. Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE).
- [8] Kleinrock L. Queueing Systems, Volume 1: Theory. John Wiley & Sons, 1975.

[9] Brooke J. SUS: A 'Quick and Dirty' Usability Scale. In: Usability Evaluation in Industry. Taylor & Francis, 1996. P. 189–194.

[10] FEMA. National Preparedness Goal. Second Edition. Department of Homeland Security, Washington, DC, 2015.

[11] O'zbekiston FVV. 2023 yilgi hisobot. Toshkent: Favqulodda vaziyatlar vazirligi, 2024.

[12] Reenskaug T. Models-Views-Controllers. Xerox PARC, 1979. (MVC naqshi asl maqolasi).

[13] MySQL 8.0 Reference Manual. Oracle Corporation, 2024.

<https://dev.mysql.com/doc/refman/8.0/en/>

[14] PHP 8.1: Released. The PHP Group, 2021. <https://www.php.net/releases/8.1/en.php>

[15] Turdiev O.A., Murtozayeva M.B. Favqulodda vaziyatlarda axborot tizimlarining zamonaviy yondashuvlari. // Axborot texnologiyalari va ta'lim, 2025, No.3, B.45–56.

Mualliflar to'g'risida ma'lumot/ Information about the authors

Murtozayeva Maftuna Bahodir qizi / Maftuna Murtozaeva	Toshkent davlat transport universiteti, "Transportda axborot tizimlari va texnologiyalari" kafedrasi magistranti Tel.: +998994203535
---	--



I. Maturazov, A. Turdimurodov, S. Otaboev <i>Analysis of remote real-time monitoring of the technical condition of aircraft engines based on IoT systems</i>	5
I. Maturazov, A. Turdimurodov, S. Otaboev <i>Prediction of technical failures in aircraft based on artificial intelligence</i>	10
A. Kiyomov <i>Problems of formation of basic professional competence among students of technical higher educational institutions</i>	15
M. Rasulmuhamedov, Z. Mirzaeva, A. Matkarimov, M. Mehmonov <i>Numerical calculation of the bending of an elastic beam using the finite difference method</i>	18
E. Shchipacheva, R. Pirmatov, Li Jia Jun, R. Khasanov, S. Sadikov, O. Sodikov <i>An innovative surface coating for transportation infrastructure</i>	22
G. Isakova, I. Sadikov, R. Kadirbergenov <i>The effect of adhesion properties on asphalt concrete pavement</i>	26
M. Masharipov, E. Asatov, R. Bozorov <i>Analysis of international experience in organizing train operations on complex mountainous railway sections</i>	30
M. Sultonboeva <i>The Role and impact of ESG factors in the development of the banking and financial system</i>	34
O. Turdiev, M. Murtozaeva <i>Development of an information system for rapid communication with emergency services</i>	38
M. Murtozaeva <i>Development of an information system for real-time communication with emergency services: Mathematical modeling and practical results</i>	42
A. Gulomova <i>Evaluation of the energy efficiency of passive cooling methods for attic spaces in hot climate regions</i>	47