

GIDROTEXNIKA INSHOOLARIDAGI FAVQULODDA VAZIYATLARDA AHOLIGA ZAMONAVIY “MAP-KOM” XABAR BERISH TIZIMINING MATEMATIK MODEL.

Tillayev Sherzod Amirbek o'g'li

*“TDTU” universiteti “Hayot faoliyati
xavfsizligi” kafedrası doktoranti*

Musayev Ma'rufjon Nabiyevich

*“TDTU” universiteti “Hayot faoliyati
xavfsizligi” kafedrası professori*

aa.zz.a.z.19920717gmail.com. +99891 793-74-74

Annatetsiya: Ushbu maqolada telekommunikatsion ogohlantirish tizimlarida ma'lumot uzatish jarayonining asosiy ko'rsatkichlari – signal sifati, uzatish kechikishi va energiya barqarorligining integrallashgan matematik modeli ishlab chiqildi. Tadqiqotda tizimning har bir funksional parametri uchun analitik tenglamalar shakllantirilib, ularning o'zaro bog'liqligi matematik modellashtirish metodikasi asosida tahlil qilindi. Ko'p mezonli baholashning vaznli yig'indi modeli (WSM) orqali parametrlar 0–1 oralig'ida normallashtirildi va ularning umumiy samaradorlikka ta'siri k_1 , k_2 , k_3 vazn koeffitsiyentlari yordamida integrallandi. Map-kom qurilmasi uchun o'tkazilgan eksperimental hisob-kitoblar natijasida ma'lumot uzatishning umumiy kechikishi 4,62 soniyani tashkil etgani, umumiy samaradorlik ko'rsatkichi esa 4,3 soniyaga teng bo'lgani aniqlangan. Olingan natijalar tizimning 1000 metr masofada xabarlarni 3–5 daqiqa oralig'ida yetkazib berishini ko'rsatib, xalqaro favqulodda ogohlantirish standartlariga mosligini tasdiqlangan. Tadqiqot natijalari aholini ogohlantirish tizimlarining real sharoitdagi samaradorligini baholash, prognozlash va optimallashtirish uchun ilmiy-amaliy asos yaratilgan.

Kalit so'zlar: Gidrotexnika inshootlari, ogohlantirish tizimlari, “Map-kom” matematik model, ishlash samaradorligi, telekommunikatsiya va texnik tizim.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СОВРЕМЕННОЙ СИСТЕМЫ ОПОВЕЩЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ «МАП-КОМ» ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ НА ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЯХ.

Аннотация: В данной статье разработана комплексная математическая модель основных показателей процесса передачи информации в телекоммуникационных системах оповещения – качества сигнала, задержки передачи и энергетической устойчивости. В ходе исследования сформулированы аналитические уравнения для каждого функционального параметра системы и на

основе методологии математического моделирования проанализированы их взаимосвязи. С использованием модели взвешенных сумм (WSM) многокритериальной оценки проведено нормирование параметров в диапазоне 0–1, а их влияние на общую эффективность интегрировано с помощью весовых коэффициентов k_1 , k_2 , k_3 . В результате экспериментальных расчетов для устройства Map-com определено, что общая задержка передачи информации составила 4,62 секунды, а общий показатель эффективности – 4,3 единицы. Полученные результаты показали, что система доставляет сообщения на расстояние 1000 метров в течение 3–5 минут, что подтверждает ее соответствие международным стандартам оповещения о чрезвычайных ситуациях. Результаты исследований создали научно-практическую основу для оценки, прогнозирования и оптимизации эффективности систем оповещения населения в реальных условиях.

Ключевые слова: Гидротехнические сооружения, системы оповещения, математическая модель «Map-com», производительность, телекоммуникационно, техническая система.

MATHEMATICAL MODEL OF THE MODERN “MAP-KOM” NOTIFICATION SYSTEM FOR THE POPULATION IN EMERGENCY SITUATIONS AT HYDROTECHNIC INSTALLATIONS.

Abstract: In this article, an integrated mathematical model of the main indicators of the information transmission process in telecommunication warning systems - signal quality, transmission delay and energy stability - was developed. In the study, analytical equations were formulated for each functional parameter of the system, and their interrelationships were analyzed based on the mathematical modeling methodology. Using the weighted sum model (WSM) of multi-criteria evaluation, the parameters were normalized in the range of 0–1, and their impact on the overall efficiency was integrated using the weight coefficients k_1 , k_2 , k_3 . As a result of experimental calculations for the Map-com device, it was determined that the overall delay in information transmission was 4.62 seconds, and the overall efficiency indicator was 4.3 units. The results obtained showed that the system delivers messages at a distance of 1000 meters within 3–5 minutes, confirming its compliance with international emergency warning standards. The research results have created a scientific and practical basis for assessing, forecasting, and optimizing the effectiveness of public warning systems in real conditions.

Keywords: Hydraulic structures, warning systems, "Map-com" mathematical model, performance, telecommunications and technical system.

Kirish

Suv omborlari – suv resurslarini boshqarish va taqsimlashda muhim infratuzilma hisoblanadi. Suv omborlarining samarali va ishonchli ishlashini ta'minlash uchun avtomatlashtirilgan boshqaruv va kuzatuv tizimlari zarurdir. Shu munosabat bilan, "Map-kom" tizimlari nafaqat O'zbekiston xududida balki dunyo miqiyosida xam zamonaviy suv xo'jaligida va boshqa axoliga xavf solivchi favqulodda vaziyatlarda keng qo'llanishi kutilmoqda.

Favqulodda vaziyatlarda aholiga tezkor ogohlantirish berish jarayoni murakkab ko'p bosqichli tizimni tashkil etadi. Ushbu tizimda asosiy omillar – xabar uzatish tezligi, signalning yetib borish ishonchliligi hamda energiya barqarorligi – o'zaro uzviy bog'liqdir. Ana shu bog'lanishlarni matematik shaklda ifodalash telekommunikatsiya nazariyasi va texnik tizimlar nazariyasining asosiy g'oyalariga tayanadi.

Telekommunikatsiya nazariyasi tizim orqali xabar uzatish, qabul qilish va tarqalish jarayonlarini tavsiflaydi, texnik tizimlar nazariyasi esa butun tizim samaradorligini ko'p omilli baholash mexanizmini beradi. Har ikki yondashuvning birlashtirilishi natijasida xabar berish tizimining yagona matematik modeli ishlab chiqiladi.

Metodika: Ushbu maqola telekommunikatsion tizimning ishlash samaradorligini baholashda matematik modellashtirish va ko'rsatkichlarni "vazn koeffitsiyentlari asosida integrallovchi ko'p mezonli baholash metodikasi"ga asoslangan holda yozilgan.

Asosiy ma'lumotlar:

Telekommunikatsion tizimning asosiy elementi – bu xabar uzatuvchi kanal. kanal orqali ma'lumotning uzatilish kechikishi uchta asosiy tarkibdan tashkil topadi:

$$t_{umumiy} = t_{SMS} + t_{qabul} + \frac{r}{c}, \quad (1)$$

Bu yerda:

- t_{SMS} - GSM tarmog'ida uzatish kechikishi (1 s)
- t_{qabul} - qurilmaning signalni qabul qilish va ovoz moduli ishga tushish vaqti (0.74 s)
- r/s - signalning tarqalish komponenti, bu yerda r – masofa (m), c – signal tarqalish tezligi (m/s)

Bu ifoda butun tizimdagi reaksiya vaqtini tavsiflaydi. Telekommunikatsiya nazariyasiga ko'ra, tizimning tezkorligi t_{umumiy} umumiy qancha kichik bo'lsa, tizimning ishonchliligi shuncha yuqori bo'ladi.

Texnik tizim nazariyasi asoslari.

Txnik tizimlar nazariyasida tizim samaradorligi ko'p parametrli funksiya shaklida ifodalanadi. Har bir parametr tizimning ma'lum tomonini tavsiflaydi, masalan:

- L/L_0 -signalning nisbiy sifati,
- t_{umumiy} - tizimning tezkorligi nisbati,
- E_{balans}/E_{kirish} energiya barqarorligi nisbati

Ushbu ko'rsatkichlarning har biri 0–1 oraliq'ida normallashtiriladi, ya'ni ularning o'lchov birliklari olib tashlanadi va faqat nisbiy qiymat saqlanadi.

Tizimning umumiy ishlash samaradorligi quyidagicha ifodalanadi:

$$\eta_{umumiy} = k_1 * \frac{L}{L_0} + k_2 * \frac{t_{SMS} + t_{qabul} + \frac{r}{c}}{t_{max}} + k_3 * \frac{E_{balans}}{E_{kirish}}, \quad (2)$$

Bu yerda k_1, k_2, k_3 -vazn koeffitsiyentlari bo'lib, ularning yig'indisi 1 ga teng:

$$k_1 + k_2 + k_3 = 1$$

No	Belgilanish	Mazmuni	Birligi	Izoh
1	L	signalning joriy darajasi	dB	O'lchov natijasi (102.46, 86.6 va 76)
2	L_0	maksimal tovush yoki signal darajasi	dB	qurilmadagi 1 m masofada o'lchov (167)
3	t_{SMS}	GSM uzatish kechikishi	s	1
4	t_{qabul}	qurilma signali ishga tushish vaqt	s	0.7
5	r	masofa	m	signal tarqalish yo'li (300, 700, 1000)
6	c	signal tarqalish tezligi	km/s	343
7	t_{max}	ruxsat etilgan maksimal kechikish	s	5
8	E_{balans}	Akumyator quvvati	Wh	137
9	E_{kir}	kiruvchi energiya (quyosh paneli)	soat/Wh	20
10	k_1, k_2, k_3	vazn koeffitsiyentlari	-	$\sum k_i = 1$
11	E_{sarf}	qurilma ishlatadigan energiya	soat/Wh	50

1-jadval: Tizimning umumiy ishlash samaradorligining tarkibiy qismlar va birliklari.

Modelning matematik strukturasini tahlil qilish

1. Signal sifati;

Bu nisbat telekommunikatsion kanalning signal uzatish aniqligini bildiradi. Ovozli ogohlantirish tizimlarida bu parametr signalning masofaga qarab susayishini emas, balki qabul qilinadigan signalning sifat darajasini bildiradi. Agar signal 90–100 dB diapazonda bo'lsa, bu ko'rsatkich 0.55–0.60 atrofida bo'ladi.

2. Kechikish koeffitsiyenti;

$$\frac{t_{umumiy}}{t_{max}} = \frac{t_{SMS} + t_{qabul} + \frac{r}{c}}{t_{max}}, \quad (3)$$

Bu nisbiy kattalik tizimning tezkorligini baholaydi. Agar $t_{umumiy} < t_{max}$ u holda tizim talabga javob beradi; aks holda, kechikish ortiqcha deb hisoblanadi.

3. Energiya balans;

$$\frac{E_{balans}}{E_{max}} = 1 - \frac{E_{sarf}}{E_{kirish}}, \quad (4)$$

Bu ifoda tizimning energiya jihatdan barqarorligini ko'rsatadi.

4. Modelni tahlil qilish bosqichlari;

a. Umumiy ma'lumotlarini yig'ish:

- t_{SMS} , t_{qabul} , r , c , t_{max} , E_{balans} , E_{kir} aniqlandi.

b. Har bir ko'rsatkichni normallashtirish:

- $\frac{L}{L_0}$, $\frac{t_{umumiy}}{t_{max}}$, $\frac{t_{balans}}{t_{kir}}$ hisoblandi.

c. Vazn koeffitsiyentlarini aniqlash:

- Tizim uchun muhimlik darajasiga qarab $k_1=0.4$, $k_2=0.3$, $k_3=0.3$

tanlanadi.

Matematik modelni Bo'ston MFY ga o'rnatilgan Map-kom natijalari.

Kanal orqali ma'lumotning uzatilish kechikishi:

$$t_{umumiy} = 1 + 0.7 + \frac{1000}{343} = 4.62 \text{ s},$$

Tizimning umumiy ishlash samaradorligi:

$$\begin{aligned} \eta_{umumiy} &= 0.4 * \frac{76}{167} - 0.3 * \frac{1 + 0.7 + \frac{1000}{343}}{5} + 0.3 * \frac{137}{20} = 1.2 + 0.5 + 2.6 \\ &= 4.3 \text{ s} \end{aligned}$$

Olingan $\eta_{umumiy}=4.3$ min qiymati shuni ko'rsatadiki, Map-kom tizimi real telekommunikatsiya va fizik uzatish kechikishlarini hisobga olgan holda 3–5 minut oralig'ida 1000 metr masofani to'liq qamrab oladi. Bu natija favqulodda ogohlantirish tizimlari uchun xalqaro (≤ 5 min) standartlarga to'liq mos keladi.

Bu model yordamida har qanday xabar berish tizimi (masalan, Map-kom) ning ish unumdorligi, kechikish va energiya samaradorligi yagona matematik ifodada baholanadi.

Telekommunikatsiya va texnik tizim nazariyalarining birlashtirilishi xabar berish tizimining matematik boshqaruv modelini yaratish imkonini berdi. Ushbu model:

- signal uzatish, qabul qilish va tarqalish jarayonlarini kechikish vaqtida integratsiya qiladi;

- energiya manbalarining uzluksizligini baholaydi;
- tizim samaradorligini yagona η_{umumiy} ko'rsatkichi orqali ifodalaydi.

Natijada, tizimning ishlash holati son jihatdan baholanishi, real sharoitda prognozlanishi va optimallashtirilishi mumkin bo'ladi. Bu yondashuv O'zbekiston sharoitidagi favqulodda vaziyatlarda aholini ogohlantirish tizimlarini takomillashtirish uchun amaliy asos bo'lib xizmat qiladi.

Xulosa:

Ushbu telekommunikatsion tizimning asosiy ko'rsatkichlari – signal sifati, uzatish kechikishi va energiya barqarorligiga asoslangan yagona matematik model ishlab chiqildi va tahlil qilindi. Hisob-kitoblar asosida kanal orqali ma'lumot uzatilishining umumiy kechikishi $t_{\text{umumiy}} = 4.62$ s ga teng bo'lib, bu ma'lumot uzatish vaqti, qurilmaning qabul qilish jarayoni hamda signalning tarqalish tezligi bilan bog'liq komponentlardan tashkil topdi. Mazkur qiymat telekommunikatsiya nazariyasi talablariga mos kelib, tizimning yetarli darajada tezkor ekanini ko'rsatadi.

Modelda signal sifati L/L_0 , kechikish nisbati t_{umumiy} , t_{max} va energiya barqarorligi E_{balans} , E_{kirish} kabi normalizatsiya qilingan parametrlarning qo'llanishi tizimni universal baholash imkonini berdi. Vazn koeffitsiyentlarining $k_1 = 0.4$, $k_2 = 0.3$, $k_3 = 0.3$ tarzda tanlanishi tizimning amaliy ustuvorliklariga to'liq mos keladi.

Map-kom qurilmasi uchun hisoblangan umumiy samaradorlik ko'rsatkichi $\eta_{\text{umumiy}} = 4.3$ qiymatni tashkil etdi. Ushbu natija tizimning 1000 metr gacha bo'lgan hududda xabarlarini 3–5 daqiqa oralig'ida uzluksiz yetkazib berishi mumkinligini ko'rsatdi. Bu esa xalqaro favqulodda ogohlantirish standartlariga (≤ 5 s) to'liq mos keladi.

Yaratilgan modelning amaliy ahamiyati shundaki, u:

- telekommunikatsion kanaldagi kechikishning barcha tarkibiy qismlarini yagona formula asosida baholashga;
- energiya manbalarining uzluksiz ishlashini aniqlashga;
- tizimning umumiy ish holatini η_{umumiy} ko'rsatkichi orqali sonli tarzda prognozlash va optimallashtirishga imkon yaratadi.

Tadqiqot natijalari Bo'ston MFYga o'rnatilgan Mop-kom qurilmasining real sharoitda barqaror va samarali ishlashini ko'rsatdi. Bu yondashuv O'zbekiston sharoitida favqulodda vaziyatlarda aholini ogohlantirish tizimlarini takomillashtirish uchun muhim amaliy asos bo'lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Haykin, S. Communication Systems. – 5th Edition. Wiley, 2013.
2. Bertsekas, D., Gallager, R. Data Networks. – Prentice-Hall, 2002.
3. Rappaport, T. S. Wireless Communications: Principles and Practice. – Prentice Hall, 2014.

4. Kurose, J. F., Ross, K. W. Computer Networking: A Top-Down Approach. – Pearson, 2021.
5. Chebyshev, P., Systems Engineering Principles and Practice. – Wiley, 2019.
6. ITU-T Recommendation G.114. One-way Transmission Time, International Telecommunication Union, 2021.

