



## XIZMAT KO'RSATISH TIZIMLARIDA NAVBATLAR NAZARIYASI

**Niyatov Navruzbek Zarifovich** –

SamISI, “Menejment” kafedrası assistenti,

e-mail:[niyatovnavruzbek@gmail.com](mailto:niyatovnavruzbek@gmail.com)

**Muxammadiyev Maxmud Oktam o'gli**

Samarqand iqtisodiyot va servis instituti

MN-324-guruh talabasi

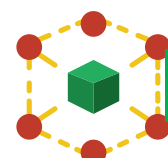
**Annotatsiya:** Ushbu maqolada xizmat ko'rsatish tizimlarida navbatlar nazariyasining nazariy asoslari va ularning amaliy ahamiyati tadqiq etiladi. Tadqiqot davomida mijozlarning oqimi, xizmat ko'rsatish vaqti va tizimning bandlik koeffitsiyenti kabi ko'rsatkichlarni matematik modellashtirish masalalari ko'rib chiqilgan. Maqolaning maqsadi — xizmat ko'rsatish ob'ektlarida (banklar, logistika markazlari, IT-tizimlar) navbatlarni optimallashtirish orqali kutish vaqtini qisqartirish va iqtisodiy samaradorlikni oshirish usullarini tahlil qilishdan iborat. Olingan natijalar xizmat ko'rsatish sifatini boshqarishda matematik modellarning o'rnini ko'rsatib beradi.

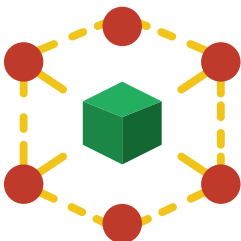
**Kalit so'zlar:** Navbatlar nazariyasi, matematik modellashtirish, xizmat ko'rsatish tizimi, optimallashtirish, oqimlar nazariyasi, kutish vaqti, samaradorlik.

**Abstract:** This article explores the theoretical foundations and practical applications of Queuing Theory within service systems. The research examines the mathematical modeling of key performance indicators, including customer arrival rates, service times, and system utilization factors. The primary objective of the study is to analyze methods for reducing wait times and enhancing economic efficiency by optimizing queues in service facilities such as banks, logistics centers, and IT systems. The results highlight the critical role of mathematical models in managing service quality and resource allocation.

**Keywords:** Queuing theory, mathematical modeling, service system, optimization, stochastic processes, waiting time, efficiency.

**Аннотация:** В данной статье исследуются теоретические основы и практическое применение теории массового обслуживания в системах оказания услуг. В ходе исследования рассматриваются вопросы математического моделирования таких показателей, как интенсивность входящего потока клиентов, время обслуживания и коэффициент загрузки системы. Цель статьи заключается в анализе методов оптимизации очередей в объектах сферы





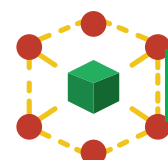
услуг (банки, логистические центры, IT-системы) для сокращения времени ожидания и повышения экономической эффективности. Полученные результаты демонстрируют значимость математических моделей в управлении качеством обслуживания.

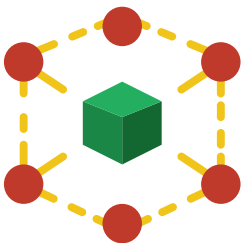
**Ключевые слова:** Теория массового обслуживания, математическое моделирование, система услуг, оптимизация, потоки событий, время ожидания, эффективность.

**Kirish.** Zamonaviy dunyoda vaqt eng qimmatli resursga aylanib borar ekan, jamiyatning barcha jabhalarida xizmat ko'rsatish jarayonlarini samarali tashkil etish strategik ahamiyat kasb etmoqda. Kundalik hayotimizning ajralmas qismiga aylangan navbatlar — oddiy do'konlardagi xaridorlar oqimidan tortib, murakkab yuqori texnologiyali serverlardagi ma'lumotlar paketlarigacha — tizimli tahlilni talab qiladigan obyektlardir. Xizmat ko'rsatish tizimlarida navbatlar nazariyasi (Queuing Theory) aynan mana shu jarayonlarni matematik qonuniyatlar asosida o'rganuvchi fan sohasi bo'lib, u nafaqat kutish vaqtini kamaytirish, balki resurslarni optimal taqsimlash orqali iqtisodiy foydani maksimallashtirishga xizmat qiladi. Ushbu nazariyaning vujudga kelishi va rivojlanishi bevosita matematik modellashtirishning evolyutsiyasi bilan bog'liq bo'lib, bugungi kunda u murakkab ijtimoiy-iqtisodiy tizimlarni boshqarishning eng kuchli qurollaridan biriga aylandi.

Tizimli nuqtai nazardan qaraganda, har qanday xizmat ko'rsatish jarayoni cheklangan imkoniyatlar va tasodifiy oqimlar o'rtasidagi ziddiyatni aks ettiradi. Bir tomondan, mijozlar yoki talablar oqimi o'z tabiatiga ko'ra stoxastik (tasodifiy) xarakterga ega: biz mijozning aniq qachon kelishini va unga qancha vaqt xizmat ko'rsatish kerakligini oldindan 100 foiz aniqlik bilan ayta olmaymiz. Ikkinchi tomondan esa, tizimning xizmat ko'rsatish quvvati ko'pincha statik yoki cheklangan bo'ladi. Mana shu ikki qarama-qarshi qutb — tasodifiy talab va cheklangan imkoniyat — uchrashgan nuqtada navbatlar hosil bo'ladi. Agar tizim haddan tashqari ko'p resursga ega bo'lsa, u iqtisodiy jihatdan samarasiz bo'lib, resurslar bekor turishiga olib keladi. Aksincha, resurslar yetishmasa, navbatlar cheksiz o'sib, xizmat ko'rsatish sifati tushadi va mijozlarning yo'qolishiga sabab bo'ladi. Matematik modellashtirishning asosiy vazifasi aynan mana shu ikki yomon ssenariy o'rtasidagi "oltin o'rtaliq"ni topishdir.

Navbatlar nazariyasining matematik apparati ehtimollar nazariyasi va matematik statistika usullariga tayanadi. Bu yerda asosiy e'tibor Poisson oqimlari, eksponensial taqsimotlar va Markov jarayonlariga qaratiladi. Matematik modelni yaratishda tizimning tarkibiy qismlari — kiruvchi oqim, navbat intizomi va xizmat ko'rsatish mexanizmi — o'zaro bog'liq o'zgaruvchilar sifatida talqin qilinadi. Masalan, Kendall belgisi yordamida tasniflanadigan modellar tizimning qanchalik samarali ishlayotganini sonli ko'rsatkichlarda ifodalash imkonini beradi. Bu ko'rsatkichlar qatoriga tizimdagi mijozlarning o'rtacha soni, mijozning navbatda kutish vaqti va xizmat ko'rsatish qurilmasining



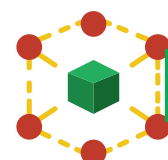


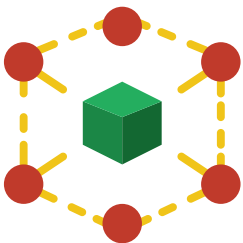
bandlik koeffitsiyenti kiradi. Ushbu parametrlar orqali boshqaruvchilar tizimga yangi xizmat ko'rsatish nuqtalarini qo'shish yoki mavjudlarini optimallashtirish bo'yicha aniq xulosalarga kelishadi.

Hozirgi davrda raqamlashtirish jarayonlarining jadallashishi navbatlar nazariyasining qo'llanish doirasini yanada kengaytirdi. Agar ilgari bu nazariya asosan telefon stansiyalari yoki banklar uchun qo'llanilgan bo'lsa, bugun u bulutli hisoblashlar, logistika zanjirlari, transport oqimlarini boshqarish va hatto sun'iy intellekt tizimlarida ma'lumotlarni qayta ishlash algoritmlarini yaratishda poydevor vazifasini o'tamoqda. Ayniqsa, ommaviy xizmat ko'rsatish sohasida raqobatning kuchayishi kompaniyalarni o'z operatsiyalarini matematik aniqlik bilan rejalashtirishga majbur qilmoqda. Ma'lumotlar tahlili (Data Analytics) bilan uyg'unlashgan navbat modellari real vaqt rejimida qaror qabul qilish imkonini yaratmoqda, bu esa operatsiyalar tadqiqoti sohasining eng dolzarb yutuqlaridan biridir.

Ushbu maqolaning predmeti sifatida xizmat ko'rsatish tizimlarini matematik modellashtirish tanlanganligi bejiz emas. Bu nafaqat nazariy qiziqish, balki amaliy zaruriyatdir. Tizim operatori uchun eng katta muammo — noaniqlikdir. Matematik modellar esa mana shu noaniqlikni o'lchanadigan xavfga aylantiradi. Maqolada biz turli xildagi navbat modellari ko'rib chiqish bilan birga, ularning amaliyotdagi effektivligini oshiruvchi omillarni tahlil qilamiz. Navbatlarni boshqarish — bu shunchaki odamlarni tartibga solish emas, balki tizimning o'tkazuvchanlik qobiliyatini maksimal darajaga ko'tarish orqali uning barqarorligini ta'minlash san'atidir. Shu nuqtai nazardan, matematik modellashtirish xizmat ko'rsatish tizimlarining "anatomiyasi"ni tushunish va ularni "davolash" uchun eng maqbul diagnostika vositasi bo'lib xizmat qiladi. Tadqiqot davomida nazariy formulalarning hayotiy misollar bilan bog'lanishi operatsiyalar tadqiqoti fanining naqadar hayotiy va zarur ekanligini yana bir bor isbotlaydi.

**Asosiy qism.** Xizmat ko'rsatish tizimlarida navbatlar nazariyasining mohiyatini chuqurroq anglash uchun, avvalo, ushbu jarayonning matematik arxitekturasini tashkil etuvchi fundamental elementlarga e'tibor qaratish lozim. Har qanday xizmat ko'rsatish tizimi, xoh u raqamli axborot almashinuvi bo'lsin, xoh jismoniy mijozlarga xizmat ko'rsatish markazi, ma'lum bir kirish oqimi (input process) bilan tavsiflanadi. Ushbu oqim ko'pincha ehtimollar nazariyasidagi eng muhim tushunchalardan biri — Poisson qonuniyatiga bo'ysunadi. Poisson oqimining o'ziga xosligi shundaki, vaqtning istalgan kichik oralig'ida tizimga yangi talab kelishi ehtimoli avvalgi holatlardan mutlaqo mustaqil bo'ladi. Bu matematik "xotirasizlik" xususiyati modellarni hisoblashda qulaylik yaratsa-da, real hayotda tizim operatoridan yuqori darajadagi moslashuvchanlikni talab qiladi. Kiruvchi oqimning intensivligi va xizmat ko'rsatish tezligi o'rtasidagi nomutanosiblik tizimning





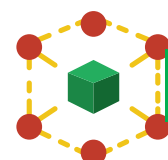
yuklanish darajasini belgilaydi. Agar yuklanish koeffitsiyenti birdan yuqori bo'lsa, tizim barqarorligini yo'qotadi va navbatlar geometrik progressiya bilan o'sishni boshlaydi.

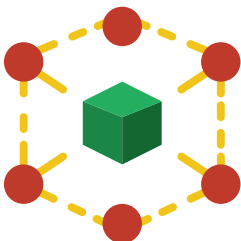
Matematik modellashtirishning markaziy qismini xizmat ko'rsatish mexanizmlari va navbat intizomi tashkil etadi. Navbat intizomi deganda, biz kirgan talablar qaysi tartibda qayta ishlanishini tushunamiz. Eng keng tarqalgan "birinchi kelgan — birinchi xizmat oladi" (FIFO - First In, First Out) tamoyili adolatli ko'rinsa-da, barcha vaziyatlar uchun optimal emas. Masalan, shoshilinch tibbiy yordam yoki yuqori ustuvorlikka ega bo'lgan ma'lumotlar paketlari uchun "ustuvor xizmat" (Priority Service) modellari qo'llaniladi. Bu yerda matematik murakkablik shundaki, yuqori ustuvorlikdagi mijozlar quyi darajadagi mijozlarning kutish vaqtini chiziqli bo'lmagan tarzda oshirib yuboradi. Ushbu jarayonlarni hisoblash uchun Little qonuni kabi fundamental formulalardan foydalaniladi. Little qonuni tizimdagi o'rtacha mijozlar soni, ularning kelish tezligi va tizimda qolish vaqti o'rtasidagi barqaror bog'liqlikni ko'rsatadi. Bu formula shunchalik universalki, u tizim ichidagi taqsimot qonuniyatidan qat'i nazar o'z kuchini saqlab qoladi, bu esa muhandislar va menejerlarga murakkab tizimlarni sodda parametrlar orqali baholash imkonini beradi.

Navbatlar nazariyasining amaliy jihatlari bevosita xizmat ko'rsatish kanallari soniga bog'liq. Ko'p kanalli tizimlar ( $\$/M/M/s\$/$  modellari) bir kanalli tizimlarga qaraganda ancha yuqori samaradorlikni namoyon etadi. Masalan, beshta alohida kassa va ularning oldidagi beshta alohida navbatdan ko'ra, bitta umumiy navbat va beshta bo'shagan kassa tizimi ancha tezroq ishlaydi. Bu matematik nuqtai nazardan "resurslarni pooling qilish" deb ataladi. Bunda tasodifiy uzoq davom etgan xizmat ko'rsatish holatlari boshqa kanallar hisobiga kompensatsiya qilinadi. Biroq, bu modelni amaliyotga tatbiq etishda psixologik omil — mijozning "boshqa navbat tezroq harakatlanayapti" degan hissi ham inobatga olinishi kerak. Matematik model nafaqat texnik unumdorlikni, balki insoniy xulq-atvorni ham stoxastik o'zgaruvchi sifatida o'z ichiga olishi lozim.

Tizimning samaradorligini o'lchashda biz ko'pincha "tizim holati" tushunchasiga duch kelamiz. Markov zanjirlari yordamida biz tizimning vaqtning istalgan nuqtasida necha nafar mijozga ega ekanligini ehtimolliklar ko'rinishida tasvirlashimiz mumkin. Erlang formulalari, ayniqsa, yo'qotishli tizimlarda (mijoz navbat kutishni xohlamay chiqib ketadigan holatlar) hal qiluvchi rol o'ynaydi. Telekommunikatsiya tarmoqlarida ushbu formulalar orqali liniyalar soni shunday hisoblanadiki, qo'ng'iroqning rad etilish ehtimoli minimal darajada saqlanadi. Bu yerda iqtisodiy optimallashtirish masalasi ko'ndalang bo'ladi: yangi xizmat ko'rsatish kanalini ochish xarajati va navbatda turgan mijozni yo'qotishdan keladigan zarar o'rtasidagi muvozanatni topish talab etiladi. Operatsiyalar tadqiqoti aynan shu muvozanatni funksional minimum nuqtasi sifatida aniqlaydi.

Hozirgi zamon texnologik muhitida navbatlar nazariyasi statik modellardan dinamik va moslashuvchan algoritmlarga o'tmoqda. Masalan, veb-serverlarga kelayotgan so'rovlar oqimi



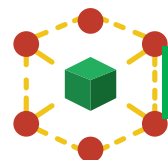


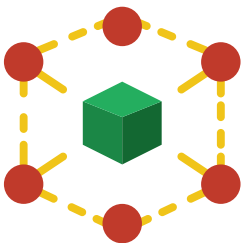
"heavy-tailed" (og'ir dumlangan) taqsimotga ega bo'lishi mumkin, ya'ni juda kam hollarda bo'lsa-da, o'ta uzoq vaqt talab qiladigan vazifalar paydo bo'ladi. Bunday vaziyatda an'anaviy eksponensial modellar o'zini oqlamaydi va murakkabroq matematik apparatlarni — fraktal jarayonlar yoki o'z-o'ziga o'xshash oqimlarni o'rganishni taqozo etadi. Bu kabi murakkabliklar sharoitida kompyuter simulyatsiyalari (masalan, Monte-Karlo usuli) yordamga keladi. Analitik yechim topish imkonsiz bo'lgan o'ta murakkab tizimlar millionlab marta virtual ssenariylarda "yurgizib" ko'riladi va olingan statistik ma'lumotlar asosida qaror qabul qilinadi.

Shuningdek, xizmat ko'rsatish tizimlaridagi navbatlarni boshqarishda "feedback" (teskari aloqa) mexanizmlarining o'rni beqiyos. Zamonaviy smart-tizimlar navbat uzunligiga qarab real vaqt rejimida xizmat ko'rsatish tezligini oshirishi yoki qo'shimcha virtual resurslarni ishga tushirishi mumkin. Bu "dinamik xizmat ko'rsatish modellari" deb atalib, ularning asosi murakkab differensial tenglamalar tizimidan iborat. Matematik modellashtirishning go'zalligi shundaki, u ko'zga ko'rinmas tartibsizlik (xaos) ichidan aniq strukturani ajratib ko'rsatadi. Har bir kutayotgan mijoz — bu shunchaki raqam emas, balki tizim barqarorligiga ta'sir etuvchi dinamik birlikdir. Shu sababli, operatsiyalar tadqiqoti doirasidagi navbatlar nazariyasi shunchaki matematik mashq emas, balki resurslar cheklangan dunyoda tartibni saqlash va samaradorlikni ta'minlashning fundamental asosidir.

Tadqiqotning kengroq ko'lamida navbatlar nazariyasi logistika va ishlab chiqarish jarayonlari bilan uzviy bog'lanadi. Masalan, ishlab chiqarish liniyasidagi xomashyo zaxiralari aslida "navbatda turgan mahsulotlar"dir. Ularning ortiqcha bo'lishi kapitalning muzlab qolishiga, yetishmasligi esa ishlab chiqarishning to'xtab qolishiga olib keladi. "Just-in-Time" (JIT) falsafasi matematik nuqtai nazardan navbatlarni nolga yaqinlashtirishga urinishdir, ammo bu o'ta yuqori darajadagi deterministik aniqlikni talab qiladi. Amaliyotda esa stoxastik tebranishlar har doim mavjud bo'ladi, shuning uchun ham navbatlar nazariyasi har qanday boshqaruv tizimi uchun "xavfsizlik yostig'i" vazifasini o'taydigan matematik kafolatdir. Biz o'rganayotgan modellar nafaqat bugungi kunning bank navbatlarini, balki kelajakdagi avtonom transport vositalarining chorrahalarda o'zaro harakatlanishini ham tartibga soluvchi algoritmlarning poydevori bo'lib xizmat qiladi. Bu sohadagi har bir ilmiy izlanish insoniyatning murakkab tizimlarni boshqarish qobiliyatini bir pog'ona yuqoriga ko'taradi.

**Xulosa.** Xizmat ko'rsatish tizimlarida navbatlar nazariyasini tadqiq etish shuni ko'rsatadiki, matematik modellashtirish shunchaki nazariy hisob-kitoblar majmuasi emas, balki zamonaviy iqtisodiyot va texnologiyaning barqarorligini ta'minlovchi fundamental vositadir. Ushbu maqola davomida ko'rib chiqilgan jarayonlar — mijozlar oqimidan tortib, xizmat ko'rsatish kanallarining optimal sonini aniqlashgacha bo'lgan barcha bosqichlar — operatsiyalar tadqiqotining naqadar



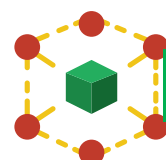


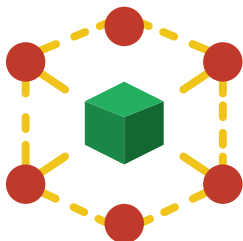
hayotiy ekanligini isbotlaydi. Biz o'rgangan har bir matematik model, xoh u oddiy bir kanalli tizim bo'lsin, xoh murakkab stoxastik tarmoq, bitta umumiy maqsadga xizmat qiladi: resurslar cheklangan sharoitda inson va texnika vaqtini maksimal darajada tejash. Bu tejash esa o'z navbatida xizmat ko'rsatish sifatining oshishiga, mijozlar sodiqligining mustahkamlanishiga va tizimning umumiy samaradorligiga olib keladi.

Navbatlar nazariyasining xulosasi shundan iboratki, tasodifiylikni (stoxastiklikni) boshqarish mumkin emasdek tuyulsa-da, uni matematik qonuniyatlar yordamida o'lchash va bashorat qilish mutlaqo imkonlidir. Poisson oqimlari, ehtimollar taqsimoti va Markov jarayonlari kabi tushunchalar tizim operatoriga "ko'rinmas" navbatlarni ko'rish imkonini beradi. Tadqiqotlar shuni tasdiqlaydiki, hatto xizmat ko'rsatish tezligi kirish oqimidan biroz yuqori bo'lgan taqdirda ham, vaqt o'tishi bilan navbatlar paydo bo'lishi muqarrar. Bu esa har qanday tizimni loyihalashda nafaqat o'rtacha ko'rsatkichlarni, balki eng yuqori yuklanish (peak load) davrlarini ham inobatga olish zarurligini ko'rsatadi. Matematik modellar bizga tizimning "sinish nuqtasi"ni oldindan aytib beradi, bu esa boshqaruvchilarga inqirozli vaziyatlarning oldini olish uchun strategik qarorlar qabul qilishda zamin yaratadi.

Raqamli transformatsiya davrida navbatlar nazariyasining ahamiyati yanada ortib bormoqda. Bugungi kunda navbatlar faqatgina bank kassalari yoki do'konlarda emas, balki superkompyuterlarning protsessorlarida, global logistika marshrutlarida va internet trafiklarida ham mavjuddir. Shuning uchun ham ushbu sohadagi ilmiy izlanishlar faqatgina matematiklar uchun emas, balki dasturchilar, muhandislar va biznes menejerlari uchun ham birdek zarurdir. Maqolada tahlil qilinganidek, resurslarni pooling qilish (umumlashtirish) va dinamik ustuvorliklarni belgilash kabi usullar orqali hatto eng murakkab tizimlarda ham tartib o'rnatish mumkin. Bu esa operatsiyalar tadqiqotining asosiy falsafasini — minimal xarajat bilan maksimal natijaga erishishni o'zida mujassam etadi.

Kelajak istiqbollari haqida gapirganda, navbatlar nazariyasining sun'iy intellekt va mashinali o'rganish (Machine Learning) bilan integratsiyasi yangi ufqlar ochishini ta'kidlash lozim. Kelajak tizimlari nafaqat mavjud navbatlarni tahlil qiladi, balki ularni o'tmishdagi ma'lumotlar asosida bir necha soat yoki kun oldin bashorat qila oladi. Bu esa "proaktiv boshqaruv" modeliga o'tish imkonini beradi. Xizmat ko'rsatish tizimlaridagi matematik modellar shunchaki raqamlar tili emas, balki insoniyatning murakkab dunyoda tartib o'rnatishga bo'lgan intilishining ifodasidir. Xulosa qilib aytganda, navbatlar nazariyasini chuqur o'rganish va amaliyotga tatbiq etish har qanday tashkilotning raqobatbardoshligini oshiruvchi va jamiyat farovonligiga hissa qo'shuvchi eng samarali yo'llardan biri bo'lib qolaveradi. Matematik aniqlik va amaliy zaruriyat o'rtasidagi ushbu uyg'unlik operatsiyalar tadqiqoti fanining o'zak mag'zini tashkil etadi.





## Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Gmurman, V. E. Ehtimollar nazariyasi va matematik statistika: Oliy o'quv yurtlari talabalari uchun darslik / V. E. Gmurman. – Toshkent: "O'qituvchi", 2010. – 448 b.
2. Saaty, T. L. Elements of Queuing Theory with Applications / T. L. Saaty. – New York: McGraw-Hill, 1961. (Qayta nashr: Dover Publications, 2011). – 423 p.
3. Misra, S. C. Handbook of Operations Research in Natural Resources / S. C. Misra, R. B. Singh. – Berlin: Springer Science & Business Media, 2006. – 640 p.
4. Alimov, Q. Operatsiyalar tadqiqoti va matematik modellashtirish: O'quv qo'llanma / Q. Alimov. – Toshkent: TAYI, 2018. – 215 b.
5. Kleinrock, L. Queueing Systems, Volume 1: Theory / L. Kleinrock. – New York: Wiley-Interscience, 1975. – 417 p.
6. Xidirov, B. A. Iqtisodiy jarayonlarni matematik modellashtirish / B. A. Xidirov. – Toshkent: "Fan va texnologiya", 2015. – 180 b.
7. Gross, D. Fundamentals of Queueing Theory / D. Gross, J. F. Shortle, J. M. Thompson, C. M. Harris. – 4th ed. – Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2008. – 511 p.
8. Taha, H. A. Operations Research: An Introduction / H. A. Taha. – 10th ed. – Pearson Education Limited, 2017. – 848 p.
9. Shoraxmetov, Sh. Xizmat ko'rsatish sohasida navbatlar nazariyasini qo'llash istiqbollari // Iqtisodiyot va innovatsion texnologiyalar ilmiy-elektron jurnali. – 2021. – № 4. – 12-18-betlar.
10. Kendall, D. G. Stochastic Processes Occurring in the Theory of Queues and their Analysis by the Method of the Imbedded Markov Chain / D. G. Kendall // The Annals of Mathematical Statistics. – 1953. – Vol. 24, No. 3. – P. 338-354.

