

TOSHKENT DAVLAT IQTISODIYOT UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.03/30.01.2021.I.16.03 RAQAMLI ILMIY KENGASH

TOSHKENT DAVLAT IQTISODIYOT UNIVERSITETI

ABIDOV ABDUJABBAR ABDUXAMIDOVICH

KORXONA FAOLIYATI AXBOROT TIZIMI BARQARORLIGINI
MODELLASHTIRISH METODOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH

08.00.06 – Ekonometrika va statistika

08.00.14 – Iqtisodiyotda axborot tizimlari va texnologiyalari

Iqtisodiyot fanlari doktori (DSc) dissertatsiyasi
AVTOREFERATI

Toshkent – 2024

Fan doktori (DSc) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi

Оглавление автореферата докторской (DSc) диссертации

Sontent of Doctorat (DSc) Dissertation Abstract

Abidov Abdujabbar Abduxamidovich

Korxonona faoliyati axborot tizimi barqarorligini modellashtirish
metodologiyasini takomillashtirish3

Абидов Абдужаббар Абдухамидович

Совершенствование методологии моделирования устойчивости
информационной системы деятельности
предприятия.....33

Abidov Abdujabbar Abdukhamidovich

Improving the methodology for modeling the sustainability of an enterprise
information system65

E'lon qilingan ishlar ro'yxati

Список опубликованных работ
List of published works71

TOSHKENT DAVLAT IQTISODIYOT UNIVERSITETI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.03/30.01.2021.I.16.03 RAQAMLI ILMIY KENGASH

TOSHKENT DAVLAT IQTISODIYOT UNIVERSITETI

ABIDOV ABDUJABBAR ABDUXAMIDOVICH

KORXONA FAOLIYATI AXBOROT TIZIMI BARQARORLIGINI
MODELLASHTIRISH METODOLOGIYASINI TAKOMILLASHTIRISH

08.00.06 – Ekonometrika va statistika

08.00.14 – Iqtisodiyotda axborot tizimlari va texnologiyalari

Iqtisodiyot fanlari doktori (DSc) dissertatsiyasi
AVTOREFERATI

Toshkent – 2024

Fan doktori (DSc) dissertatsiyasi mavzusi Oliy attestatsiya komissiyasida B2023.2.DSc/Iqt479 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Toshkent davlat iqtisodiyot universitetida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengash veb-sahifasida (www.tdju.uz) va «Ziyonet» Axborot-ta'lim portalida (www.ziyonet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy maslahatchi: **Maxmudov Nosir Maxmudovich**
iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar: **Gulyamov Saidabrur Saidaxmedovich**
akademik, iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Toshpo'latov Oybek
iqtisodiyot fanlari doktori, professor

Otajanov Umid Abdullayevich
iqtisodiyot fanlari doktori (DSc), profyessor

Yetakchi tashkilot: **O'zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi
Biznes va tadbirkorlik Oliy maktabi**

Dissertatsiya himoyasi Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti huzuridagi ilmiy darajalar beruvchi DSc.03/30.01.2021.1.16.03 raqamli Ilmiy kengash asosida bir martalik ilmiy kengashning 2024 yil «25» 01 kuni soat 16:00 daqiqa majlisida bo'lib o'tadi. Manzil: 100066, Toshkent shahri, Islom Karimov ko'chasi, 49-uy. Tel.: (+99871) 239-28-72, faks: (+99871) 233-60-01; e-mail: info@tsue.uz.

Dissertatsiya bilan Toshkent davlat iqtisodiyot universitetining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (B387 raqam bilan ro'yxatga olingan). Manzil: 100066, Toshkent shahri, Islom Karimov ko'chasi, 49-uy. Tel.: (+99871) 239-28-27; faks: (+99871) 239-43-51; e-mail: info@tsue.uz.

Dissertatsiya avtoreferati 2024 yil «13» 01 kuni tarqatildi.
(2024 yil «13» 01 kuni) dagi 1600 raqamli reyestr bayonnomas <mailto:info@tsue.uz>



S.K. Xudoykulov
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash raisi, i.f.d., professor

B.D. Xajiyev
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash ilmiy kotibi, i.f.d., professor

U.V. Gafurov
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash qoshidagi ilmiy seminar raisi, i.f.d., professor

KIRISH (fan doktori (DSc) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Jahonda globalashuv jarayonlarining kuchayib borishi bilan milliy iqtisodiyot hamda, tegishli ravishda, tarmoqlar va korxonalar raqobatbardoshligining ahamiyati ortib, bunda muhim omillardan biri sifatida xo‘jalik yuritish va boshqaruv faoliyati axborot tizimi barqarorligiga bo‘lgan ehtiyoj kuchayib bormoqda. Jahon miqyosida noaniqlik muhitida korxonalarni beqaror ishlash statistikasiga e‘tibor berilsa, texnologiyalardagi xatolar AQSH iqtisodiyotga yiliga 59,5 milliard dollar ziyon keltiradi. Jumladan, Fors ko‘rfazi urushi paytida Patriot raketa tizimidagi dasturiy xatolar AQSH mudofaa sanoati ham ma‘lum muddat kuchsiz qolishiga sabab bo‘ldi. 2019-yilda Facebook, Instagram va WhatsApp shunday muammo tufayli bir necha soatga o‘chgan va butun dunyo bo‘ylab millionlab foydalanuvchilar aloqasini uzilishiga olib kelgan. Federal Aviatsiya ma‘muriyati (FAA) ma‘lumotiga ko‘ra, 2001-yildan 2010-yilgacha havo harakatini boshqarish tizimlarida texnologiyalar xatosi bilan bog‘liq 252 ta holat qayd etilgan¹. Bunday muammolar kelib chiqishining oldini olishda korxonalar faoliyati axborot tizimi barqarorligini ta‘minlash talab etiladi.

Jahonda internet ko‘lami kengligi barcha IT o‘zgarishlarining dunyo bo‘ylab yagona axborot makonni hosil qilinishga olib kelayotgan sharoitda iqtisodiy subyektlarning axborot tizimi barqarorligini ta‘minlash muammolari bo‘yicha ko‘plab ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Korxonalar faoliyati axborot tizimi barqarorligini aloqa tuguni ma‘lumotlar tuzilmalarini xavfsizligini ta‘minlash samaradorligini oshirish, noaniqlik muhitida davlat iqtisodiy obyekti faoliyati axborot tizimini barqarorligini prognozlash va baholash uslubiyotini takomillashtirish, korxonada barqaror axborot tizimlari yaratish jarayonini modellashtirish, iqtisodiy jarayonlar axborot tizimi faoliyati ishonchliligi darajasini oshirish, nosozliklar sharoitida qayta ishlanadigan iqtisodiy axborotlar tizimi barqarorligini oshirish, uzluksiz harakatdagi aloqa tugunida ma‘lumotlar oqimi o‘tkazuvchanlik samaradorligini baholash va prognozlash, ekonometrik baholash doirasida analitik va imitasion model natijalarini raqamli transformatsiya mezonlari bilan tahlil qilish, korxonalar faoliyati axborot tizimi barqarorligini modellashtirish metodologiyasini takomillashtirish masalalari bu boradagi ilmiy tadqiqotlarning ustuvor yo‘nalishlaridan hisoblanadi.

Yangi O‘zbekistonda so‘nggi yillarda raqamli iqtisodiyotni rivojlantirish hamda axborot xavfsizligini ta‘minlashga alohida e‘tibor qaratilmoqda. Bu borada qabul qilingan me‘yoriy-huquqiy hujjatlar va dasturlarda belgilangan vazifalarini inobatga olgan holda, davlat iqtisodiy obyektlariga ilg‘or texnologik yechimlardan (BIG DATA, blokcheyn, simsiz aloqa texnologiyalari, virtual va kengaytirilgan haqiqat, taqsimlangan ro‘yxatga olish tizimlari, robototexnika, sensorlar va boshqalar), tizimlar va ma‘lumotlar bazalari o‘rtasida minimal inson aralashuvi bilan ma‘lumot almashish jarayonlarini optimallashtirish uchun barcha mavjud axborot tizimlari va dasturiy ta‘minot modullarini yagona o‘zaro ta‘sir formatiga

¹ Manba: National Institute of Standards and Technology (NIST) -<https://www.nist.gov/>; Federal Aviation Administration (FAA)- <https://www.faa.gov/>

integratsiya qilish, sinxronizatsiyani ta'minlash, turli vazirlik va idoralarning yagona axborot makonida ishlashi, "Raqamli O'zbekiston – 2030" dasturini samarali amalga oshirish imkonini beruvchi muammolarni hal etish maqsadida boshqaruv jarayonlarini optimallashtirish topshirilgan va uni ekonometrik baholash va prognozlash zarur hisoblanadi. Mazkur vazifalarning samarali ijrosi ta'minlashda qayd etilgan masalalarning ilmiy yechimiga bag'ishlangan ilmiy tadqiqot ishlari dolzarb ahamiyat kasb etadi.

O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018-yil 19-fevraldagi PF-5349-son "Axborot texnologiyalari va kommunikatsiyalari sohasini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to'g'risida", 2020-yil 5-oktyabrdagi PF-6079-son "“Raqamli O'zbekiston - 2030" strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to'g'risida”gi farmonlari, 2022-yil 22-avgustdagi PQ-357-sonli "2022-2023 yillarda axborot-kommunikatsiya texnologiyalari sohasini yangi bosqichga olib chiqish chora-tadbirlari to'g'risida", 2020-yil 28-apreldagi PQ-4699-son "Raqamli iqtisodiyot va elektron hukumatni keng joriy etish chora-tadbirlari to'g'risida", 2018-yil 3-iyuldagi PQ-3832-son "O'zbekiston Respublikasida raqamli iqtisodiyotni rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida”gi qarorlari hamda mazkur sohaga oid boshqa qator me'yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilab berilgan vazifalarni amalga oshirishda ushbu dissertatsiya ishi muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishi- ning ustuvor yo'nalishlariga bog'liqligi. Tadqiqot ishi respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining I.«Demokratik va huquqiy jamiyatni ma'naviy-axloqiy hamda madaniy-ma'rifiy rivojlantirish, innovasion iqtisodiyotni shakllantirish» ustuvor yo'nalishiga muvofiq bajarilgan.

Dissertatsiya mavzusi bo'yicha xorijiy ilmiy-tadqiqotlar sharhi². Noaniqlik sharoitida adaptatsiya, operatsiyalar tadqiqoti va ommaviy xizmat ko'rsatish, tasodifiy jarayonlar nazariyasidan iqtisodiyotning tasodifiy omillari ta'sirida aniqlanadigan miqdoriy qiymatlarni statistik va strukturaviy prognozlash usullaridan foydalanib ifodalash, ma'lumotlarni qayta ishlashda barqarorligini ta'minlash asosida ekonometrik modellar tuzish bo'yicha jahonning yetakchi ilmiy markazlari va oliy ta'lim muassasalarida, jumladan, California State University (AQSH), University of Pittsburgh (AQSH), University of Westminster (Velikobritaniya), University of Chicago (SSHA), Association of International Certified Professional Accountants (AICPA), Agreement with the Institute of Cost Accountants of India (ICAI), Massachusetts Institute of Technology (SSHA), İstanbul Teknik Üniversitesi (Turkiya), Stanford University (AQSH), Josai University (Yaponiya) va Sankt-Peterburg davlat iqtisodiyot va moliya universiteti, G.V.Plexanov nomidagi Rossiya iqtisodiyot universiteti (Rossiya), O'zbekiston

²Dissertatsiya mavzusi xorij ilmiy-tadqiqotlari bayonlariga ko'ra tayyorlandi: <http://unstats.un.org/unsd/dnss/QualityNQAF/nqaf.aspx>; www.statisticsauthority.gov.uk/national-statistician/ns-reports--reviews-and-guidance/national-statistician-s-guidance (ingliz tilida); <http://www.m-economy.ru>; <https://www.cpaaustralia.com.au/become-a-cpa/professionalbodies/cima>; <https://www.aicpa.org/>; <https://www.icaew.com/>; <https://www.aicpacima.com/>; <https://studbooks.net/1415447/>; <https://www.epma.com>; <https://www.westminster.ac.uk/study/current-students/support-and-facilities/career-development-centre/finding-work/finding-jobs-by-subject-rector/accountancy-and-financial-management>; va бошқа манбалар.

Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Prognozlashtirish va makroiqtisodiy tadqiqotlar instituti va Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti (O‘zbekiston) tomonidan amalga oshirilmoqda.

Jahon miqyosida korxonalar faoliyati axborot tizimi barqarorligini modellashtirish metodologiyasini takomillashtirishga oid ilmiy tadqiqotlar natijasida qator, jumladan, quyidagi ilmiy natijalarga erishilgan: sanoat ishlab chiqarishining turli tarmoqlarida AKTdan foydalanishning uslubiy asoslariga, AKT sohasi va yuqori texnologiyalar sohasini rivojlantirishga, elektron texnologiyalarni shakllantirishga, raqamli innovatsiyalarni joriy etish va ijtimoiy-madaniy taraqqiyotni ta’minlash, uzluksiz harakatdagi iqtisodiy ob’yektlarni xavfsizligi, tahdidlardan himoya asosida inklyuziv iqtisodiy o‘rnatish masalalariga bag‘ishlangan. Davlat, elektron tijoratni rivojlantirish, biznesni raqamlashtirish, raqamli iqtisodiyot uchun yuqori malakali kadrlar tayyorlash va yetishtirish, turli iqtisodiy ko‘rsatkichlarning prognozlari va xalqaro taqqoslashlarini ishlab chiqishi barobarida ekonometrik modellashtirishlarni qo‘llashi zarur.

Tadqiqotlarni muvaffaqiyatli o‘tkazish uchun ko‘plab olimlar BMT, Yevrostat, Yevroosiyo iqtisodiy komissiyasi (YeYeK), Jahon intellektual mulk tashkiloti, Jahon banki va Iqtisodiy hamkorlik va hamkorlik tashkilotining raqamli iqtisodiyot bo‘yicha taklif, tavsiya va ko‘rsatmalariga e’tibor beradilar, Xalqaro elektraloqa ittifoqi usullaridan foydalanadilar.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Iqtisodiyot obyektlaridagi korporativ, lokal tarmoqlarda ma’lumotlarni uzatish, qayta ishlash, saqlash, axborot tizimi faoliyati barqarorligini, ilovalarni ishonchiligi, aloqa tugunlarida axborotni samarali qayta ishlash, ma’lumotlarni saqlashda strukturizatsiyalash, protokollash usulidan foydalanish, ularni tashqi va ichki ta’sirlar natijasida yuz beradigan nosozliklarga chidamligini ta’minlash mexanizmlari va uslubiyoti, axborot tizimlarini barqarorligini prognozlash va baholash modellari bo‘yicha Barlou R., Proshan F., Yu. Glass R. Devis D., Barber D., Kleynrok L., Konard Dj.U, Mayers G., Martin Dj., Musa Dj.D., Nelson 3., Hecht H., Avijenis A., S. Gui, L. Luo, Chen X., Hou W., Zhang Y., I. Eusgeld, F.C. Freiling, Shooman M.L., Trivedi A.K.va boshqalar³ tadqiqotlar olib borishgan.

³ Барлоу Р., Прошан Ф. Математическая теория надежности. /Пер. с англ. – М.: Советское радио, 1969. – 420 с., Ю. Гласс Р. Руководство по надежному программированию. – М.: Финансы и статистика, 1982. – 280 с., Девис Д., Барбер Д., Пранс У, Соломинидес С. Вычислительные сети и сетевые протоколы. Перевод с английского. /Под ред. Самойленко С.И. – М.: Мир, 1982. – 563 с., Клейнрок Л. Вычислительные системы с очередями. – М.: Мир, 1979.– 600 с., Конард Дж.У. Услуги и протоколы канального уровня. – М.: Мир, ТИИЗР, 1983, т.71, № 12. – С.61-68., Майерс Г. Надежность программного обеспечения. – М.: Мир, 1980. – 360 с., Мартин Дж. Системный анализ передачи данных. II том – М.: Мир, 1975. – 431 с., Муса Дж.Д. Измерение и обеспечение надежности программных средств. – М.: Мир, ТИИЭР, 1980, № 10. – С.113-128., Тейер Т., Липов М., Нельсон 3. Надежность программного обеспечения. – М.: Мир, 1981. – 325 с., Hecht H. Fault-Tolerance software for real – time applications.–Computing surveys, 1976,v.8, №4, pp.391-40, Авиженис А. Отказоустойчивость – свойство, обеспечивающее постоянную работоспособность цифровых систем.– ТИИЭР, 1978, т. 66, № 10. С. 5–25., S. Gui, L. Luo (2013) Reliability analysis of real-time fault-tolerant task models. Design Automation for Embedded Systems, 17(1): 87-107., Chen X., Hou W., Zhang Y. Reliability Evaluation of Embedded Real-time System based on Error Scenario. From the book Current Trends in Computer Science and Mechanical Automation Vol.2 Published by De Gruyter Open Poland 2022 <https://doi.org/10.1515/9783110584998-056>., I. Eusgeld, F.C. Freiling, and R. Reussner (Eds.): Software Reliability. Dependability Metrics, LNCS 4909, pp. 104-125, 2008. –с Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2008 Knight и Leveson, Shooman

MDH davlatlarida Glushkov V.M., Fedorenko A.P., Petrakov N.I., Terexov L.L., Golovkin B.L., Belyayev Yu.K., Barzilovich K.Yu., Lipayev V.V., Yakubaytis E.A., Samoilenko S.I., Rastrigin L.A., Ventsel Ye.S., Shareyko L.A., Parxomenko P.P. Pravilshnikov P.A., Buslenko N.P., Bogatyrev V.A.lar⁴ turli obyektlar, shu jumladan iqtisodiy subyektlarning hisoblash tizimlari, ularni samarali ishlashini ta'minlash, matematik va texnik ishonchlilik nazariyasi, operatsiyalar tadqiqoti, ommaviy xizmat ko'rsatish, ehtimollik nazariyasi va statistikaning amaliy masalalarida turli qurilmalar, avtomatlarni buzilishlar sharoitidagi holatlarini o'rganishgan, adaptatsiya usullaridan nosozliklarni aniqlash, lokalizatsiya qilish va tiklashda foydalanish, hamda ekonometrik baholash modellarini stoxastik, dinamik tizimlar uchun taklif qilishgan.

O'zbekistonda AKTni milliy iqtisodiyot tarmoqlariga joriy etish, axborot jarayonlarini ekonometrik modellashtirish hamda raqamli iqtisodiyot sohasining turli muammolari ustida mamlakatimiz iqtisodchi olimlaridan V.Qobulov, S.S.G'ulomov, N.Aimbetov, B.A.Begalov, N.M.Maxmudov, T.Sh.Shodiyev, R.X.Alimov, M.Irmatov, B.Berkinov, A.N.Aripov, O.M.Abdullayev, B.T.Salimov, D.M.Rasulev, T.Doschanov, A.Abdugafarov, O.Xatamov, A.B.Bekmuradov, A.T.Kenjabayev, Sh.R.Xolmo'minov, O.Abdug'aniyev, U.Otajanov, B.Bayxonov, D.Sultanov, A.Abduvaxidov, A.T.Shermuxamedov, T.S.Qo'chqarov, I.Ye.Jukovskaya, A.A.Musaliyev va boshqalar tomonidan ilmiy tadqiqot ishlari olib borilgan⁵.

M.L., Trivedi A.K. A many-state Markov model for estimation and Prediction of computer software performance parameters, Int. Con. on Reliable sofytware, 1975, Los Angelos, pp.208-220.

⁴Глушков В.М. и др. Сети ЭВМ. – М.: Связь, 1977. – 280 с., Головкин Б.Л. Надежное программное обеспечение. // Зарубежная радиоэлектроника, 1978, № 12. – С.3-61., Б.А. Головкин, Многовариантное программирование и его применение. Автомат. и телемех, 1986, выпуск 7. С. 5-39., Беляев Ю.К., Богатырев В.А., Болотин В.В. и др. /Под ред. И.А. Ушакова. Надежность технических систем. Справочник. – М.: Радио и связь, 1985. – 600 с., Барзилович К.Ю., Беляев Ю.К., Каштанов В.А. и др. Вопросы математической теории надежности. /Под ред. Б.В. Гнеденко. – М.: Радио и связь, 1983.–376 с., Липаев В.В. Надежность программных средств. – М.: Синтез, 1998. – 232 с., Якубайтис Э.А. Архитектура вычислительных сетей. – М.: Статистика, 1980. –279 с., Самойленко С.И., Давыдов А.А., Золотарев В.В., Третьякова Е.И. – Вычислительные сети (адаптивность, помехоустойчивость, надежность). – М.: Наука, 1983.– 277 с., Растригин Л.А. Адаптация сложных систем. – Рига: Зинатне, 1981. – 375 с., Вентцель Е.С. Исследование операций: принципы, методология. Учеб. пособие для студ. вузов. – 2-ое изд., стер. –М.: Высш. шк., 2001. – 208с., Шарейко Л.А. Проблема эффективности вычислительных сетей и пути ее повышения. М. АН СССР. – Научный совет по комплексной проблеме кибернетики, 1981. –72 с., Пархоменко П.П. Правильщиков П.А. Диагностирование программного обеспечения (обзор).– Автоматика и телемеханика, 1980, № I, с 103-121, Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1968. – 399 с., Богатырев В.А. Exchange of Duplicated Computing Complexes in Fault tolerant Systems // Automatic Control and Computer Sciences. – 2011. – V. 46. – № 5. – P. 268-276

⁵ S.S. Gulyamov, R.H. Ayupov, G.R. Boltaboeva, M.I. Azizova. Raqamli iqtisodiyotda blokcheyn texnologiyalar. Darslik. T.: TMI, "Iqtisod-Moliya" nashriyoti, 2020, 312 bet. Гуломов С.С., Бегалов Б.А. Иктисодий информатика. Дарслик. – Т.: Ўзбекистон, 2010. – 722 б.; Махмудов Н.М. Моделирование производственно-экономических процессов хлопко-перерабатывающих отраслей.: Дисс. докт. экон. наук. - Т.: ТГЭУ, 1993; Шодиев Т.Ш. ва бошқалар. Иктисодий-математик усуллар ва моделлар. Ўқув қўлланма. –Т.: ТДИУ, 2010. – 297 б.; Салимов Б.Т. Моделирование использования и развития производственного потенциала региона. - Т.: Ўқитувчи, 1995; Досчанов Т.Д. ва бошқалар. Инновация шароитида тадбиркорлик тизими баркарорлиги ва хавфсизлигини таъминлаш: муаммолар, усуллар, моделлар. Монография. Тошкент, "Lesson Press", 2022. 11,1 б.т. Ходиев Б.Ю., Бегалов Б.А. Ахборот тизимлари ва технологиялари. –Т.: Шарқ, 2010. – 703 б.; Расулев Д.М., Иктисодий ислохотларни чуқурлаштириш босқичида инвестицияларни молиялаштиришни эконетрик моделлаштириш: дис. Автореф.... и.ф.д. – Т.: Фан ва технологиялар, 2003. – 40 б.; Бегалов Б.А. Ахборот-коммуникациялар бозорининг шаклланиш ва ривожланиш тенденцияларини эконетрик моделлаштириш: дис. Автореф.... и.ф.д. – Т.: ТДИУ, 2001. – 36 б.; Алимов Р.Х., Ходиев Б.Ю., Алимов Қ.А.

Yuqoridagi ilmiy tadqiqotlarda respublika iqtisodiy obyektlari axborot tizimini barqarorligini oshirish usullarini qo'llashda iqtisodiy samaradorlikni modellashtirish metodologiyasini takomillashtirish alohida ilmiy tadqiqot obyekti sifatida o'rganilmagan. Ikkinchi tomondan, tadqiq etilayotgan tadqiqot ishida respublikamiz iqtisodiy obyektlari axborot tizimining turli ta'sirlar, o'zgarishlarga moslanuvchanligini rivojlantirish holatlari va jarayonlari inobatga olingan bo'lib, bu esa tanlangan tadqiqot mavzusining dolzarbligi, maqsadi hamda unda hal etiladigan masalalar doirasini belgilashga asosiy sabab bo'ldi. Muallif tomonidan taklif etilgan ekonometrik va adaptiv, imitasion va analitik modellar tizimi, yuqorida aytilganlarga monand, korxonalar faoliyati ishonchliligi, axborot tizimlarining barqarorligini baholash va prognozlashda alohida qiziqish uyg'otadi.

Dissertatsiya mavzusining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi. Mazkur tadqiqot ishi Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti ilmiy-tadqiqot ishlari rejasiga muvofiq FM-9 «Milliy iqtisodiyotni turli sohalariga innovasion axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini samarali tatbiq etish nazariyasi va amaliyoti» mavzusidagi fundamental loyiha doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi O'zbekiston iqtisodiyotida axborot texnologiyalari sohasining o'zgarishlar muhitida korxonalar faoliyati axborot tizimi barqarorligini ekonometrik modellashtirish metodologiyasini takomillashtirish bo'yicha nazariy-uslubiy hamda amaliy yo'nalishdagi taklif va tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

korxonalar faoliyati axborot tizimi barqarorligini aloqa tuguni ma'lumotlar tuzilmalarini xavfsizligini ta'minlash, xato aniqlash va tiklash vositalarining samaradorligini imitasion modellashtirish eksperimenti o'tkazish bilan tekshirish;

noaniqlik muhitida davlat iqtisodiy obyekti faoliyati axborot tizimini barqarorligini prognozlash va baholash uslubiyotini ilmiy tahlil qilish;

uzluksiz vaqt va diskret holatlar uchun vaqtli qatorlar, prognozashtirish va ekonometrik modellashtirishni tasniflash;

IT sohasidagi o'zgarishlarni iqtisodiy obyektlarda axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini rivojlanishining bosqichlari va tamoyillari sifatida o'rganish;

korxonani barqaror axborot tizimlari yaratish jarayonini konseptual modellashtirish bosqichlarini aniqlash;

ekoiqtisodiy muhitda axborot tizimlari barqarorligini ta'minlash yo'nalishlari o'rganish;

iqtisodiy jarayonlar axborot tizimi faoliyati ishonchliligini aniqlash usullari va baholash modellari tahlilini o'tkazish;

va bo'shkalalar. Milliy iqtisodda axborot tizimlari va texnologiyalari. Ўқув қўлланма. / С.С. Фуломовнинг умумий тахрири остида. – Т.: Шарқ, 2004. – 320 б.; Арипов А.Н., Иминов Т.К.. Ўзбекистон ахборот-коммуникация технологиялари соҳаси менежменти масалалари. Монография. – Т.: Fan va texnologiya, 2005. – 300 б.; Кенжабаев А.Т. Тадбиркорлик фаолиятида ахборотлаштириш миллий тизimini шакллантириш муаммолари. икт.фан.док. Дис..... – Т.: ТДИУ, 2005. – 321 б. Бекмуродов А.Б., Мусалиев А.А. Информационный бизнес. Учебное пособие. – Т.: ТГЭУ, 2006. – 288 с., Абидов А.А. Функциональные аспекты адаптации, моделирования и алгоритмизации надежного функционирования систем реального времени. Монография. – Т.: ТДИУ, 2022. – 166 с..

murakkab tuzilishga ega bo'lgan boshqaruv obyekti sifatida aloqa tugunining o'ziga xos xususiyatlarini tahlili va tuzilmalari faoliyatini optimallashtirish;

nosozliklar sharoitida qayta ishlanadigan iqtisodiy axborotlar oqimini tahlil qilish, tarkiblashtirish negizida axborot tizimi barqarorligini oshirishga optimal: omillar ta'sirini minimumlashtirish va samaradorlikni maksimaltirish usullarini ishlab chiqish;

korxonada faoliyati axborot tizimi barqarorligini aloqa tuguni kesimida adaptatsiya modelini ishlab chiqish va uning samaradorligini baholash;

uzluksiz vaqt va diskret holatdagi ekoaxborot tizimi faoliyatini analitik modellashtirish va baholash;

uzluksiz harakatdagi aloqa tugunida ma'lumotlar oqimi o'tkazuvchanlik samaradorligini baholash va prognozlash;

ekonometrik baholash doirasida analitik va imitasion model natijalarini raqamli transformatsiya mezonlari bilan tahlil qilish va tavsiyalar ishlab chiqish;

tadqiqot ko'lami va modellashtirish natijalarini amaliy qo'llashga yo'naltirilgan axborot tizimi barqarorligi vositalarini avtomatlashgan tarzda ilovalarga kiritish interpretatorini yaratish bo'yicha tadqiqot o'tkazish.

Tadqiqotning obyekti sifatida O'zbekiston Respublikasi Uzelteksanoat uyushmasi va uning tarkibiga kirgan korxonalar olingan.

Tadqiqotning predmeti bo'lib iqtisodiy obyekt axborot tizimiga turli ta'sirlar holatida uning barqarorligi va samaradorligini oshirish bilan bog'liq tashkiliy-iqtisodiy munosabatlar hisoblanadi.

Tadqiqotning usullari. Dissertatsiyada iqtisodiy, qiyosiy, tahlil qilish, statistik va ko'p omilli ekonometrik tahlil uslublari, turkumli modellashtirish jarayonlarida iqtisodiy-matematik, tasodifiy sonlar nazariyasini qo'llashda imitasion modellashtirish, adaptatsiya va algoritmlashtirish, strukturlashtirish, nazorat va tiklash, taqqoslash, prognozlashtirish va boshqa usullar qo'llanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi:

uslubiy yondashuvga ko'ra iqtisodiy jarayonlarni tavsiflovchi ma'lumotlarning to'xtovsiz oqimini qayta ishlovchi axborot tizimiga tashqi muhit ta'siridan himoyalash usullari va yondoshuvlarni qo'llashning ekonometrik modellashtirish metodologiyasi tasodifiy jarayonlarga bog'liqlikni minimallashtirish asosida takomillashtirilgan;

uzluksiz transformatsiya jarayonida ma'lumotlarni qayta ishlash oddiy statsionar oqimni tashkil qilishi va iqtisodiy obyektning cheklangan diskret holatlarga o'tish oqibatlarini tasodifiy hodisalar bilan ifodalagan algoritmlashtirish samaradorligini ehtimollik ko'rsatkichlarini analitik hisoblash va prognozlash uchun modellashtirish uslubiyoti navbatlar nazariyasi negizida takomillashtirilgan;

“O'zeltexanoat” uyushmasi tarkibiga kiruvchi korxonalar faoliyati axborot tizimi barqarorligiga ta'sir ko'rsatuvchi tasodifiy jarayon muhitini yaratish hamda imitasion modellashtirish asosida yakuniy natijalarning 2027-yilga qadar prognoz ko'rsatkichlari ishlab chiqilgan;

iqtisodiy obyektida ma'lumotlar oqimini tarkiban o'zgarish jadalligiga muvofiq ma'lumotni qayta ishlovchi tuzilmalar tasnifiga ko'ra turkumlangan

hamda har bir turkumga mos axborot tizimi barqarorligini oshirish usullari takomillashtirilgan;

“Foton” AJda axborot barqarorligini ta’minlash maqsadida axborot texnologiyalariga ajratiladigan sof pul mablag‘ini hisobga olgan holda o‘tkazilgan analitik modellashtirish asosida investitsiya loyihasi bilan bog‘liq diskontlangan pul oqimlari hajmining 2026-yilga qadar prognoz ko‘rsatkichlari ishlab chiqilgan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

respublika iqtisodiy obyektlarida real vaqt birligida faoliyat yuritadigan axborot tizimlari barqarorligini ta’minlashni amaliy va uslubiy jihatlari takomillashtirilgan;

uzluksiz harakatdagi iqtisodiy obyektlarning onlayn rejimida ishlaydigan axborot tizimlari barqarorligini yuqori darajada intensivligi hisobga olingan jarayonlarni nosozliklar keltirib chiqaradigan kritik xatoliklar aniqlangan;

korxonada faoliyati axborot tizimi barqarorligini modellashtirish negizida nazorat va tiklash proseduralarini qo‘llash uchun vaqt mezonini ilova hajmi va xotira maydonini optimal ko‘rsatkichlarga keltirish optimallashtirish konsepsiyasi ishlab chiqish bilan bajarilgan;

ma’lumotlarni qayta ishlashda moslanuvchan algoritmdan foydalanish samarasi tasdiqlanib, muhit ta’siridagi buzilishlar sharoitida aloqa tugunining ko‘rsatkichlarni hisoblash uchun korrelyasion va regression tenglamalari ishlab chiqilgan;

korxonada faoliyati axborot tizimi barqarorligini oshirish usullariga asoslangan ishlab chiqilgan dasturlar to‘plami standart shaklda taqdim etilgan va ulardan quyidagilarda foydalanish mumkin: tugun nosozliklari sonini kamaytirish va nosozliklar ta’sirini minimallashtirish; aloqa tugunining samaradorligini maksimallashtirish masalasi yechilgan;

tadqiqot subyekti axborot tizimining ishga shayligi va o‘tkazuvchanligini modellashtirish algoritmi va dasturi yaratilgan;

iqtisodiy obyektlarni ommaviy xizmat ko‘rsatish jarayoni imitasion modellashtirish tuzilgan mexanizm: katta ma’lumotlar qayta ishlashda nazorat qilish, xatolarni lokalizatsiyalash va ishga shay holatni tiklash ilovalaridan barqaror axborot tizimi yaratishda qo‘llash taklifi berilgan;

uzluksiz xarakatdagi iqtisodiy obyektlarda barqaror axborot tizimi yaratishda ma’lumotlarni strukturizatsiyalashga asoslangan usullarni tanlash mexanizmi tavsiya qilingan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi qo‘llanilgan yondashuv, usul va nazariy ma’lumotlarning rasmiy manbalardan olinganligi, keltirilgan tahlillar va tajriba-sinov ishlari samaradorligining matematik-statistika va ekonometrika usullari yordamida asoslanganligi, xulosa, taklif va tavsiyalarning amaliyotga joriy etilganligi, olingan natijalarning vakolatli idoralar tomonidan tasdiqlanganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati shundan iboratki, turli noaniqliklar sharoitida tarmoqlar faoliyatini ishlab chiqilgan ekonometrik modellar orqali tahlil qilish, prognozlash asosida korxonada faoliyati axborot tizimi samaradorligini baholashda, undan samarali

foydalanish bo'yicha qarorlar qabul qilishda zamonaviy uslubiy yondashuvni qo'llashda foydalanish mumkinligi bilan izohlanadi.

Tadqiqotning amaliy ahamiyati sifatida tarmoqlar faoliyati rivojlanishining o'ziga xos jihatlari, jahon iqtisodiyotiga integrallashuvi va unda o'z mavqeiga ega bo'lish strategik maqsadlarini aniqlash va ular asosida istiqbolli dasturlarni shakllantirishda, shuningdek nazariy va statistik modellashtirishdan oliy ta'lim muassasalarida «Ekonometrika», «Iqtisodiy-matematik modellar va usullar», «Iqtisodiyotda axborot tizimlari va texnologiyalari», «Raqamli iqtisodiyot» va «Axborot xavfsizligi» kabi fanlarni o'qitishda keng foydalanish mumkin.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.

O'zbekiston iqtisodiyotida axborot texnologiyalari sohasining o'zgarishlar muhitida korxonalar faoliyati axborot tizimi barqarorligini ekonometrik modellashtirish metodologiyasini takomillashtirish asosida:

uslubiy yondashuvga ko'ra iqtisodiy jarayonlarni tavsiflovchi ma'lumotlarning to'xtovsiz oqimini qayta ishlovchi axborot tizimiga tashqi muhit ta'siridan himoyalash usullari va yondoshuvlarni qo'llashning ekonometrik modellashtirish metodologiyasi tasodifiy jarayonlarga bog'liqlikni minimallashtirish asosida takomillashtirishga oid nazariy-uslubiy materiallardan oliy o'quv yurtlari 5330200 – Informatika va axborot texnologiyalari (iqtisodiyot) ta'lim yo'nalishi talabalari uchun tavsiya etilgan “Boshqaruv va biznes jarayonlarida ma'lumotlarni qayta ishlash texnologiyalari” nomli darslikni tayyorlashda foydalanilgan (O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2022-yil 17-martidagi 106-sonli buyrug'i). Mazkur ilmiy taklifning amaliyotga joriy etilishi natijasida talabalarda iqtisodiy jarayonlarni tavsiflovchi ma'lumotlarning to'xtovsiz oqimini qayta ishlovchi axborot tizimiga tashqi muhit ta'siridan himoyalash usullari va yondoshuvlarni qo'llashni ekonometrik modellashtirish bo'yicha nazariy bilimlarni va amaliy ko'nikmalarni kengaytirish imkoni yaratilgan;

uzluksiz transformatsiya jarayonida ma'lumotlarni qayta ishlash oddiy stasionar oqimni tashkil qilishi va iqtisodiy obyektning cheklangan diskret holatlarga o'tish oqibatlari tasodifiy hodisalar bilan ifodalagan algoritmlashtirish samaradorligini ehtimollik ko'rsatkichlarini analitik hisoblash va prognozlash uchun modellashtirish uslubiyotidan “O'zeltexsanoat” uyushmasining istiqboldagi iqtisodiy rivojlantirish dasturlarini ishlab chiqishda foydalanilgan (“O'zeltexsanoat” uyushmasining 2023-yil 15-iyundagi 04-3/748 – son dalolatnomasi). Mazkur ilmiy taklifning amaliyotga joriy etilishi natijasida uyushma tarkibidagi korxonalarda tasodifiy hodisalar bilan ifodalagan algoritmlashtirish samaradorligini ehtimollik ko'rsatkichlarini analitik hisoblash va prognozlash imkoni yaratilgan;

“O'zeltexsanoat” uyushmasi tarkibiga kiruvchi korxonalar faoliyati axborot tizimi barqarorligiga ta'sir ko'rsatuvchi tasodifiy jarayon muhitini yaratish hamda imitasion modellashtirish asosida yakuniy natijalarning 2027-yilga qadar ishlab chiqilgan prognoz ko'rsatkichlaridan “O'zeltexsanoat” uyushmasining istiqboldagi iqtisodiy rivojlantirish dasturlarini ishlab chiqishda foydalanilgan (“O'zeltexsanoat” uyushmasining 2023-yil 15-iyundagi 04-3/748 – son

ma'lumotnomasi). Mazkur ilmiy taklifning amaliyotga joriy etilishi natijasida "O'zeltexsanoat" uyushmasi tarkibiga kiruvchi korxonalar faoliyati axborot tizimi barqarorligini imitasion modellashtirish asosida erishilishi mumkin bo'lgan yakuniy natijalarning aniqligi hamda o'zaro muvofiqligini ta'minlash imkoni yaratilgan;

iqtisodiy obyektida ma'lumotlar oqimini tarkiban o'zgarish jadalligiga muvofiq ma'lumotni qayta ishlovchi tuzilmalar tasnifiga ko'ra turkumlangan hamda har bir turkumga mos axborot tizimi barqarorligini oshirishning takomillashtirilgan usullaridan "O'zeltexsanoat" uyushmasining istiqboldagi iqtisodiy rivojlantirish dasturlarini ishlab chiqishda foydalanilgan ("O'zeltexsanoat" uyushmasining 2023-yil 15-iyundagi 04-3/748 – son ma'lumotnomasi). Mazkur ilmiy taklifning amaliyotga joriy etilishi natijasida uyushma tarkibidagi korxonalarda ma'lumotni qayta ishlovchi tuzilmalar tasnifiga ko'ra har bir turkumga mos axborot tizimi barqarorligini oshirish imkoni yaratilgan;

"Foton" AJda axborot barqarorligini ta'minlash maqsadida axborot texnologiyalariga ajratiladigan sof pul mablag'ini hisobga olgan holda o'tkazilgan analitik modellashtirish asosida investisiya loyihasi bilan bog'liq diskontlangan pul oqimlari hajmining 2026 yilga qadar ishlab chiqilgan prognoz ko'rsatkichlaridan "Foton" AJni istiqboldagi iqtisodiy rivojlantirish dasturlarini ishlab chiqishda foydalanilgan ("Foton" AJning 2023-yil 19-dekabrda 243-sonli ma'lumotnomasi). Mazkur ilmiy taklifning amaliyotga joriy etilishi natijasida "Foton" AJda axborot texnologiyalariga ajratiladigan sof pul mablag'ini hisobga olgan holda investisiya loyihasi bilan bog'liq diskontlangan pul oqimlari hajmi asosiy parametrlarining aniqligi hamda o'zaro muvofiqligini ta'minlash imkoni yaratilgan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Tadqiqot natijalari 20 ta ilmiy-amaliy anjumanlarda, shu jumladan, 8ta xalqaro va 12 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida bayon etilgan va aprobatsiyadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 43 ta ilmiy ish, shu jumladan, 2 ta ilmiy monografiya va 41 ta maqola e'lon qilingan bo'lib, ularning 15 tasi O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiyalar asosiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda e'lon qilingan bo'lib, shu jumladan, 10 tasi respublika, 2 tasi OAK tavsiya etgan chet el jurnalida va 3 ta (skopus) xorijda nashr etilgan.

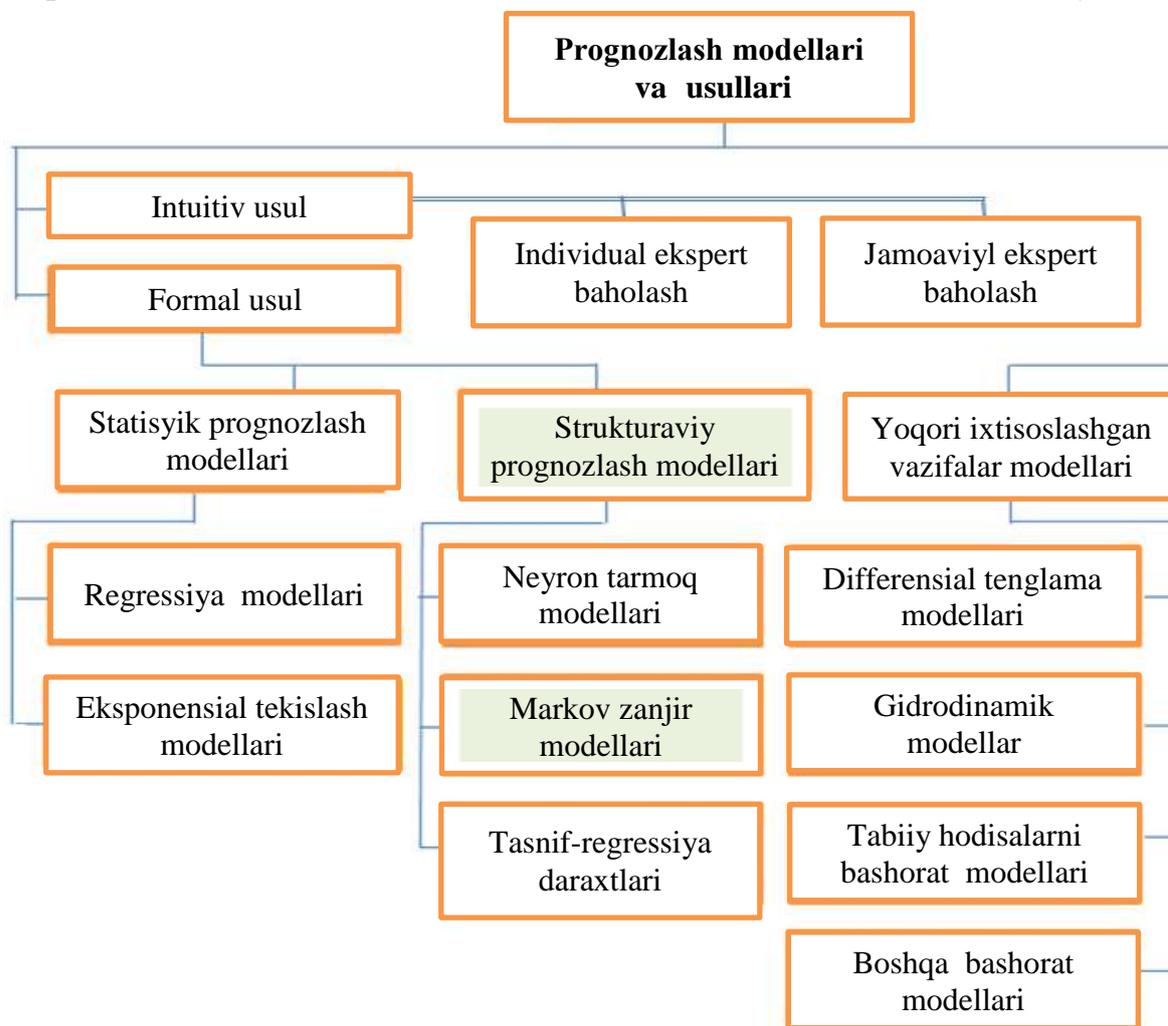
Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish, beshta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 281 betni tashkil etadi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida dissertatsiya mavzuning dolzarbligi va zarurati asoslangan, tadqiqotning maqsadi, vazifalari, obyekti va predmeti tavsiflangan, respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo'nalishlariga mosligi ko'rsatilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi, amaliy natijalari bayon etilgan, olingan natijalarning

ilmiy-amaliy ahamiyati yoritib berilgan, tadqiqot natijalarining joriy qilinishi, chop etilgan ilmiy ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning «Korxonada faoliyati axborot tizimi barqarorligini modellashtirishning nazariy va amaliy asoslari» nomli birinchi bobida korxonada axborot tizimini barqarorligini ta'minlash jarayonlarini nazariy va amaliy asoslari, tayanch tamoyillari hamda uzluksiz vaqt rejimi noaniq muhitida faoliyat ko'rsatishni ekonometrik modellashtirishning o'ziga xos xususiyatlari ko'rilgan. Istiqbollarni bashorat qilish kerak bo'lgan jarayonlar ko'pincha vaqtli qatorlar, ya'ni vaqtning ma'lum nuqtalarida olingan ma'lum miqdorlarning qiymatlari ketma-ketligi bilan tavsiflanadi. Odatda, stasionar vaqtli qatorlar, bu doimiy o'rtacha darajaga nisbatan muvozanatda qoladigan qatorlar bilan prognozlashtirish olib boriladi. Prognozlashtirish uchun esa modellashtirish usullari tahlilini ko'rib chiqish zarur. Bu bob shu masalalarga qaratilgan. Prognozlash modeli – bu vaqtli qatorni yetarli darajada tavsiflovchi funksional tasvirdir. Vaqtli qatorlar bilan bog'liq masalalarni ekonometrik baholash modellari tasnifi 1-rasmda berilgan.



1-rasm. Ekonometrik prognozlashtirish modellari⁶

Analitik sharhda barcha prognozlash usullari ikki guruhga bo'lgan: intuitiv va formal. Intuitiv prognozlash prognoz obyekti juda oddiy yoki aksincha, tashqi

⁶ Muallif ishlanmasi

omillar ta'sirini analitik hisobga olishning iloji bo'lmagan darajada murakkab bo'lganda qo'llaniladi. Formal usullar prognozlash modellarini ko'rib chiqsak, ular statistik, strukturaviy va yuqori ixtisoslangan vazifaliga modellarga bo'linadi. Statistik modellarda vaqtli qatorning kelajakdagi va haqiqiy qiymatlari, shuningdek tashqi omillar o'rtasidagi funksional bog'liqlik analitik tarzda beriladi. Statistik modellar quyidagi guruhlarni o'z ichiga oladi: regressiya modellari; avtoregressiv modellar; eksponensial tekislash modellarni.

Strukturaviy modellarda vaqtli qatorning kelajakdagi va haqiqiy qiymatlari, shuningdek tashqi omillar o'rtasidagi funksional bog'liqlik struktura tarzida belgilanadi. Strukturaviy modellar quyidagi guruhlarni o'z ichiga oladi: neyron tarmoq modellari; Markov zanjirlariga asoslangan modellar; tasnif-regressiya daraxtlariga asoslangan modellar.

Bundan tashqari, shuni ta'kidlash kerakki, ba'zan yuqori ixtisoslashgan vazifalar uchun maxsus prognozlash modellari ishlatiladi. Masalan, inson qonida qand darajasini bashorat qilish vazifasi uchun differensial tenglamalarga asoslangan modellar qo'llaniladi⁷. So'nggi bir necha yil ichida megapolislar uchun dolzarb bo'lgan transport oqimini bashorat qilish vazifasi uchun gidrodinamik modellar qo'llaniladi.

Bu uchga ajratilgan tasnifdagi modellar tahlili o'tkazildi. Ularni yutuq va kamchiliklari aniqlandi. Statistik holatdagi obyektlar ko'p o'rganilgan va ularga ekonometrikaning statistik modellari qo'llanilishi sir emas. Strukturaviy modellarga ham qiziqish katta. Ayniqsa turli holatlarga obyekt tushishi mumkin bo'lgan hollarda qo'l kelishi ko'p ishlarda ta'kidlangan. Kundalik hayotda eng ko'p duch keladigan vaziyatlardan biri real vaqtda faoliyat yuritadigan axborot tizimlari faoliyatini o'rganish. Misol uchun 7/24 tamoyiliga muvofiq ishlayotgan Internet tarmog'i va uning onlayn tizimi. Shu sababdan, va umuman ko'rilayotgan masalaning dolzarbliigi nuqtai nazaridan uzluksiz vaqtda diskret holatlarlarga o'tadigan iqtisodiy obyekt axborot tizimi faoliyatida kechadigan jarayonlarni tavsiflash uchun Markov tarmoqlari qulayligi va mos kelishi asoslandi. Jumladan quyidagilar ko'rildi.

Markov zanjirlariga asoslangan prognozlash modellari (Markov zanjir model) jarayonning kelajakdagi holati faqat uning hozirgi holatiga bog'liq va avvalgilariga bog'liq emas degan farazga asoslangan⁸. Shu munosabat bilan Markov zanjirlari bilan modellashtirilgan jarayonlar qisqa xotirali jarayonlar deb belgilanadi. Uchta holatga ega bo'lgan jarayon uchun Markov zanjirida, misol uchun, S_1, \dots, X_3 $Z(t)$ jarayonning holatlari; λ_{12} - S_1 holatidan S_2 holatiga o'tish ehtimoli, λ_{23} S_2 holatidan S_3 holatiga o'tish ehtimoli va boshqalar. Markov zanjirini qurishda holatlar to'plami va o'tish ehtimoli aniqlanadi.

Shunday qilib, Markov zanjirining tuzilishi va holatga o'tish ehtimoli jarayonning kelajakdagi qiymati va uning joriy qiymati o'rtasidagi munosabatni aniqlaydi. Tahlil va dizaynning soddaligi va bir xilligi Markov zanjiriga asoslangan modellarning afzalliklari hisoblanadi.

⁷ Norizan M., Maizah Hura A., Zuhaimy I. Short Term Load Forecasting Using Double Seasonal ARIMA Model // Regional Conference on Statistical Sciences, Malaysia, Kelantan, 2010. P. 57 – 73

⁸ Вентцель Е.С. Исследование операций. – М.: Советское радио, 1972. – 551с.

Markov tasodifiy jarayonlar nazariyasi keng ko‘lamli qo‘llanishga ega (domna pechida eritish paytida zaryadning tarqalishi yoki qorishishi, navbat hosil bo‘lish jarayonlari kabi fizik hodisalar) bo‘lgan ehtimollar nazariyasining, bundan kelib chiqadiki ekonometrikaning, ommaviy xizmat ko‘rsatishning ham keng sohasidir.

Markov tasodifiy jarayonlari sinflarga bo‘linadi. Birinchi tasniflash sifati – bu uning turli holatlarda bo‘lish xarakteri bilan aniqlanadi. Tasodifiy jarayon (TJ) diskret holat jarayoni deb ataladi, agar tizimning mumkin bo‘lgan holatlari $S_1, S_2, S_3...$ sanab o‘tilishi mumkin va jarayonning o‘zi shundan iboratki, vaqti-vaqti bilan S tizimi bir holatdan ikkinchisiga sakrab o‘tadi.

Misol. Aloqa kanali ikkita i va I va II tugunlardan iborat bo‘lib, ularning har biri ishlamay qolishi mumkin. Holatlar: S_1 – ikkala tugun ham ishlaydi; S_2 – birinchi tugun ishlamay qoldi, ikkinchisi ishchi; S_3 – ikkinchi tugun ishlamay qoldi, birinchi ishchi; S_4 – ikkala tugun ham ishlamay qoldi.

Uzluksiz holatlarga ega jarayonlar ham mavjud (holatdan holatga silliq o‘tish), masalan, yorug‘lik tarmog‘idagi kuchlanishning o‘zgarishi. Biz faqat diskret holatlarga ega bo‘lgan tasodifiy holatni ko‘rib chiqamiz. Bunday holda, tizimning mumkin bo‘lgan holatlari tugunlar bilan, mumkin bo‘lgan o‘tishlarni esa yoylar bilan belgilanadigan holatlar grafigidan foydalanish qulay.

Ikkinchi tasniflash xususiyati - vaqt o‘tishi bilan faoliyat xarakteri o‘zgarishiga bog‘liq. Agar tizimning holatdan holatga o‘tishi faqat qat‘iy belgilangan, oldindan belgilangan $t_1, t_2...$ vaqt momentlarida mumkin bo‘lsa, tasodifiy jarayon diskret vaqtli jarayon deb ataladi. Agar tizimning holatdan holatga o‘tishi oldindan noma‘lum bo‘lgan har qanday tasodifiy momentda mumkin bo‘lsa, u holda uzluksiz vaqtli tasodifiy jarayon haqida gapiriladi.

1-jadval

Markov jarayonlarining tasnifi⁹

Holat bo‘yicha	Vaqt bo‘yicha	
	Diskret	Uzluksiz
Diskret	Vaqt va holat bo‘yicha diskret (<i>diskret Markov zanjiri</i>) /qadamlar, jarayon bosqichlari/	Holat bo‘yicha diskret, vaqt bo‘yicha uzluksiz (<i>uzluksiz Markov zanjiri</i>) / uskuna elementini ishdan chiqish vaqti, ta‘mirlash muddati/
Uzluksiz	Holat bo‘yicha uzluksiz, vaqt bo‘yicha diskret / zilzila, inflyasiya/	Holat va vaqt bo‘yicha uzluksiz / masalan, yorug‘lik tarmog‘idagi kuchlanishning o‘zgarishi/

Amalda, tizimning holatdan holatga o‘tishlari tasodifiy vaqtlarda sodir bo‘ladigan holatlar ko‘p bo‘lib, ularni oldindan aytib bo‘lmaydi: masalan, uskunaning biron bir elementining ishdan chiqishi, uni ta‘mirlash (tiklash) tugashi vaqtini. Bir qator hollarda bunday jarayonlarni tasvirlash uchun diskret holatlar va

⁹ Muallif ishlanmasi

uzluksiz vaqtga ega bo'lgan Markov tasodifiy jarayonining sxemasi: uzluksiz Markov zanjiri – muvaffaqiyatli qo'llanilishi mumkin.

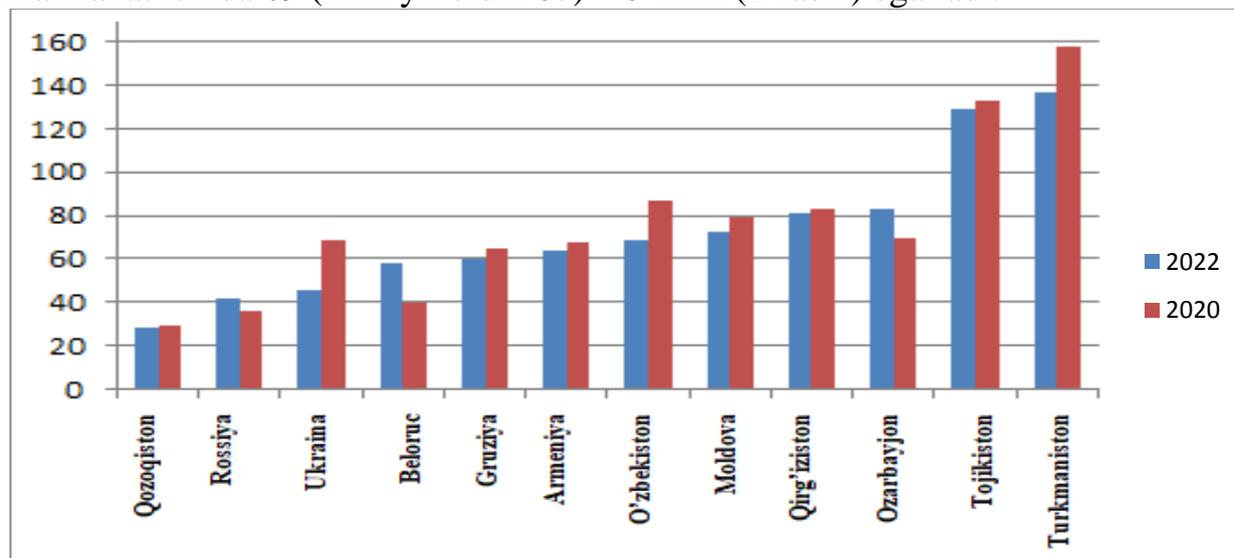
Ilmiy tadqiqotda holat bo'yicha diskret, vaqt bo'yicha uzluksiz tasodifiy Markov jarayonlariga mos korxonalar axborot tizimi faoliyati ko'riladi.

Dissertatsiyaning «**Korxonalar axborot tizimi faoliyatini noaniqlik sharoitida barqarorligini baholash va uning tahlili**» nomli ikkinchi bobida IT sohasidagi o'zgarishlar axborot kommunikasion texnologiyalar rivojlanishining global bosqichlari sifatida bayon qilingan. Xorij va respublikamizda katta ma'lumotlar bilan ishlashni tashkil qilish tamoyillari ko'rib chiqilgan. Iqtisodiy obyektlar axborot tizimi faoliyatini barqarorligini asosiy muammolari tarmoq, kompyuter, dasturiy texnologiyalarni ekonometrik modellashtirish asosida tahlil qilingan, baholangan va takliflar ishlab chiqilgan.

IT sohasida o'zgarishlar sharoitida raqamli axborot barcha ijtimoiy-iqtisodiy sohalarda ishlab chiqarishning asosiy elementi bo'lib, bunday iqtisodiy tizimga bosqichma-bosqich o'tish mamlakatimizning global miqyosdagi raqobatbardoshligini, aholi turmush sifatini yanada oshirishga, fuqarolar, yangi ish o'rinlari yaratish, iqtisodiy jadal o'sish uchun imkoniyatlar yaratish va milliy mustaqillikni ta'minlashga xizmat qiladi.

Raqamli transformatsiyaning dunyo mamlakatlarida iqtisodiy o'sishga ta'sirini aniqlashga e'tibor bersak: AQSHda raqamli iqtisodiyotning jadal o'sib, 2010-yildagi 8,2 foizdan (1 229,3 mlrd doll.) 2020-yilda 10,2 foizgacha (2 140 mlrd doll.) oshirish imkonini berdi. Xitoyda esa 2005-yildan 2020-yilgacha raqamli iqtisodiyotning yalpi ichki mahsulotidagi ulushi 14,2 foizdan 36,2 foizgacha oshgan.

Yaqinda o'tkazilgan elektron hukumat so'rovi hisobotida respublikamiz 193 mamlakat ichida 69 (ikki yil oldin 87) – o'rinni (2-rasm) egalladi.



2-rasm. Elektron hukumat so'rovi ko'rsatkichlari¹⁰

Keyingi bo'limda katta ma'lumotlar bo'yicha xorij mutaxassislari va olimlari ishlari tahlil qilinib, katta ma'lumotlar texnologiyalari konsepsiyasi nafaqat

¹⁰ Muallif ishlanmasi

ma'lumotlarning katta qatlamlarini anglatibgina qolmay, balki yuzlab gigabaytlik va hatto petabaytlik ma'lumotlardan iborat ulkan saqlangan va qayta ishlangan massivlardir, deb boshlanadi.

Google Trends katta ma'lumotlarga qiziqishni kuchaytirdi. 2014-yildan Big Data ga amaliy muhandislik va IT mutaxassisliklarini o'rgatadigan dunyoning yetakchi universitetlari e'tibori kuchaydi. Keyin Microsoft, IBM, Oracle, EMC, so'ngra Google, Apple, Facebook va Amazon kabi IT-korporatsiyalar Big Datani yig'ish va tahlil qilishga qo'shildi.

Bugungi kunda katta ma'lumotlardan barcha sohalardagi yirik kompaniyalar, tarmoqlar, sohalar, shuningdek davlat idoralari foydalanmoqda. Shu o'rinda zamonaviy dasturiy ta'minotning murakkablik o'lchamlari nimalardan iborat qanaqa? Qaysi miqdorlarda o'lchanadi. Ba'zi misollarni ko'ramiz. Kosmik stansiyani 40 mln kod satrlaridan iborat dasturiy ta'minot boshqaradi. Kosmik kyemaga 10 mln, Boeing 777 da 7mln, Windows NT5 35 mln, Linux 2.6 5.6 mln, Windows 2000 35 mln, Windows HP 45mln, Windows 7 60 mlndan ortiq kod satrlardan foydalanadi. Katta ma'lumotlarni (Big Data) tahlil qilish tizimlarini o'z ichiga olgan murakkab axborot, kompyuter tizimlarida ishonchsizlikni 40 foizi dasturiy ta'minotning hissasi to'g'ri kelishini ham ta'kidlash mumkin.

Bu ma'lumotlardan so'ng, dissertatsiyaning asosiy muammosiga urg'u berib, iqtisodiy obyektlar axborot tizimi barqarorligi rivojlantirish yo'nalishidagi ishlar tahlil qilingan.

Zamonaviy dasturiy ta'minot ancha murakkab va yaqin kelajakda uning yanada murakkablashishiga hech bir shubha yo'q, degan tezis asosida har mingta satrli kod dasturida 5-50ta xatolik borligi qator kompaniya, davlat tuzilmalari va tijorat dastruiy ta'minotida o'rganilgan. Intelda 4...5 xatolik har 1000 kod qatoriga to'g'ri kelsa, bu ko'rsatkich Microsoft da 8...18, Linux 8...34, kompaniyalarida, NASA 3...8 va tijorat amaliy DT larida 15...48 tani tashkil qiladi. Aslida, o'n yoki undan ortiq yillik tajribaga ega bo'lgan professional dasturchilar 1000 ta kod satriga o'rtacha 131,3 ta xatoga yo'l qo'yadi deb aytiladi xorij manbalarida.

Hisoblash tizimlaridan foydalanuvchilar, shu jumladan katta ma'lumotlarni qayta ishlash uchun mo'ljallangan tizimlar, amaliyotda qo'llaniladigan tizim dasturiy vositalarining ishonchliligini qanday baholashni bilishni xohlashadi. Ushbu muammoni hal qilish esa alohida tadqiqot mavzusidir.

Yuqorida ta'kidlanganidek, zamonaviy iqtisodiy obyektlar samaradorligini ta'minlashda uzluksiz vaqtda faoliyat yuritadigan axborot tizimlarini noaniq muhitda yuz beradigan turli ta'sirlardan (xavf-xatarlardan) saqlash hal qilinishi lozim bo'lgan eng asosiy muammolardan biriga aylanib borayapti.

Shuni inobatga olgan holda(3-rasm), korxonaxborot tizimini takomillashtirish *To'g'ri chiziq* – bosqichlardan bir-biriga o'tish, *punktir chiziq* – cheklovlar, kritiyeriy, usullar va yangi shart, talablarni hamda texnologiyalarni hisobga olish, *punktir nuqtali chiziq* – texnik vositalar, kanallar, hisoblash tarmog'i bilan aloqa yo'lida o'tiladigan bosqichlarni modellashtirish va ketma-ket bajarish jarayonlarini shakllantirishda barcha bosqichlar klassik konsepsiyani hisobga olish zarurligini ta'kidlangan holda yechimlardan biri o'rnida quyidagi konseptual

blokirovkalanishiga olib keladi, bu umuman tugunni ishlash samaradorligini va ishga shayligini sezilarli darajada pasaytiradi.

Xuddi shu oqibatlar texnik vositalarning buzilishi (noto'g'ri ishlashi) sharoiti real vaqt tizimida ishlaydigan aloqa tugunida ham sodir bo'lishi mumkin. Bularning barchasi adaptiv aloqa tugunini samarali boshqarish uchun nazorat va tiklash tadqiqotlari zarurligi shartini keltirib chiqaradi.

Real vaqtda hisoblash tizimlarining normal holatini nazorat qilish va tiklash masalari Lipayev, Golovkin, Mayers¹², Glass, Tayer, Lipov, Musa, Soy, Gopal, Chen¹³, Avijenis, Ramamutri¹⁴ va Li ishlarida ko'rib chiqilgan. Ushbu tadqiqotlar kompyuter tarmoqlarida aloqa tugunlarining ishonchliligini oshirish usullarini yaratish uchun asos bo'lib xizmat qilishi mumkin. Ushbu bobda hisoblash tizimlarida qo'llaniladigan xatoliklarni aniqlash, diagnostika qilish, nazorat va tiklash usullari haqida umumiy ma'lumot berilgan va ularning afzalliklari va kamchiliklari tahlil qilingan. Tizimning samarali ishlash ko'rsatkichlari tanlangan va hisoblash tizimlari uchun dasturiy ta'minotning ishonchliligini baholash modellari haqida umumiy ma'lumot berilgan. Ta'kidlanishicha, mavjud modellar asosan loyihalash va dasturlash bosqichida ishonchlilikni baholash uchun ishlatiladi. Ushbu modellarga Musa, Shik-Vyelvevton, Goel-Okimoto, Shuman¹⁵, Nelson va boshqalar modellari kiradi. Markov zanjirlari asosida dasturiy ta'minotning ekspluatasion ishonchliligini baholash modellari ham tavsiflangan.

Ko'rib chiqilgan modellarda navbatlar tizimni samarali ishlash ko'rsatkichlariga ta'sirini hisobga olmaganligi sababli aloqa tugunining ishonchliligini baholash uchun maqbul emasligi ko'rsatilgan.

Aloqa tugunini murakkab boshqaruv tizimi sifatida tahlil va sintez qilish bilan, uni alohida elementlarga ajratgan holda, qismlarning o'zaro hamjihat harakati doirasida o'rganiladi. Aloqa tugunining axborot tizimi arxitekturasi fizik, mantiqiy va dasturiy tuzilishi elementlari ko'rinishida taqdim etilgan. Fizik strukturaning elementlari: multipleksorlar, modemlar, adapterlar, kompyuter uskunalari va aloqa vositalari bo'lsa, mantiqiy va dasturiy tuzilma dasturiy mahsulotlardan iborat: tugun operasion tizimi, ma'lumotlar oqimini boshqarish dasturlari, axborotni qayta ishlash va uzatish jarayonini jismoniy qurilma bilan mantiqiy aloqa qilish dasturlari, ma'lumotlari saqlash tuzilmalari, serverlar va ular orasidagi mantiqiy aloqa va boshqalar.

Aloqa tugunining ishlashining umumiy algoritmi uch tuzilmaning elementlari o'rtasida aloqalarni o'rnatish uchun tadqiq qilingan. Kompyuter operativ xotirasini tugunning ma'lumotlar tuzilmalari va ma'lumotlarni qayta ishlash, saqlash, uzatish dasturlari, kiritish-chiqarish drayverlari aloqa vositalari, tarmoqni boshqarish

¹² Майерс Г. Надежность программного обеспечения. – М.: Мир, 1980. – 360 с

¹³ Chen L., Avizienis A. N-version programming: a fault-tolerance approach to reliability of Software operation. 1995, <https://www.semanticscholar.org/paper/N-VERSION-PROGRAMMING%3A-A-FAULT-TOLERANCE-APPROACH-Chen-Avizienis/>

¹⁴ Ramamoorthy C. V., Bastani F. B. Software reliability – status and perspectives. – IEEE Trans. Software Eng., 1982, v. SE-8, № 4, p. 354-371.

¹⁵ Shooman M.L., Trivedi A.K. A many-state Markov model for computer software performance parameters, IEEE Trans. Reliabl., R-25, pp. 66-68, 1976.

dasturlari, ma'lumotlarni uzatish traktlari va boshqalar bilan xarakterli o'zaro bog'liqligi tavsiflangan. Natijada, iqtisodiy obyekt aloqa tugunini kompyuter tarmog'ining bir qismi sifatida boshqaruv tizimi sifatida ko'rish va bu yerda jarayonlar, barcha harakatlar dasturiy ravishda boshqariladi deb xulosa qilinadi.

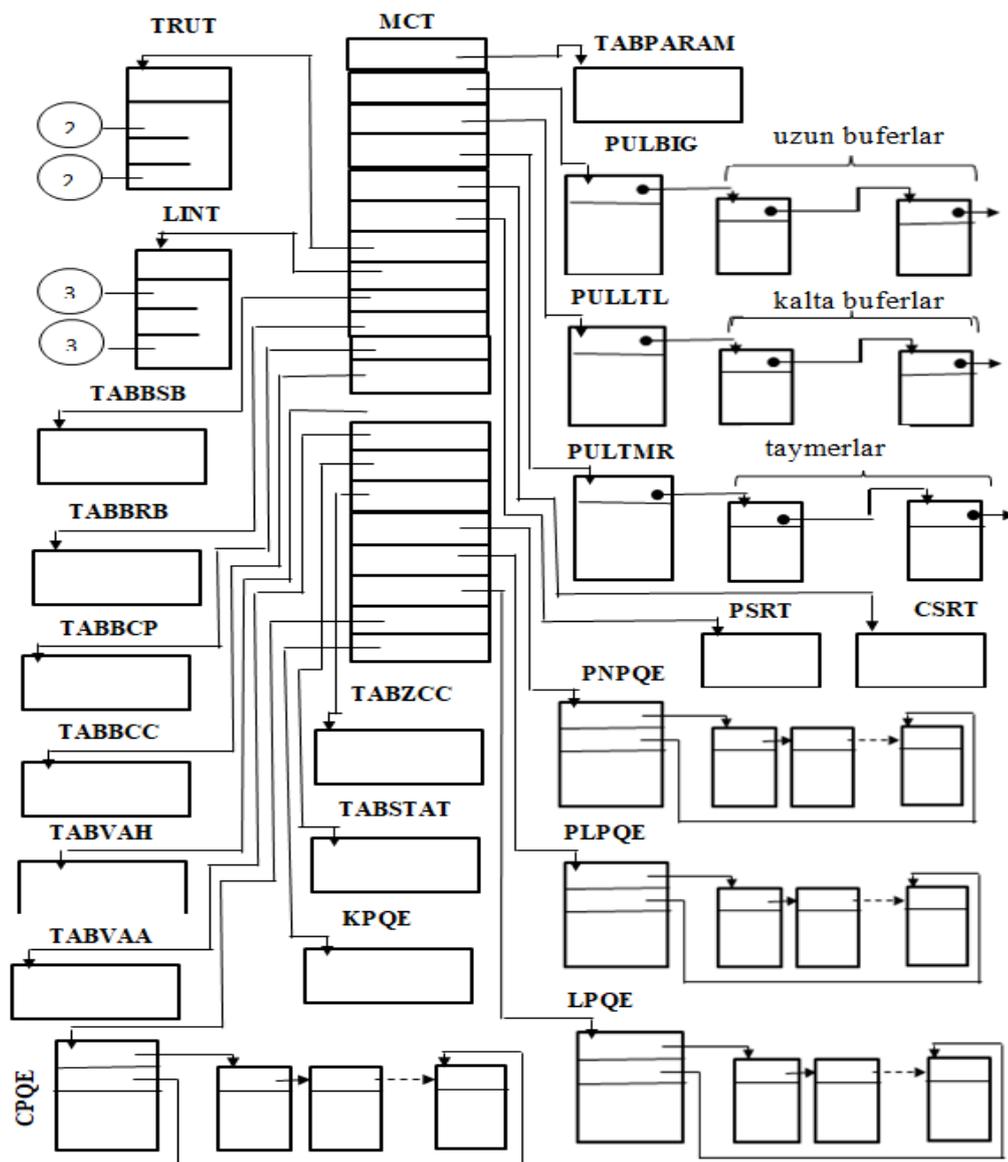
Bu bobda tugunning ma'lumotlar oqimini qayta ishlashni barqaror tashkil qilish uchun mavjud xatoliklarni aniqlash va tiklash usullarini tahlil qilindi va eng moslari saralandi. Mavjud ishonchliligini baholash modellari ko'rilayotgan obyektga mos kelmasligi ta'kidlandi. Shu munosabat bilan tashqi muhitning noaniq, tasodifiy ta'sirida aloqa tuguni axborot tizimi faoliyati barqarorligini takomillashtirish uchun analitik model yaratish zarurati asoslanib berildi.

«Iqtisodiy obyekt axborot tizimi barqarorligini ekonometrik modellashtirish» deb nomlangan to'rtinchi bobda ma'lumot tuzilmalarini samarali boshqarish orqali adaptiv aloqa tugunining ishonchli ishlashini yaxshilash imkoniyatlari bo'yicha tadqiqotlar natijalari keltirilgan. Kompyuter uskunalari nosozliklarining adaptiv aloqa (AK) tugunining umumiy xotira maydoniga (UXM) ta'siri aniqlanadi. Adaptiv aloqa tugunining UXM dagi ma'lumotlar tuzilmalaridagi o'zgarishlarning xususiyatiga qarab tahlil qilindi va tasniflandi. Nosozliklarga eng ta'sirchan bo'lgan ma'lumotlar tuzilmalari guruhlari aniqlanadi. Tugun o'tkazuvchanligining pasayishiga va axborot tizimi barqarorligiga olib keladigan kritik (muhim) xatolar turlari aniqlandi va tasniflandi. Muhim xatolarni aniqlash va bartaraf qilish uchun nazorat va tiklash usullari ishlab chiqildi. Pirovardida ular negizida algoritmlar va modullar yaratildi. Nazorat va tiklash vositalari ma'lumotlar tuzilishini adaptatsiya modeli tomonidan boshqariladi. Ularning murakkabligi, ishlash vaqti sarfi eksperimental baholash bilan aniqlangan.

Aloqa tuguni dasturiy ta'minotining ishlashi quyidagi bloklarning o'zaro ta'siriga asoslangan: paketlarni almashtirish (BKP), kanallarni almashtirish (BKK), kadrlarni yig'ish va chochish (BSR), abonentlar bilan o'zaro aloqa (BVA) va inisializatsiyalash (BI). AK tuguni ichki va tashqi ma'lumotlar bilan ishlaydi. AK tugunining tashqi ma'lumotlari paketlar va kadrlardir. Ichki ma'lumotlarga quyidagilar kiradi: jadvallar, kontekstlar, buferlar va navbatni boshqarish elementlari. Xususan, AK tugunining ichki ma'lumotlari quyidagi asosiy tuzilmalardan iborat: tugunni boshqarish jadvali, asosiy ma'lumotlar jadvali, tugun bloklari jadvali, trakt va liniya kontekstlari, trakt va liniya kontekstlarining manzil jadvallari, KP va KK rejimining marshrut jadvallari, KK kanal kontekstlari, navbat va pullarning "birinchi keldi - birinchi xizmat ko'rsatiladi" va "birinchi keldi - oxirida xizmat ko'rsatiladi" intizomiga muvofiq qurilgan boshqarish elementlari.

UXM dagi ushbu tuzilmalar asosan daraxtsimon shaklda bilan o'zaro bog'langan(4-rasm).

Kerakli tugun bloki tuzilishiga kirish uchun tugunning boshqaruv jadvali tuzilmalar (global tuzilmalar) manzillari bilan inisializatsiya bosqichida to'ldiriladi va ish davomida havolalar orqali ularga kiriladi.



4-rasm. Iqtisodiy obyektning axborot tizimi xotira maydonida jamlangan asosiy ma'lumotlar tuzilmalari o'rtasidagi bog'liqliklar¹⁶

O'z navbatida global tuzilmalar boshqa tuzilmalarning (lokal tuzilmalar) manzillarini o'z ichiga olishi mumkin. Boshqaruv jadvalidan global tuzilmasiga 1 darajali ko'rsatkichlar (havolalar) orqali, global tuzilmadan 2 darajali ko'rsatkichlar orqali lokal tuzilmaga o'tish amalga oshiriladi. Umuman olganda, adaptiv aloqa tugunining ichki ma'lumotlari uchun 4 darajali ko'rsatkichlar belgilangan. AK tuguni bloklari va asosiy ichki ma'lumotlar tuzilmalari o'rtasidagi munosabatlarga, tuzilmalar va ko'rsatkichlardagi o'zgarishlarning intensivligiga asoslanib, AK tugunining ichki ma'lumotlari guruhlariga shartli tasniflandi.

1. Doimiy ma'lumotlar dastlabki ishga tushirish paytida aniqlanadi va o'rnatiladi, hamda tugun ishlashi paytida o'zgarmaydi. Ushbu guruh marshrutlash ma'lumotlari, asosiy blok jadvallari va asosiy ma'lumotlar jadvallari, shuningdek dastlabki 2 darajadagi ko'rsatkichlardan, ya'ni boshqaruv jadvalidagi ma'lumotlar, trakt va liniyalik kontekstlari manzil jadvallaridagi ma'lumotlardan iborat.

¹⁶ Muallif ishlanmasi

2. Aloqa kanali tashkil etilganda va tugatilganda aniqlanadigan va o'zgaradigan kvazio'zgaruvchan ma'lumotlar. Ushbu guruhga trakt va liniya kontekstidagi ma'lumotlar, 3,4 daraja ko'rsatkichlari, ya'ni KK jadvallaridagi ma'lumotlar va manzillar jadvalidagi ma'lumotlar kiradi.

3. Eng katta intensivlikda o'zgaruvchan ma'lumotlar. Bu guruh navbatda va pullardagi buferlar soni va manzil murojaatlarni saqlaydigan ma'lumotlarni o'z ichiga oladi.

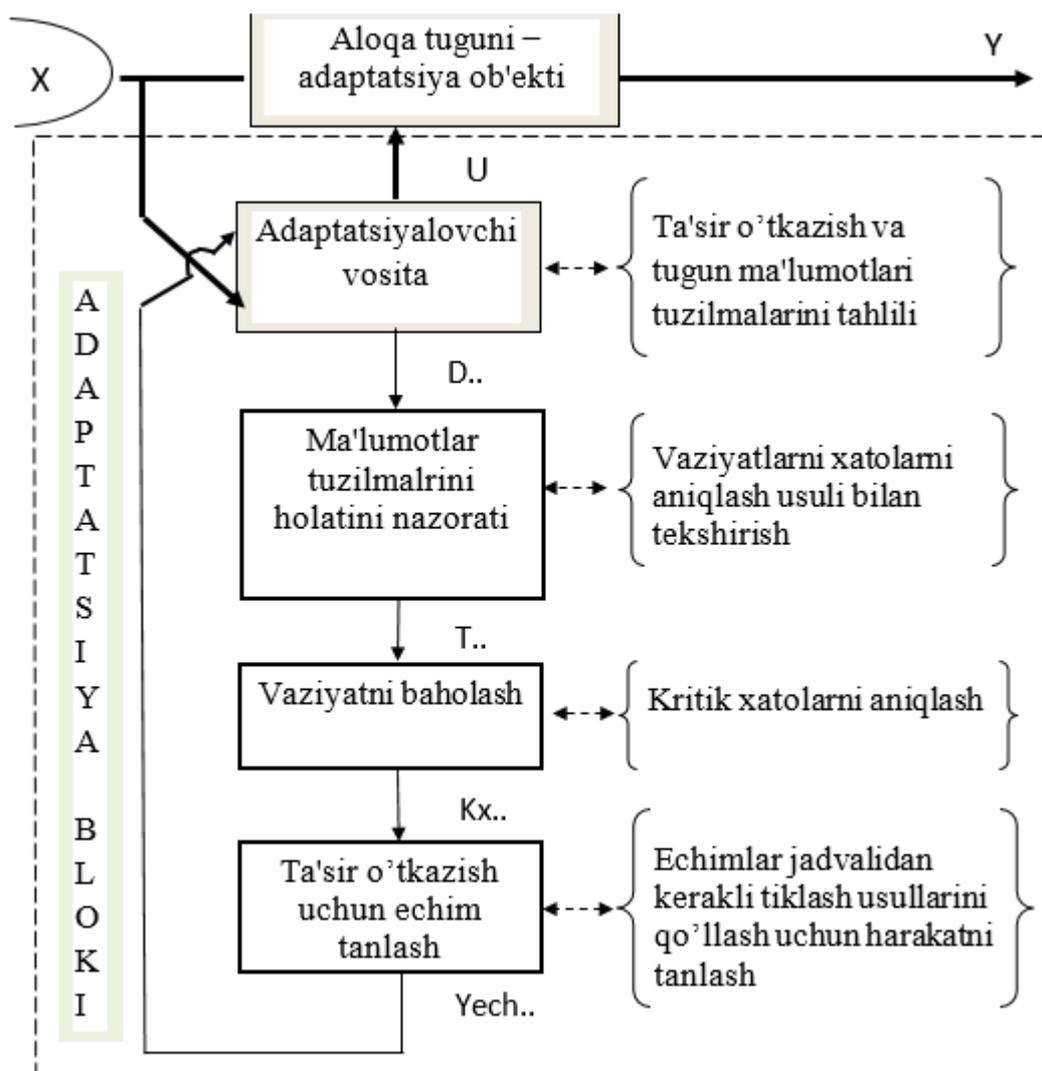
Amalga oshirilgan tuzilmalarni tahlil qilish va tasniflash ma'lumot manbai MXM dagi "kritik" xatolarning kelib chiqishidagi zaifliklarni aniqlashga imkon berdi. Kritik xatolar deb dasturiy ta'minotni to'xtab qolishga olib keladigan xatolar (kr.xat.to'x) yoki tugun ning o'tkazuvchanlik qobiliyatini pasaytiradiganlari (kr.xat.pas) aniqlandi. AK tuguni uchun 15 dan ortiq kritik xatolar aniqlandi.

Ularning uchdan bir qismi (asosan ko'rsatkichlarda) to'xtab qolishni kyeltirib chiqaradi, qolganlari esa adaptiv aloqa tugunining o'tkazuvchanlik qobiliyatining pasayishiga olib keladi.

Keyingi bo'limda nazorat va tiklash vositalaridan foydalanish hisoblash tizimlari samaradorligi va ishlab chiqarish quvvatiga ta'sir qilishini ifodalovchi qator formulalar keltiriladi. Bulardan foydalanib ishga shaylik, ishonchlik, o'rtacha qayta tiklash vaqti, buzilish tufayli samaradorlikni yo'qotish parametrlari hisoblanadi. Nazorat va tiklash vositalaridan foydalanilgan holda nosozliklar bilan kompyuter tizimida ishlaydigan aloqa tugunining dasturiy ta'minotini baholash uchun quyidagi ko'rsatkichlar: to'xtab qolishning o'rtacha vaqti (T); o'rtacha tiklash vaqti (τ); aloqa tugunining samaradorlik koeffitsiyenti (Kef); nosozliksiz ishlash ehtimolligi (R(t)); aloqa tuguni dasturiy ta'minotini ishga shayligi (Krq); xatolarni aniqlash va bartaraf qilish ehtimoli (Po, Pb) tanlanadi.

Adaptiv aloqa tugunini samarali boshqarishni ta'minlash uchun ma'lumotlar tuzilmalarini turli xil buzilishlarga moslashtirish modelini yaratish vazifasi qo'yilgan. Moslashuv (adaptatsiya) usullariga bag'ishlangan tadqiqotlar haqida qisqacha ma'lumot berilgan. Qiyosiy tahlil o'tkazildi, uning asosida muammoni hal qilish uchun aprior adaptatsiya usuli asoslangan va tanlangan. Shuni ta'kidlash kerakki, cheklangan miqdordagi bo'lishi mumkin bo'lgan vaziyatlar uchun adaptatsiya usullari bilan boshqarishning turli xil yondashuvlari orasida eng mos keladigani apriori adaptatsiyasi hisoblanadi, chunki ular uchun moslashish muammosini oldindan optimal yechimlar jadvali shaklida saqlash orqali hal qilish mumkin. Bunday holda, vaziyatlarni baholash, qarorlar jadvalidan optimal adaptiv mos harakat (ta'sir) haqida ma'lumotni tanlash va ushbu ta'sirni boshqarish obyektiga amalga oshirish aprior adaptatsiya funksiyasi bo'lib xizmat qiladi.

Iqtisodiy obyektning muhit ta'siridagi nosozliklarga moslanuvchan funksional modeli (5-rasm) tavsiflangan bo'lib, u alohida moslashuv bloki sifatida amalga oshirildi. Taklif qilingan adaptatsiya modeli quyidagilarni boshqaradi: ma'lumotlar tuzilmasini (MT) aniqlash va tahlil qilish, aniqlash orqali MT holatini kuzatish, kritik xatoni aniqlash uchun vaziyatni baholash tekshiruvini o'tkazish, qarorlar jadvalidan harakatlarni tanlash va normal holatni tiklash bo'yicha amallarni bajarish.



5-rasm. Iqtisodiy obyektning muhit taʼsiridagi nosozliklarga moslanuvchanlikning funksional modeli¹⁷

Belgilanishi: X-vaziyat-atrof-muhit holati; Y - obyekt holati; U - adaptiv taʼsir.

Ushbu algoritmgaga koʻra, tadqiqotda quyidagi masalalar yoritilgan:

- xatolarni aniqlash usullarini tanlash va ishlab chiqish;
- kritik xato turlari va ularni aniqlash usullari jadvalini yaratish;
- vaziyatlarni baholash uchun proseduralarni ishlab chiqish (tekshirish proseduralari);
- AK tugunining normal ishlashini tiklash usullarini tanlash va ishlab chiqish;
- yechim jadvali qurish va u bilan ishlash tavsifini bayon qilish.

Tadqiqotlar shuni koʻrsatadiki, mavjud aniqlash va xatolarni tuzatish usullari, hisoblash tizimlari moslashuvchan aloqa tugunlari uchun moslashtirmay qabul qilinishi mumkin emas, chunki ularning aksariyati aloqa tugunlari ilovalarining xususiyatlarini hisobga olmaydilar. Bu tadqiqotda bu kamchiliklar bartaraf etilgan va usullar aloqa tuguni vazifalariga moslashtirilgan.

1. Muallif ishlanmasi

Ishlab chiqilgan nazorat va tiklash usullari asosida adaptiv aloqa tugunining kritik xatolarini aniqlash va yo‘q qilish uchun vaziyatni baholashni tekshirish algoritmlari tuzildi. Ishlab chiqilgan algoritmlar operativ va davriy nazorat shaklida dasturiy ko‘rinishga yetkazildi. Operativ nazorat dasturlari to‘xtab qolishga olib keladigan kritik xatolarni aniqlash va bartaraf qilish algoritmlari asosida ishlab chiqildi. Adaptiv aloqa tugunining samaradorligini pasayishiga olib keladigan kritik xatolarni aniqlash va bartaraf etish algoritmlari davriy nazorat shaklida amalga oshirildi. Ham operativ, ham davriy nazorat dasturlari tuzilmalarning nushalarini hosil qiladigan boshqa ikkita dasturdan foydalanadi. Ulardan biri boshlang‘ich bosqichida - adaptiv aloqa tuguni ma‘lumot tuzilmalarini inisializatsiyalash paytida, ikkinchisi esa yangi aloqa kanallari tashkil etilayotgan chog‘da ishga tushiriladi.

Dissertatsiya ishida operativ va davriy nazorat, ma‘lumotlar nushalarini yaratish va ularga kirish algoritmlari yoritilgan. Nazorat va tiklash uchun ishlab chiqilgan dasturiy vositalarning murakkabligini eksperimental baholangan. Baholash natijalari shuni ko‘rsatadiki, dasturiy ta‘minotga kiritilgan qo‘shimcha vaqt ortiqchaligi real vaqt tizimlari uchun tavsiya etilgan vaqtdan sezilarli darajada past, ma‘lumotlar ortiqchaligi ham ruhsat etilgan darajadan oshmadi.

Aloqa tugunida ma‘lumotlar oqimiga buzilishlarning ta‘sir darajasini aniqlash bo‘yicha eksperimental ishlar imitasion modellashtirish orqali tavsiflangan. Aloqa tugunining ma‘lumotlar tuzilmalariga adaptatsiyani joriy etishning maqsadga muvofiqligi tekshirildi, ularni qo‘llash tugun o‘tkazuvchanlik samaradorligini oshiradi, agar xatolarni aniqlash usullari ishlatilganda. Xususan, BKP blokining ishlash jarayoni xotira umumiy maydonida joylashadigan tugun ma‘lumotlar tuzilmalar Puasson oqimini tashkil etuvchi nosozliklar va buzilish muhiti bilan modellashtirilgan. Ushbu tadqiqot imitasion model orqali ta‘minlangan va u quyidagilarni hisobga oladi:

1. M/M/1 turdagi ommaviy xizmat tizimida aloqa tuguni axbort tizimi (aloqa paketlari bloki) kelib tushish intensivligi (λ) va xizmat ko‘rsatish intensivligi (μ), yuklanish koeffitsiyenti $\beta < 1$ ($\beta = \lambda/\mu$) holat uchun faoliyati.

2. Oddiy Puasson oqimini tashkil etuvchi nosozliklar, ma‘lum bir buzilish segmentiga tushish ehtimoli $P_m = (vt)^m \exp(-vt)$ bo‘lgan to‘xtab qolishlar, bu yerda v - nosozlik intensivligi.

3. Eksponensial qonunga muvofiq taqsimlangan va quyidagi formula bo‘yicha aniqlangan nosozliklar paydo bo‘lishining vaqt oralig‘i

$t_i = -1/v \ln \xi_i$, bu yerda $i=1, m$; ξ_i - 0,1 son oralig‘idagi psevdotasodifiy sonlar.

4. Tugun ma‘lumotlari maydonidagi buzilgan xotira joylarining tasodifiy manzillari $PP_i = (PP_{max} - PP_{min}) \xi_i + PP_{min}$, bu yerda PP_{max} , PP_{min} - aloqa tugunining ma‘lumotlar tuzilmalari egallagan maksimal va minimal xotira katakchalari manzillari.

5. Tugun ma‘lumotlari maydonidagi tasodifiy xato qiymatlari

$ZH_i = (ZH_{max} - ZH_{min}) \xi_i + ZH_{min}$, bu yerda ZH_{max} , ZH_{min} - maksimal va minimal mumkin bo'lgan xato qiymatlari mos ravishda 32767, - 32768 ga teng, xotira katakchasining uzunligi bitta mashina so'ziga teng deb olganda..

6. Formulada aniqlangan nosozliklar paydo bo'lishining vaqt zumlari (momentlari): $t_k = t_{k-1} + t_k$ uchun $k=1$, $t_0 = 0$

7. Quyidagi formula bo'yicha hisoblangan davriy nazorat dasturlarini ishga tushirish vaqt intervallari

$$\omega = \pi_k / \left(\frac{\beta_3 - \beta_p}{\lambda} - T_{OK} \right), \frac{\beta_3 - \beta_p}{\lambda} > OK \quad (1)$$

bu yerda: λ - so'rovlar (paketlar)ni qabul qilish intensivligi; T_{pk} - paketlar kommutatsiyasi blokida amalga oshiriladigan davriy nazorat vaqti, T_{ok} - operativ nazoratning umumiy vaqti; β_z - yuklash koeffitsiyentini o'rnatilgan (rejadagi) qiymati, β_p - yuklash koeffitsiyentini haqiqiy qiymati.

8. Samaradorlik ko'rsatkichlari: a) buzilishgacha vaqt $T = 1/v$; b) qayta tiklash vaqti t_z ; v) ish vaqti ehtimoli $R(t) = \exp(-vt)$; g) tugun blokining ishga shayligi (tayyorligi) $K_{rq} = T/(T+\tau)$; d) samaradorlik omili $K_{ef} = C_o/C_n$, bu yerda, τ - qayta tiklash darajasi, C_o, C_n - tugun tomonidan qayta ishlangan va qabul qilingan paketlar soni.

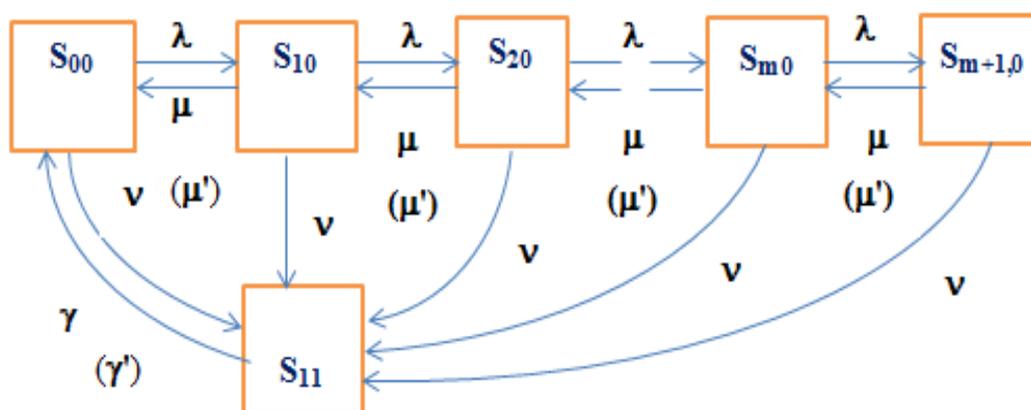
Imitatsiya modelining asosiy vazifasi quyidagilardan iborat: kirish navbatlari qisqa va uzun paketlar bilan ta'minlangan PKB blokining ishlashini simulyasiya qilish; qabul qilingan va qayta ishlangan paketlar statistikasini yuritish; adaptiv aloqa tuguni dasturiy ta'minoti joylashgan umumiy ma'lumotlar maydonida xatolarni generatsiyalash; nazorat va tiklash vositalaridan foydalanish samaradorligini baholash.

Shuningdek, bo'limda voqealar (buzilishlar) sodir bo'lish oralig'ini siqish orqali tajriba muddatini qisqartirish imkoniyati ko'rib chiqilgan. Sinovlarning katta hajmi va kompyuterning moddiy resurslari uzoq vaqt ishlatish qiyinchiligi va salmoqli vaqt xarajatlari bilan bog'liq bo'lgan eksperimentni amalga oshirishning murakkabligi tufayli kompyuter nosozliklarining mavjud intensivligi uchun imitasion modellashtirishni o'tkazishdagi mushkulliklar ta'kidlangan. Hodisalarni paydo bo'lish davrini siqish formulasi (yangi) hosil qilindi va uning to'g'riligi, ishonchliligi eksperimental ravishda tasdiqlandi.

Simulyasiya (modellashtirish) dasturlari to'plami 20 dan ortiq dasturiy modullardan, shu jumladan boshqarish va tiklash dasturiy vositalaridan iborat. Barcha dasturlar kichik kompyuterlar uchun CI tilida amalga oshirilgan.

Beshinchi bob «**Korxonada faoliyati axborot tizimi barqarorligini strukturaviy modellashtirish**» deb nomlanib, birinchi qismida texnik vositalarning nosozligi va ishdan chiqishi sharoitida real vaqt birligida aloqa tugunini ishonchli ishlashini baholashning analitik modeli keltirilgan (6-rasm). Analitik model uzluksiz Markov zanjiriga asoslangan, navbati chekli va uzluksiz xizmat ko'rsatadigan ommaviy xizmat tizimlari (OXT) talabidagi belgilangan graf ko'rinishida qurildi, bu yerda: S_i ($i=0, m+1$), S_{11} - ommaviy xizmat tizimlari holatlari, S_{00} - ommaviy xizmat tizimlari bo'sh va xizmatga yaroqli; S_{10} - kanal

band va to'g'ri ishlaydi, navbatda so'rov yo'q; S_{20} – kanal band va to'g'ri ishlaydi, navbatda bitta so'rov mavjud; S_{m0} – kanal band va to'g'ri ishlaydi, navbatda m-1 bitta so'rov; $S_{m+1,0}$ – kanal band va to'g'ri ishlaydi, navbatda m ta so'rov; S_{11} – kanal nosoz va tiklanmoqda; λ – so'rovni qabul qilish intensivligi; μ – oddiy holda so'rovlarga xizmat ko'rsatish intensivligi; μ' – operativ nazorat qo'llanilganda so'rovlar xizmatining intensivligi; ν – to'xtab qolish holatiga o'tish intensivligi; γ – operator tamonidan tiklash intensivligi; γ' – dasturiy ilova bilan tiklash intensivligi; $P_{ij} - S_{ij}$ (bu yerda $i=0, m+1, j=0, 1$) holatlarga o'tish ehtimolligi.



6-rasm. Iqtisodiy obyektning axborot tizimi faoliyatini noaniqlik muhitida baholash modeli¹⁸

Holatlarga yakuniy ehtimolliklari uchun algebraik tenglama quyidagicha:

$$\begin{aligned}
 \lambda P_{00} &= \mu P_{10} + \gamma P_{11} \\
 z P_{10} &= \lambda P_{00} + \mu P_{20} \\
 \dots \\
 z P_{m0} &= \lambda P_{m-1,0} + \mu P_{m+1,0} \\
 (\mu + \nu) P_{m+1,0} &= \lambda P_{m0} \\
 \gamma P_{11} &= \sum_{i=1}^{m+1} P_{i0}
 \end{aligned} \tag{2}$$

bu yerda $z = \lambda + \mu + \nu$.

Navbatlar soni m ning katta qiymatlarida an'anaviy almashtirish usulidan foydalanib (2) tenglamalar tizimini yechish sezilarli qiyinchiliklar bilan bog'liq. Bizning tadqiqotda P_{ij} –ehtimolliklarni hisoblash uchun hisob-kitoblarni qisqartirish imkonini beruvchi quyidagi rekursiv formulalar (A_k koeffitsiyentlarini kiritib) ishlab chiqildi.

$$A_k = \begin{cases} 1, & \text{agar } k = m+1 \\ (\mu + \nu) / \lambda, & \text{agar } k = m \\ (z A_{k+1} - \mu A_{k+2}) / \lambda, & \text{agar } 0 \leq k \leq m-1 \end{cases} \tag{3}$$

A_k koeffitsiyenti $P_{m+1,0}$ orqali P_{k0} hisoblash imkonini beradi, ya'ni.

$P_{k0} = A_k P_{m+1,0}$; $P_{11} = A_{11} P_{m+1,0}$; albatta $P_{m+1,0}$ va A_{11} avvalroq quyidagi formulalar bilan hisoblash zarur.

¹⁸ Muallif ishlanmasi

$$A_{11} = \frac{v \sum_{i=1}^{m+1} A_i}{\gamma} ; P_{m+1,0} = \frac{1}{A_{11} + \sum_{i=1}^{m+1} A_i + A_0} \quad (4)$$

Tavsiya qilingan model asosida quyidagilarni hisoblash mumkin:

ommaviy xizmat ko'rsatishda nisbiy o'tkazuvchanlik qobiliyati

$Q = (1 - P_{otk}) (1 - P_{11}) r^z r$; bu yerda: R_{otk} – xizmatni rad etish ehtimoli, $(1 - R_{11})$ ishga shay holatda bo'lish ehtimoli, r^z – so'rovlarga xizmat ko'rsatish paytida kanal ishonchli ishlash ehtimoli: $(r^z = \mu / (\mu + v))$;

r – nosozlik hisoblash tizimning ishdan chiqishiga olib kelmasa, zararsiz xizmat ko'rsatish ehtimoli (bu yerda r – to'g'ri qayta ishlangan so'rovlar (paketlarlar) sonining qabul qilingan buyurtmalarning umumiy soniga nisbati).

$K_{nom} - R_{11}$ ehtimollik bilan S_{11} holatida bo'lish tufayli samaradorlikni yo'qotish koeffitsiyenti, K_{vost} – bu xatolardan keyin tiklanish holatida bo'lish ehtimoli bilan tavsiflanadi, K_{pok} – operativ nazorat tufayli samaradorlikni yo'qotish koeffitsiyenti;

tizim ishga shayligi, nazorat vositalarisiz $K_{rq} = 1 - K_{nom}$; tizim ishga shayligi, nazorat vositalari bilan $K_{rq} = (1 - K_{nom})(1 - K_{pok})$; barcha holatlar bo'lish P_{ij} ehtimolliklarini; absolyut o'tkazuvchanlikni.

Analitik model nazorat va tiklash vositalaridan foydalanishni hisobga olish imkonini beradi, buning uchun (1) tenglamalar tizimini μ va γ parametrlari o'rniga μ' va γ' parametrlari bilan qurish kerak.

Ishlab chiqilgan model asosida shaxsiy kompyuterda amalga oshirilgan dastur tuzildi. Dastur ishonchlilik va axborot xavfsizligi ko'rsatkichlarini hisobga olgan holda, navbatlardagi joylar soniga, ishonchsiz xizmatga, shuningdek, nosozliklarga bog'liq ravishda o'zgaradigan tizimni ishga shayligi va tugun o'tkazuvchanlik qobiliyati o'rtasida turli bog'liqlik grafiklarini yaratishga imkon beradi. Ushbu dasturdan foydalanib, navbatlardagi, tugundagi buyurtmalarni o'rtacha kechikish vaqtini, sonini va band bo'lgan kanallarning o'rtacha sonini ham hisoblash mumkin.

Analitik modellashtirish 160000 ta ma'lumotlar ustida (5- omil ma'lumotlari vektorlari: ma'lumotlar kirish jadalligi (λ), ma'lumotlarni qayta ishlash jadalligi (μ), navbatlarda ajratilgan joylar soni (M), nosozlik yuz berish vaqtlari (F_i), tiklash soniyalari (V_i)) bajarildi (2-jadval).

Prognozlashtirish natijalari samaradorlik predikat = 0,9 olganda 4%, predikat = 0,95 bo'lsa 17,4%dan ortiq o'sishini ko'rsatdi. 2-jadvaldagi ma'lumotlarga e'tibor berilsa, turli variantdagi omillar bo'lishi mumkinligi anglash qiyinmas.

Bu natijalar quyidagilardan olindi: predikat predikat = 0,9 da $U_1 = 123324$ va $U_2 = 129200$ teng bo'ldi va dasturiy nazoratni qo'lda tiklash holatiga nisbatan iqtisodiy samaradorligi 4,7 foizni va predikat = 0,95 dagi qiymatida samaradorlik 17,4 ni tashkil qildi ($U_1 = 84086$, $U_2 = 98800$ mos qiymatlarda). Ya'ni, barcha N_b ($N_b = 160000$) hisoblashlarda predikat 0,9 va 0,95 aniqlikda qo'lda va dasturiy tiklashdan foydalanilganda olingan natijalarni solishtirildi.

Taqqoslash uchun quyidagi formulalardan foydalanildi.

$$S_{ij}^{kl} = \begin{cases} 0, & \text{agar } Q_{ij}^{kl} \leq \text{predikat} \\ 1, & \text{agar } Q_{ij}^{kl} > \text{predikat} \end{cases} \quad (5)$$

$$SS_{kl} = \sum_{a=1}^k \sum_{b=1}^l \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m S_{ij}^{ab} \quad (6)$$

2-jadval

Iqtisodiy obyekt axborot tizimi o'tkazuvchanlik qobiliyatiga noaniqlik muhitida ta'sir qiluvchi omillar¹⁹

No	Ma'lumotlar kirish jadalligi, λ	Ma'lumotlarni qayta ishlash jadalligi, μ	Navbatlarda ajratilgan joy soni, M	Nosozlik yuz berish vaqti, sekunda, F_t	Tiklash daqiqasi, sekunda, V_t
1	2	3	4	5	6
1	30	50	1	3600	120
2	31	50	2	5400	150
3	32	50	3	7200	180
4	33	50	4	9000	210
5	34	50	5	10800	240
6	35	50	6	12600	270
7	36	50	7	14400	300
8	37	50	8	16200	330
9	38	50	9	18000	360
10	39	50	10	19800	390
11	40	50	11	21600	420
12	41	50	12	23400	450
13	42	50	13	25200	480
14	43	50	14	27000	510
15	44	50	15	28800	540
16	45	50	16	30600	570
17	46	50	17	32400	600
18	47	50	18	34200	630
19	48	50	19	36000	660
20	49	50	20	37800	690

$$U_1 = \sum_{k=1}^r \sum_{l=1}^h SS_{kl} \quad (7)$$

(5)-(7) formulalar qo'lda tiklash holati uchun ishlatilgan bo'lsada, dasturiy tiklash vositalarini xarakteristikalarini hisoblash ham ayniy ko'rinishdagi formulalarda amalga oshiriladi. Faqat Q_{ij}^{kl} , S_{ij}^{ab} , SS_{kl} , U_1 parametrlar o'rniga G_{ij}^{kl} , C_{ij}^{ab} , SC_{kl} , U_2 identifikatoridan foydalanish zarur. Natijada quyidagi (8)–(10) formulalarga ega bo'lamiz:

$$C_{ij}^{kl} = \begin{cases} 0, & \text{agar } G_{ij}^{kl} \leq \text{predikat} \\ 1, & \text{agar } G_{ij}^{kl} > \text{predikat} \end{cases} \quad (8)$$

¹⁹ Muallif ishlanmasi

$$SC_{kl} = \sum_{a=1}^k \sum_{b=1}^l \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij}^{ab} \quad (9)$$

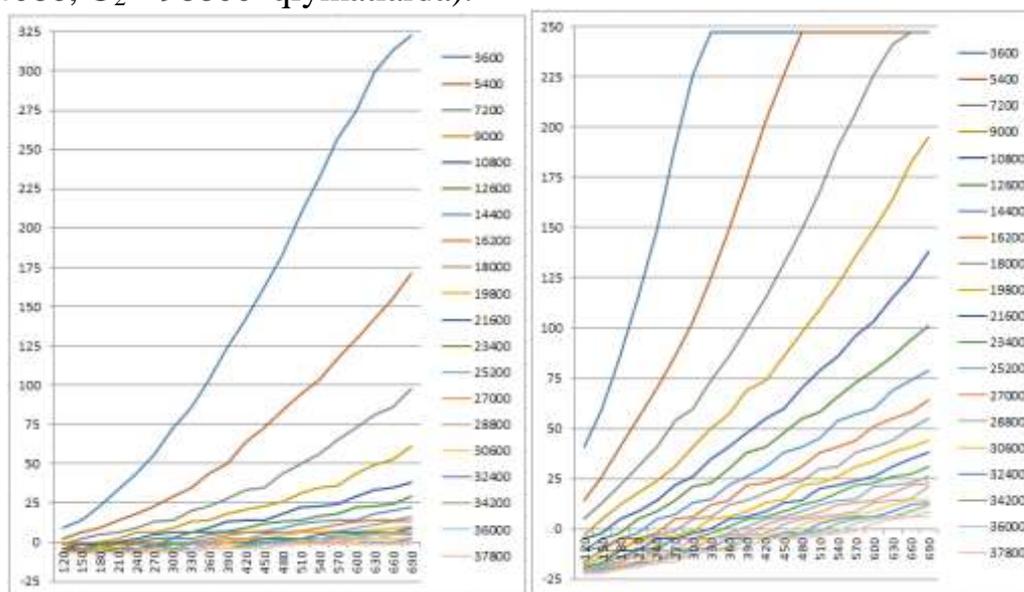
$$U_2 = \sum_{k=1}^r \sum_{l=1}^h SC_{kl} \quad (10)$$

U_2 ni U_1 ga bo'lish orqali biz samaradorlik ko'rsatkichiga ega bo'lamiz.

$$U_{ef} = U_2/U_1 \quad (11)$$

(11) va avvalgi (5) – (10) formulalardan foydalanib, predikatning 0,9 va 0,95 teng qiymatlari uchun quyidagi natijalar olindi.

Predikat predikat = 0,9 da $U_1 = 123324$ va $U_2 = 129200$ teng bo'ldi va dasturiy nazoratni qo'lda tiklash holatiga nisbatan iqtisodiy samaradorligi 4,7 foizni va predikat = 0,95 dagi qiymatida samaradorlik 17,4 ni tashkil qildi (7-rasm, $U_1 = 84086$, $U_2 = 98800$ qiymatlarda).



7-rasm. Predikat 0,9 va 0,95 teng olinganda dasturiy nazoratni qo'lda tiklash holatiga nisbatan o'tkazuvchanlik samaradorligini o'sish grafigi²⁰

Ya'ni qanchalik o'tkazuvchanlik 1 ga yaqinlashishi bo'yicha solishtirilsa, shunchalik dasturiy tiklash samaradorligi oshyotganiga e'tibor qaratsa bo'ladi.

Imitasion modellashtirish natijalariga ko'ra, buzilishga olib keluvchi kritik xatolarini operativ nazorat shaklida aniqlash (eksperiment natijasiga ko'ra 90% xatolar aniqlanadi) va davriy nazorat bilan o'tkazuvchanlik kamayishiga sabab bo'luvchi kritik xatolarni aniqlash algoritmlarini amalga oshirish yondashuvini to'g'riligi tasdiqlandi.

Olingan eksperimental natijalar ma'lumotlar tuzilmalarini turli xil muhit ta'sirlariga moslashtiradigan yaratilgan dasturiy vositalardan foydalanish samaradorligini ko'rsatdi. Ushbu natijalarni tahlil qilish jarayonida tugunda adaptatsiyadan foydalanish dasturiy ta'minotdagi nosozliklar sonini o'rtacha 9 baravar kamaytirishi aniqlandi, buning natijasida aloqa tugunining o'tkazuvchanligi taxminan 10-20% ga oshadi.

²⁰ Muallif ishlanmasi

Bob oxirida ishlab chiqilgan vositalar, usullardan foydalanish tavsiya etiladi va boshqa iqtisodiy obyektlar uchun ham nazorat va tiklash proseduralari ishlab chiqish tamoyillari bayon qilingan.

XULOSA

Dissertatsiyada olib borilgan tadqiqotlar IT sohasida o'zgarishlar obyektini muhitning noaniq, tasodifiy holatida axborot tizimi faoliyatining barqarorligini modellashtirish uslubiyotini takomillashtirishga va samaradorlikni oshirishning amaliy muammolarini hal qilishga qaratilgan. Dissertatsiya ishining asosiy natijalari quyidagilardan iborat:

1. Keng miqyosdagi ekonometrik prognozlashtirish modellarini turli statik, dinamik va bo'lak vaziyatlarda yig'iladigan ma'lumotlarni baholash va prognozlash usullari qiyosiy tahlili asosida diskret holatli real vaqt rejimida faoliyat yuritadigan iqtisodiy obyektlar axborot tizimlari uchun uzluksiz Markov zanjirlaridan foydalanish asoslanib foydalanish taklifi berildi.

2. Murakkab tuzilishga ega boshqaruv obyekti sifatida AK tugunining o'ziga xos xususiyatlarini tahlil qilish amalga oshirildi. Uning ishlash ishonchliligiga ta'sir qiluvchi omillar aniqlandi. Aloqa tugunining va ayniy masalalar doirasida iqtisodiy obyektlar axborot tizimlari ma'lumotlar tuzilmalarini samarali boshqarishni ta'minlash masalasi shakllantirildi.

3. Respublikamizning IT sohasida o'zgarishlarga integratsiya muhitida iqtisodiy obyektlarida katta ma'lumotlarni qayta ishlaydigan dasturiy ta'minotlardagi uchraydigan xatoliklar xorij tajribalari va manbalarida keltirilgan statistik ma'lumotlar ko'lami, oqibatlari va zararini hisobga olish muhimligi va dolzarbligiga binoan tavsiyalar ishlab chiqildi.

4. Onlayn rejimida ishlovchi aloqa tuguni axborot tizimining ma'lumotlar sohasidagi kritik xatolarni aniqlash va bartaraf qilish uchun samarali usullar ishlab chiqildi. Ushbu usullar asosida iqtisodiy obyekt ishonchliligini oshirish algoritmlari tuzildi. Taklif etilgan mazkur algoritmlarni dasturlash amalga oshirilib, ularni samaradorligi eksperimental tasdiqlandi.

5. IT sohasida o'zgarishlar muhitida ish yuritadigan iqtisodiy obyektning onlayn rejimida ishlaydigan tizimlari intensivligi yuqori darajadagi ma'lumotlarni qayta ishlashida nosozliklar keltirib chiqaradigan obyektiv va subyektiv ta'sir-faktorlarni aniqlash uslubiyati ishlab chiqildi, kompyuter tizimlarida nosozliklar sabablaridan biri bo'lgan atrof-muhitning bezovta qiluvchi ta'siri tufayli aloqa tugunining operativ xotiradagi ma'lumotlar tuzilmalarida yuzaga keladigan oqibatli (kritik) xatolar turlari aniqlandi.

6. Respublikada minglab tadqiqotchilar eksperimentga sarflanadigan vaqt va harajatini bir-ikki darajaga qisqartirish bo'yicha innovasion usul ishlab chiqildi va olingan natijalar 1 foizdan oshmaydigan farqda xatolik berishi va undan foydalanish iqtisodiy tamondan samarador ekanligi isbotlandi.

7. Ma'lumotlar tuzilmalarini turli xil buzilishlarga moslashtirish uchun ishlab chiqilgan nazorat vositalarning samaradorligini o'rganish amalga oshirildi.

Ularning samaradorligi va mukammaligini eksperimental baholash amalga oshirildi.

8. Ma'lumotlar tuzilmalarini turli xil xatoliklarda barqaror ishlashi va chidamligini oshirish, sharoitga moslashtirish uchun ishlab chiqilgan algoritmlar va dasturiy ilovalar unumdorligini o'rganish uchun imitasion modellashtirish amalga oshirilib, ularning haqqoniyligi va samaradorligi tajriba yo'li bilan tasdiqlandi.

9. Texnologik jarayonni takomillashtirish vositalaridan foydalangan holda va ularsiz kompyuter nosozligi va to'liq ishlamay qolganda real vaqt rejimida ishlaydigan obyektning ishonchli ishlashini baholash uchun analitik model ishlab chiqildi.

10. Analitik modellashtirish doirasida oddiy Puasson oqimini tashkil qiluvchi real vaqtda ishlaydigan iqtisodiy obyektning turli vaziyatlarga o'tish jarayonini diskret Markov zanjirlari bilan ifodalashda yakuniy holatlar ehtimolliklarini hisoblash uchun tamoman yangi rekurrent formulalar yaratildi va undan foydalanish samaradorligi eksperimental tasdiqlandi.

11. Texnologik jarayonning barqarorligini oshirish vositalaridan foydalanib noaniqlik muhitida tasodifiy ta'sir sharoitida real vaqt rejimida ishlaydigan aloqa tugunining faoliyatini baholash uchun yaratilgan analitik modeldan ommaviy xizmat ko'rsatish tizimlari maqomidagi iqtisodiy obyektning asosiy ko'rsatkichlarini: ishga shaylik, ma'lumot o'tkazuvchanlik darajasi, ma'lumotga (paketga) tizimda ajratiladigan vaqt, navbatlarda turib qolish ehtimoli kabi parametrlarni optimizatsiya qilishda foydalanish tavsiyasi berildi.

12. IT sohasida o'zgarishlar tashkilotlarida katta ma'lumotlarni qayta ishlaydigan nosozliklarga chidamli axborot tizimlarini yaratish bosqichlari, tarkibiy qismi, axboriy, dasturiy va texnik vositalarni o'zaro integratsiyadagi axborot tizimini konseptual modeli matematik apparat asosida taklif etildi.

13. Uzlüksiz xarakatdagi iqtisodiy obyektlarni nosozliklarga chidamli dasturiy ta'minotini yaratish uchun ma'lumotlarni tarkiblash va ular turiga qarab barqarorlik vositalarini qo'shib ishlatish interpretator- mexanizmi ishlab chiqildi.

14. Globallashtirib borayotgan IT sohasida o'zgarishlar sharoitida har bir korxonada o'z faoliyatini samarali tashkil etishi, ishlab chiqarayotgan mahsulotning tezkorligi va aniqligini ta'minlashda axborot tizimi barqarorligini ta'minlash, xatolardan holi ishlaydigan, nosozliklarga chidamli ishonchlilik usullari bilan boyitilgan avtomatlashtirilgan axborot tizimining tatbiq etishi zarurligi bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqildi.

15. Dissertatsiya bo'yicha yaratilgan dasturiy ilovalarga muallif huquqi guvohnomasi olingan (5-ta) va u e'lon qilingan ishlar ro'yxatida keltirildi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.03/30.01.2021.I.16.03 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ТАШКЕНТСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
ЭКОНОМИЧЕСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**ТАШКЕНТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКОНОМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

АБИДОВ АБДУЖАББАР АБДУХАМИДОВИЧ

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОЛОГИИ МОДЕЛИРОВАНИЯ
УСТОЙЧИВОСТИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ**

08.00.06 – Эконометрика и статистика

08.00.14 – Информационные системы и технологии в экономике

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени доктора
экономических наук (DSc)**

Ташкент - 2024

Тема докторской диссертации(DSc) зарегистрирована под номером B2023.2.DSc/Iqt479 Высшей аттестационной комиссией.

Диссертация выполнена в Ташкентском государственном экономическом университете
Автореферат диссертации на трех языках (узбекском, русском, английском (резюме)) размещен на сайте Ученого совета (www.tsue.uz) и на информационно-образовательном портале «Ziynet» (www.ziynet.uz)

Научный консультант:	Махмудов Носир Махмудович доктор экономических наук, профессор
Официальные оппоненты:	Гулямов Саидахрор Саидахмедович академик, доктор экономических наук, профессор Тошпулатов Ойбек доктор экономических наук, профессор Отажанов Умид Абдуллаевич доктор экономических наук , профессор
Ведущая организация:	Высшая школа Бизнеса и предпринимательства при Кабинете Министров Республики Узбекистан

Защита диссертации состоится 25.01 2024 г.в 16 час на разовом заседании ученого совета на базе Научного совета DSc.03/30.01.2021.1.16.03 при Ташкентском государственном экономическом университете. Адрес: 100066, г.Ташкент, улица Ислама Каримова, 49. Телефон: (+99871) 239-28-72; факс: (+99871) 233-60-01; электронная почта: info@tsue.uz

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ташкентского государственного экономического университета (зарегистрирован под номером 1385). Адрес: 100066, город Ташкент, улица Ислама Каримова, 49. Телефон: (+99871) 239-28-27; факс: (+99871) 239-43-51; электронная почта: info@tsue.uz

Автореферат диссертации разослан «13» 01 2024 года
(Реестр протокола рассылки № 1 от «13» 01 2024 года)



С.К. Худойкулов
Председатель Научного совета по присуждению ученых степеней,
д.э.н., профессор

Б.Д. Хажиев
Ученый секретарь Научного совета по присуждению ученых степеней,
к.э.н., профессор

У.В. Гафуров
Председатель научного семинара при Научном совете по присуждению ученых степеней, д.э.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (Аннотация докторской диссертации)

Актуальность и востребованность темы диссертации. С усилением процессов глобализации в мире возрастает значение национальной экономики и, соответственно, конкурентоспособность отраслей и предприятий, и как один из важных факторов возрастает необходимость устойчивости информационной системы как бизнеса, так и управленческой деятельности. Если обратить внимание на статистику неустойчивой работы предприятий в условиях глобальной неопределенности, ошибки в технологиях обходятся экономике в 59,5 миллиардов долларов США в год. Например, во время войны в Персидском заливе из-за ошибок в программном обеспечении ракетной системы «Патриот» оборонная промышленность США в течение определенного периода времени оставалась слабой. В 2019 году из-за такой проблемы Facebook, Instagram и WhatsApp отключились на несколько часов, в результате чего миллионы пользователей по всему миру оказались отключенными. По данным Федерального авиационного управления (ФАУ), с 2001 по 2010 год было зарегистрировано 252 случая технологических сбоев в системах управления воздушным движением²¹. Чтобы не допустить возникновения подобных проблем, необходимо обеспечить устойчивость информационной системы предприятий.

Проводится множество научных исследований по проблемам обеспечения устойчивости информационной системы хозяйствующих субъектов, в условиях, когда широкое распространение сети Интернет в мире приводит к созданию единого информационного пространства во всем мире. Повысить эффективность обеспечения безопасности информационной системы (ИС) предприятия, усовершенствовать методологию прогнозирования и оценки устойчивости информационной системы государственного экономического объекта в условиях неопределенности, смоделировать процесс создания устойчивых информационных систем на предприятии, повышение уровня надежности информационной системы экономических процессов, обработка информации в случае сбоев за счет повышения устойчивости экономической информационной системы, оценка и прогнозирование эффективности передачи потоков данных в узел связи в режиме непрерывного функционирования, анализ результатов аналитических и имитационных моделей с критериями цифровой трансформации в рамках эконометрической оценки, совершенствование методологии моделирования устойчивости информационной системы предприятия являются одними из приоритетных направлений научных исследований в этой области.

В последние годы Узбекистан уделяет особое внимание развитию цифровой экономики и обеспечению информационной безопасности. С учетом задач, принятых в нормативных актах и программах, экономические объекты государственной системы хозяйствования

²¹ Источник: Национальный институт стандартов и технологий (NIST) – <https://www.nist.gov/>; Федеральное управление гражданской авиации (ФАУ) – <https://www.faa.gov/> _

обеспечиваются передовыми технологическими решениями (BIG DATA, блокчейн, технологии беспроводной связи, виртуальная и расширенная реальность, системы распределенной регистрации, робототехника, датчики и др.), реализуется интеграция всех существующих информационных систем и программных модулей в единый формат взаимодействия для оптимизации процессов обмена информацией между базами данных с минимальным вмешательством человека для обеспечения синхронизации, функционирования различных министерств и ведомств в едином информационном пространстве. В рамках программы «Цифровой Узбекистан – 2030» в целях решения стимулирующих задач назначена оптимизация процессов управления, а ее эконометрическая оценка и прогнозирование признаны необходимыми. Для обеспечения эффективной реализации этих задач, актуальное значение имеют научно-исследовательские работы, посвященные научному решению упомянутых вопросов.

Данная диссертационная работа в определенной степени служит реализации задач, указанных в указах и постановлениях Президента Республики Узбекистан № УК-5349 от 19 февраля 2018 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию сферы информационных технологий и коммуникаций», № УП-6079 от 5 октября 2020 года «Утверждение стратегии «Цифровой Узбекистан – 2030» и меры по ее эффективной реализации», № ПП-357 от 22 августа 2022 г. «О мерах по выводу сферы информационно-коммуникационных технологий на новый этап в 2022-2023 гг.», № ПП-4699 от 28 апреля 2020 г. «О мерах по широкому внедрению цифровой экономики и электронного правительства», № ПП-3832 от 3 июля 2018 года «О мерах по развитию цифровой экономики в Республике Узбекистан».

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий в республике. Научно-исследовательская работа проводилась в соответствии с приоритетным направлением развития науки и техники в республике: I. «Духовно-этическое и культурно-образовательное развитие демократического и правового общества, формирование инновационной экономики».

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации²². Адаптация в условиях неопределенности, исследование операций и теории массового обслуживания, случайных чисел, выражение количественных величин, определенных теорией случайных процессов под влиянием случайных факторов экономики с использованием методов статистического и структурного прогнозирования, создание эконометрических моделей, основанных на обеспечении устойчивости обработки данных в ведущих

²²Тема диссертации подготовлена по данным зарубежных научных исследований: <http://unstats.un.org/unsd/dnss/QualityNQAF/nqaf.aspx>; www.statistic.gov.uk/national-statistician/ns-reports-reviews-and-guided/national-statistician-s-guide (на английском языке); <http://www.m-economy.ru>; <https://www.cpaaustralia.com.au/become-a-cpa/professionalbodies/cima>; <https://www.aicpa.org/>; <https://www.icaew.com/>; <https://www.aicpacima.com/>; <https://studbooks.net/1415447/>; <https://www.epma.com>; <https://www.westminster.ac.uk/study/current-students/support-and-facilities/career-development-centre/finding-work/finding-jobs-by-subject-rector/accountancy-and-financial-> управление; и другие источники.

мировых научных центрах и высших учебных заведениях, включая Калифорнийский государственный университет (США), Питтсбургский университет (США), Вестминстерский университет (Великобритания), Чикагский университет (США), Ассоциацию международных сертифицированных профессиональных бухгалтеров (AICPA), Соглашение с Институтом бухгалтеров затрат Индии (ICAI), Массачусетским технологическим институтом (США), İstanbul Teknik Üniversitesi (Турция), Стэнфордским университетом (США), Университетом Джосаи (Япония) и Санкт-Петербургским государственным университетом Экономика и финансы, Российский экономический университет имени Г.В.Плеханова (Россия), реализуется Институтом прогнозирования и макроэкономических исследований при Кабинете Министров Республики Узбекистан и Ташкентским государственным экономическим университетом (Узбекистан).

В результате научных исследований по совершенствованию методологии моделирования устойчивости информационной системы деятельности предприятия на мировом уровне достигнуты ряд научных результатов, в том числе следующие: методологические основы использования ИКТ в различных отраслях промышленного производства, развитие сектора ИКТ и области высоких технологий, формировании электронных технологий, внедрении цифровых инноваций и посвященных вопросам инклюзивного экономического роста на основе обеспечения социокультурного развития, безопасности объектов экономики в непрерывной эксплуатации, защита от угроз. Государству необходимо использовать эконометрическое моделирование при развитии электронной коммерции, цифровизации бизнеса, подготовке и воспитании высококвалифицированных кадров для цифровой экономики, разработке прогнозов и международных сопоставлений различных экономических показателей.

Для успешного проведения исследований многие ученые обращают внимание на предложения и рекомендации ООН, Евростата, Евразийской экономической комиссии (ЕЭК), Всемирной организации интеллектуальной собственности, Всемирного банка, Организации экономического сотрудничества и развития цифровой экономики, а также используют методы Международного союза электросвязи.

Степень изученности проблемы. Барлоу Р., Прошан Ф., Ю. Гласс Р. Дэвис Д., Барбер Д., Кляйнрок Л., Конард Д.В., Майерс Г., Мартин Дж. Муса Дж.Д., Нельсон З., Хехт Х., Авидженис А., Гуй С., Луо Л., Чен К., Хоу В., Чжан Ю., Юсгельд И., Фрейлинг ФК, Шуман М.Л., Триведи А.К., другие²³

²³Барлоу Р., Прошан Ф. Надежность математической теории. /Пер. Английский – М.: Советское радио, 1969. – 420 с., Ю. Гласс Р. Руководство по надежному программированию. – М.: Финансы и статистика, 1982. – 280 с., Дэвис Д., Барбер Д., Прэнс У., Соломиниес С. Вычислительные наборы и сетевые протоколы. Английский перевод. /Под ред. Самойленко С.И. – М.: Мир, 1982. – 563 с., Кляйнрок Л. Вычислительные системы с очередями. – М.: Мир, 1979.– 600 с., Конард Дж.У. Услуги и уровень канала протокола. – М.: Мир, ТИИЗР, 1983, т.71, № 12. - С.61-68., Майерс Дж. Надежность программного обеспечения. - М.: Мир, 1980. –360 с., Мартин Дж. Скринер системного анализа dappux. II крыша – М.: Мир, 1975. – 431с., Муса Дж.Д. – Измерение и обеспечение надежности программных средств. – М.: Мир, ТИИЭР, 1980, № 10. -

проводили исследования по применению механизмов обеспечения устойчивости передачи, обработки, хранения данных, деятельности информационных систем, надежности приложений, эффективной обработки информации в узлах связи, структурирования и протоколирования при хранении данных в корпоративных и локальных сетях экономических объектов, их устойчивости к сбоям, вызванным внешними и внутренними воздействиями, а также по вопросам методологии моделей прогнозирования и оценки устойчивости информационных систем.

В странах СНГ Глушков В.М., Федоренко А.П., Петраков Н.И., Терехов Л.Л., Головкин Б.Л., Беляев Ю.К., Барзилович К.Ю., Липаев В.В., Якубайтис Э.А., Самойленко С.И., Растрингин Л.А., Венцель Е.С., Шарейко Л.А., Пархоменко П.П. Правильщиков П.А., Бусленко Н.П., Богатырев В.А. изучали различные объекты²⁴, в том числе вычислительные системы хозяйствующих субъектов, обеспечивающие их эффективную работу, теорию надежности, исследование операций, массовое обслуживание, теорию вероятностей и практические проблемы статистики, изучали состояния различных устройств, автоматов в условиях возмущений, выявление неисправностей методов адаптации, локализации, используемых при создании и восстановлении систем, а также предложенные модели эконометрической оценки для стохастических динамических систем.

Вопросами внедрения ИКТ в отрасли национальной экономики Узбекистана, эконометрическое моделирование информационных процессов

С.113-128. , Тейер Т., Липов М., Нельсон З. Надежность программного обеспечения. – М.: Мир, 1981. – 325 с ., Гехт Х. _ Отказоустойчивость _ _ программное обеспечение для в реальном времени _ приложения .– Вычисление обзоры , 1976 , т.8 , №4 , стр . 391-40 , Авиенис А. Отказоустойчивость – свойство, обеспечивающее постоянную работу цифровых систем.–ТИЭР, 1978, с. 66, № 10. С. 5–25. , С. Гуй , Л. Луо (2013) Анализ надежности моделей отказоустойчивых задач реального времени. Автоматизация проектирования встраиваемых систем, 17(1): 87-107. , Чен С., Хоу В., Чжан Ю. Оценка надежности встроенной системы реального времени на основе сценария ошибки. Из книги Современные тенденции в информатике и механической автоматизации Том 2 Опубликовано De Gruyter Open Polska 2022 год <https://doi.org/10.1515/9783110584998-056> ., И. Юсгельд, Ф.К. Фрейлинг и Р. Ройсснер (ред.): Надежность программного обеспечения. Показатели надежности, LNCS 4909, с. 104-125, 2008. –с Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2008 Найт и Левесон , Шуман М.Л., Триведи А.К. Марковская модель со многими состояниями для оценки и прогнозирования параметров производительности компьютерного программного обеспечения, Int. Против. «Надежное программное обеспечение», 1975, Лос-Анджелес, стр. 208–220.

²⁴Глушков В.М. я доктор. Сети ЭВМ. – М.: Связь, 1977. – 280 с. , Головкин Б.Л. Надежное программное обеспечение. // Зарубежная радиоэлектроника, 1978, вып. 12. – С. 3-6 л. , Б.А. Головкин, Многовариантное программирование и его применение. Автоматическая машина . и телемекс, 1986, выпуск 7. С. 5 - 39. , Беляев Ю.К., Богатырев В.А., Болотин В.В. я доктор. /Под ред. Я. Ушакова. Надежная техническая система. Каталог. – М.: Радио и Связь, 1985. – 600 с. , Барзилович К.Ю. , Беляев Ю.К., Каштанов В.А. я доктор. Вопросы по математической теории. /Под ред. Б.В. Гнеденко. – М.: Радио и связь, 1983.–376 с. , Липаев В.В. Надежность программных средств. – М.: Синтег, 1998. – 232 с. , Якубайтис Э.А. Архитектура вычислительных сетей. – М.: Статистика, 1980. –279 с. , Самойленко С.И., Давыдов А.А., Золотарев В.В., Третьякова Е.И. – Вычислительные сети (адаптивность , надежность , безотказность) . – М.: Наука, 1983.– 277 с. , Растрингин Л.А. Адаптационный слой системы. – Рига: Зинатне, 1981. – 375 с ., Венцель Э.С. Оперативное исследование: принцип, методология. Улетать. пособие для шпильки. втузов. – 2-ое изд., стер. – М.: Высш. Шк., 2001. –208 с. , Шарейко Л.А. Проблема эффективности вычислительных сетей и пути ее повышения. М. : АН СССР. – Научный совет по комплексной проблеме кибернетики, 1981. –72 с. , Пархоменко П.П. Правильщиков П.А. Диагностика программного обеспечения (обзор).– Автоматика и телемеханика, 1980, № I, с 10 3-121 , Бусленко Н.П. Моделирование слойной системы. – М .: Наука , 1968. – 399 с ., Богатырев В. _ А. _ Обмен дублированных вычислительных комплексов в отказоустойчивых системах // Автоматическое управление и информатика. – 2011. – Т. 46. – № 5. – С. 268 – 276.

и различными проблемами в сфере цифровой экономикой занимались: В.Кобулов, С.С.Гулямов, Н.Аимбетов, Б.А.Бегалов, Н.М.Махмудов, Т.Ш.Шодиев, Р.Х.Алимов, М.Ирматов, Б.Беркинов, А.Н.Арипов, О.М.Абдуллаев, Б.Т. Салимов, Д.М.Расулев, Т.Достжанов, А.Абдугафаров, О.Хатамов, А.Б.Бекмуратов, А.Т.Кенджабаев, Ш.Р.Холмуминов, О.Абдуганиев, У.Отажанов, Б.Байханов, Д.Султанов, А.Абдувахидов, А.Т.Шермухамедов, Т.С.Кочкаров, И.Э.Жуковская, А.А.Мусалиев²⁵.

В приведенных научных исследованиях совершенствование методологии моделирования экономической эффективности при применении методов повышения устойчивости информационной системы экономических объектов республики не изучалось как отдельный объект научных исследований. С другой стороны, в данной исследовательской работе были учтены случаи и процессы развития адаптивности информационной системы экономических объектов нашей республики к различным воздействиям и изменениям, что явилось основной причиной определения актуальности и цели выбранной темы исследования и круга вопросов, решаемых в ней. Предложенная автором система эконометрических и адаптивных, имитационно-аналитических моделей, аналогичная указанным выше, вызывает особый интерес при оценке и прогнозировании надежности деятельности предприятия, устойчивости информационных систем.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высшего образовательного учреждения, где выполнена диссертация. Данная научно-исследовательская работа выполнена в рамках фундаментального проекта ФМ-9 «Теория и практика эффективного применения инновационных информационных и коммуникационных технологий в различных отраслях народного хозяйства» в соответствии с планом научно-исследовательских работ Ташкентского государственного экономического университета.

²⁵ С.С. Гулямов, Р.Х. Аюпов, Г.Р. Болтабоева, М.И. Азизова. Блокчейн-технологии в цифровой экономике. Учебник. Т.: ТМИ, Издательство «Экономика-Финанс», 2020, 312 с. Гулямов С. _ С. , Бегалов Б. _ А. _ Экономичный информатика. Учебник. – Т.: Узбекистан, 2010. – 722 с.; Махмудов Н.М. Моделирование производственно-экономических процессов хлопко-перерабатывающих отраслей.: Дисс. доктор экономика наука - Т.: ТГЭУ, 1993; Шодиев Т.Ш. и другие. Экономико-математические методы и модели. Методическое пособие. – Т.: ТДИУ, 2010. – 297 с.; Салимов Б.Т. Моделирование использования и развитие производственного потенциала региона. - Т.: Учитель, 1995; Дошанов Т.Д. а голова осталась. Система предпринимательства в условиях инноваций стабильность и обеспечение безопасности: проблемы, методы, модели. Монография. Ташкент, «Урок Пресс», 2022. 11,1 б.т. Ходиев Б.Ю., Бегалов Б.А. Информационные системы и технологии. – Т.: Шарк, 2010. – 703 с.; Расулев Д.М., Эконометрическое моделирование финансирования инвестиций на этапе углубления экономических реформ: дис. Автореф.... если бы - Т.: Наука и техника, 2003. - 40 с.; Бегалов Б.А. Эконометрическое моделирование тенденций становления и развития рынка информации и коммуникаций: Дисс. Автореф.... если бы - Т.: ТДИУ, 2001. - 36 с. ; Алимов Р.Х., Ходиев Б.Ю., Алимов К. А. и другие. Информационные системы и технологии в национальной экономике. Методическое пособие. / SS. Под общей редакцией Гуломова. - Т.: Шарк, 2004. - 320 с.; Арипов А.Н., Иминов Т.К.. Проблемы управления в сфере информационно-коммуникационных технологий Узбекистана. Монография. - Т.: Наука и техника, 2005. - 300 с.; Кенжабаев А.Т. Проблемы формирования национальной системы информации в предпринимательской деятельности. iqt.fan.doc. Дис..... - Т.: ТДИУ, 2005. - 321 с.; Бекмуратов А.Б., Мусалиев А.А. Информационный бизнес. Учебное пособие. - Т.: ТГЭУ, 2006. - 288 с., Абидов А.А. Функциональные аспекты адаптации, моделирования и алгоритмизации надежного функционирования системы реального времени. Монография . – Т.: ТДИУ, 2022. – 166 с.

Цель исследования – разработка теоретико-методических и практических предложений и рекомендаций по совершенствованию методологии эконометрического моделирования устойчивости информационной системы деятельности предприятия в условиях изменений в сфере информационных технологий в экономике Узбекистана.

Задачи исследования:

проверка устойчивости информационной системы предприятия путем проведения имитационного моделирования эксперимента по обеспечению безопасности структур данных узла связи, эффективности средств обнаружения и восстановления ошибок;

научный анализ методологии прогнозирования и оценки устойчивости информационной системы государственного экономического объекта в условиях неопределенности;

классификация временных рядов, прогнозирование и эконометрическое моделирование для непрерывного времени и дискретных случаев;

исследование изменений в сфере ИТ как этапов и принципов развития информационных и коммуникационных технологий в экономических объектах;

определение этапов концептуального моделирования процесса создания устойчивых информационных систем предприятия;

исследование направлений обеспечения устойчивости информационных систем в эколого-экономической среде;

проведение анализа методов определения достоверности деятельности информационной системы экономических процессов и моделей оценки;

анализ специфических характеристик узла связи как объекта управления со сложной структурой и оптимизация деятельности структуры;

анализ потоков экономической информации, обрабатываемой в условиях сбоев, разработка методов минимизации влияния факторов и максимизации эффективности на основе структурирования для повышения устойчивости информационной системы;

разработка модели адаптации для обеспечения устойчивости информационной системы деятельности предприятия узла связи и оценка ее эффективности;

аналитическое моделирование и оценка деятельности экоинформационной системы, функционирующей в непрерывном времени и дискретном состоянии;

оценка и прогнозирование эффективности передачи потока данных в узле связи, находящемся в непрерывном функционировании;

анализ результатов аналитических и имитационных моделей с критериями цифровой трансформации и разработка рекомендаций в рамках эконометрической оценки;

проведение исследований по созданию интерпретатора для автоматического внедрения средств устойчивости информационных

систем в приложения, ориентированных на практическое применение результатов исследований и моделирования.

В качестве объекта исследования была взята Ассоциация «Узэлтехсаноат» Республики Узбекистан и предприятия, входящие в нее.

Предметом исследования являются организационно-экономические отношения, связанные с повышением ее устойчивости и эффективности при различных воздействиях на информационную систему экономического объекта.

Методы исследования. В диссертации использованы экономические, сравнительные, аналитические, статистические и многофакторные эконометрические методы анализа, экономико-математическое последовательное моделирование процессов, имитационное моделирование, адаптация и алгоритмизация, структурирование, контрольно-восстановительный метод, сравнение, прогнозирование и другие методы.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

На основе системного подхода усовершенствована методология эконометрического моделирования применения методов и подходов к защите информационной системы, обрабатывающей непрерывный поток данных, описывающих экономические процессы, от воздействия внешней среды на основе минимизации зависимости от случайных процессов;

на основе теории очередей усовершенствована методика моделирования аналитического расчета и прогнозирования вероятностных показателей эффективности алгоритмизации, представляющих собой результаты перехода экономического объекта в ограниченные дискретные состояния случайными событиями;

создание случайной технологической среды, влияющей на устойчивость информационной системы предприятий, входящих в ассоциацию «Узэлтехсаноат», и на основе имитационного моделирования разработаны прогнозные показатели конечных результатов до 2027 года;

по классификации структур обработки информации, по скорости изменения содержания потока данных в экономическом объекте усовершенствованы методы повышения устойчивости информационной системы, подходящие для каждой категории;

в целях обеспечения устойчивости информации в АО «Фотон» на основе аналитического моделирования, проведенного с учетом чистой суммы денежных средств, направленных на информационные технологии, определены прогнозные показатели объема дисконтированных денежных потоков, связанных с инвестиционным проектом до 2026 года развития.

Практические результаты исследования заключаются в следующем:

усовершенствованы практические и методические аспекты обеспечения устойчивости информационных систем, работающих в режиме реального времени на объектах экономики республики;

выявлены критические ошибки, вызывающие сбои в процессах, учитывающих устойчивость информационных систем, работающих в

оперативном режиме непрерывной эксплуатации экономических объектов на высоком уровне интенсивности;

на основе моделирования устойчивости информационных систем осуществляется временной критерий применения процедур контроля и восстановления путем разработки концепции оптимизации доведения размера приложения и объема памяти до оптимальных показателей;

подтверждена эффективность использования адаптивного алгоритма обработки данных и разработаны уравнения корреляции и регрессии для расчета показателей узла связи в условиях возмущений, вызванных внешней средой;

комплекс разработанных программ на основе методов повышения устойчивости информационной системы предприятия представлен в стандартной форме и может быть использован для: снижения количества отказов узлов и минимизации влияния отказов; решается задача максимизации эффективности узла связи;

созданы алгоритм и программа моделирования готовности и пропускной способности информационной системы объекта исследования;

механизм, построенный путем имитационного моделирования процесса массового обслуживания экономических объектов: предлагается использовать его при создании устойчивой информационной системы из приложений контроля, локализации ошибок и восстановления готовности к работе при обработке больших данных;

рекомендован механизм выбора методов на основе структурирования данных для создания устойчивой информационной системы в экономических объектах непрерывного функционирования.

Достоверность результатов исследования обусловлена тем, что применяемый подход, метод и теоретические данные получены из официальных источников, эффективность представленных анализов и экспериментальных работ основана на математико-статистических и эконометрических методах, выводах, предложениях и рекомендации применяются на практике, а полученные результаты утверждаются компетентными органами.

Научная и практическая значимость результатов исследования. Научная значимость результатов исследования заключается в том, что их можно объяснить тем, что анализ деятельности сетей в условиях различной неопределенности посредством разработанных эконометрических моделей может быть использован для оценки эффективности информационной системы предприятия на основе по прогнозированию и применять современный методический подход при принятии решений по его эффективному использованию.

Практическая значимость исследования заключается в рассмотрении конкретных аспектов развития отрасли, ее интеграции в мировую экономику и определении стратегических целей достижения весомых позиций и формировании на их основе перспективных программ, а также в применении методов и подходов статистического моделирования в вузах по

направлениям «Эконометрика», «Экономико-математические модели и методы», «Информационные системы и технологии в экономике», «Цифровая экономика» и «Информационная безопасность».

Внедрение результатов исследования. Совершенствование методологии эконометрического моделирования устойчивости информационной системы предпринимательской деятельности в условиях изменений в сфере информационных технологий в экономике Узбекистана на основе:

по методическому подходу методы защиты информационной системы, обрабатывающей непрерывный поток данных, описывающих экономические процессы, от влияния внешней среды и методология эконометрического моделирования применения подходов из теоретических и методических материалов по совершенствованию на основе минимизации зависимости от случайных процессов рекомендуется студентам высших учебных заведений 5330200 - Информатика и информационные технологии (экономика), использовалось при подготовке учебника «Технологии обработки данных в управлении и бизнес-процессах» (Приказ № 106 Министерство высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан от 17 марта 2022 года). В результате реализации данного научного предложения на практике студенты получают возможность расширить теоретические знания и практические навыки по эконометрическому моделированию методов защиты от воздействия внешней среды и применению подходов к информационной системе, обрабатывающей непрерывный поток данных, описывающих экономические процессы;

процесс непрерывной обработки данных представляет собой простой стационарный поток, а результаты перехода экономического объекта в ограниченно дискретные состояния представляют собой случайные события (акт ассоциации «Узэлтехсаноат» №04-3/748 от 15 июня 2023 года). В результате реализации данного научного предложения на практике появляется возможность аналитически рассчитывать и прогнозировать вероятностные показатели эффективности алгоритмизации, представленные случайными событиями на предприятиях объединения;

на основе создания случайной технологической среды, влияющей на устойчивость информационной системы предприятий, входящих в ассоциацию «Узэлтехсаноат», а также полученных на основе имитационного моделирования прогнозные показатели конечных результатов до 2027 г. использованы при разработке перспективных программ экономического развития ассоциации «Узэлтехсаноат» (акт ассоциации «Узэлтехсаноат» № 04-3/748 15 июня 2023 года). В результате реализации данного научного предложения удалось обеспечить точность и совместимость конечных результатов, чего можно достичь на основе имитационного моделирования устойчивости информационной системы предприятий, входящих в состав ассоциации «Узэлтехсаноат»;

усовершенствованные методы повышения устойчивости информационной системы, подходящие для каждой категории, согласно

классификации структур обработки информации в соответствии со скоростью изменения содержания потока информации в экономическом объекте, использованы в перспективные программы экономического развития ассоциации «Узэлтехсаноат» (акт ассоциации «Узэлтеханоат» № 04-3/748 15 июня 2023 года). В результате реализации данного научного предложения удалось повысить устойчивость информационной системы, подходящей для каждой категории по классификации структур обработки информации на предприятиях, входящих в объединение;

в целях обеспечения информационной устойчивости в АО «Фотон» на основе аналитического моделирования, проведенного с учетом чистой суммы денег, направленных на информационные технологии, использованы прогнозные показатели объема дисконтированных денежных потоков, связанных с инвестиционным проектом до 2026 года при разработке перспективных программ экономического развития АО «Фотон» (акт АО «Фотон» №243 от 19 декабря 2023 года). В результате реализации данного научного предложения удалось обеспечить точность и сопоставимость основных параметров объема дисконтированных денежных потоков, относящихся к инвестиционному проекту, с учетом чистых средств, направляемых на информационные технологии в АО «Фотон».

Апробация результатов исследования. Результаты исследований были представлены и одобрены на 20 научно-практических конференциях, в том числе 8 международных и 12 национальных научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. Всего по теме диссертации опубликовано 43 научные работы, в том числе 2 научные монографии и 41 статья, из них 15 опубликованы в научных изданиях, рекомендованных к публикации основных результатов диссертаций ВАК Республики Узбекистан. из них 10 республиканских, 2 опубликованы в зарубежном журнале, рекомендованном ОАК, и 3 (скопус) опубликованы за рубежом.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений. Объем диссертации 281 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во **введении** обоснована актуальность и необходимость темы диссертации, сформулированы цель и задачи, объект и предмет исследования, показано ее соответствие приоритетным направлениям развития науки и техники в республике, изложена научная новизна и практические результаты исследования, раскрыты научная и практическая значимость полученных результатов, приведены сведения об внедрении результатов исследования, представлена информация о структуре диссертационной работы и опубликованных научных работ.

В первой главе диссертации **«Теоретические и практические основы моделирования устойчивости информационной системы предприятия»**

рассмотрены теоретические и практические основы процессов обеспечения устойчивости информационной системы предприятия, основные принципы и особенности эконометрического моделирования функционирования в неопределенной среде непрерывного режима времени. Процессы, которые необходимо прогнозировать, часто характеризуются временными рядами, то есть последовательностью значений определенных величин, полученных в определенные моменты времени. Обычно прогнозирование осуществляется с использованием стационарных временных рядов, которые остаются в равновесии относительно постоянного среднего значения. А для прогнозирования необходимо учитывать анализ методов моделирования. Данная глава посвящена этим вопросам. Модель прогнозирования – это функциональное представление, адекватно описывающее временной ряд. Классификация моделей эконометрической оценки по вопросам, связанным с временными рядами, представлена на рисунке 1.



Рис. 1. Модели эконометрического прогнозирования²⁶

В аналитическом обзоре все методы прогнозирования были разделены на две группы: интуитивные и формальные. Интуитивное прогнозирование применяется, когда объект прогноза слишком прост или, наоборот, слишком сложен, чтобы аналитически учесть влияние внешних факторов. Если рассматривать формальные методы прогнозирования моделей, то они делятся

²⁶ Авторская работа

на: статистические, структурные и на модели с узкоспециализированными функциями. В статистических моделях будущие и фактические значения временного ряда, а также функциональная связь между внешними факторами даются аналитически. Статистические модели включают следующие группы: регрессионные модели; авторегрессионные модели; модели экспоненциального сглаживания.

Структурным образом определяются будущие и фактические значения временного ряда, а также функциональные связи между внешними факторами в структурных моделях. Эти модели включают следующие группы: нейросетевые модели; модели на основе цепей Маркова; модели на основе классификационно-регрессионных деревьев.

Кроме того, следует отметить, что для узкоспециализированных задач иногда используются специальные модели прогнозирования. Например, модели, основанные на дифференциальных уравнениях, используются для прогнозирования уровня сахара в крови человека²⁷. В последние несколько лет гидродинамические модели используются для задачи прогнозирования транспортных потоков, актуальной для мегаполисов.

Проведен анализ моделей этих трех классификаций. Выявлены их преимущества и недостатки. Не секрет, что объекты в статистическом состоянии достаточно изучены и к ним применяются статистические модели эконометрики. Структурные модели также представляют большой интерес. Во многих работах подчеркивалось, что это особенно полезно в тех случаях, когда объект может попадать в различные ситуации. Одной из наиболее распространенных ситуаций в повседневной жизни является изучение работы информационных систем реального времени. Например, круглосуточная сеть Интернет и ее онлайн-система. По этой причине, а также с точки зрения актуальности вопроса в целом, было отмечено удобство и пригодность сетей Маркова для описания процессов в деятельности информационной системы экономического объекта, переходящего в дискретные состояния в непрерывном времени.

Модели прогнозирования на основе цепей Маркова (модель цепей Маркова) основаны на предположении, что будущее состояние процесса зависит только от его текущего состояния и не зависит от предыдущих²⁸. В связи с этим процессы, моделируемые цепями Маркова, определяются как процессы с короткой памятью. В цепи Маркова для процесса с тремя состояниями, например, S_1, \dots, X_3 $Z(t)$ состояния процесса; λ_{12} - вероятность перехода из состояния S_1 в состояние S_2 , λ_{23} - вероятность перехода из состояния S_2 в состояние S_3 и т.д. При построении цепи Маркова определяется набор состояний и вероятностей перехода.

²⁷Норизан М., Майза Хура А., Зухайми И. Краткосрочное прогнозирование нагрузки с использованием двойной сезонной модели ARIMA // Региональная конференция по статистическим наукам, Малайзия, Келантан, 2010. Р. 57-73

²⁸Вентцель Э.С. Исследование операций. – М.: Советское радио, 1972. – 551с.

Таким образом, структура цепи Маркова и вероятность перехода состояний определяют связь между будущей ценностью процесса и его текущим значением.

Простота и единообразие анализа и проектирования являются преимуществами моделей, основанных на цепях Маркова.

Теория марковских случайных процессов имеет широкий спектр приложений (физические явления, такие как диффузия или смешивание шихты при доменной плавке, процессы образования очередей) в теории вероятностей, это значит, и в эконометрике, и в системе массового обслуживания являются широкой областью применения.

Марковские случайные процессы делятся на классы. Первое классификационное качество определяется характером его пребывания в различных ситуациях. Случайный процесс (СД) называется процессом с дискретными состояниями если возможными состояниями системы являются $S_1, S_2, S_3 \dots$, а сам процесс заключается в том, что система S периодически переходит из одного состояния в другое.

Пример. Канал связи состоит из двух узлов I и II, каждый из которых может выйти из строя. Случаи: S_1 – оба узла работают; S_2 – первый узел не работает, второй работает; S_3 – вышел из строя второй узел, первый рабочий; S_4 – оба узла не работают.

Существуют также процессы с непрерывными состояниями (плавный переход из состояния в состояние), например, изменение напряжения в световой сети. Мы рассматриваем только случайный случай с дискретными состояниями. В этом случае удобно использовать граф состояний, где возможные состояния системы определяются узлами, а возможные переходы – дугами.

Таблица 1

Классификация марковских процессов²⁹

В зависимости от ситуации	По времени	
	Дискретный	Непрерывный
Дискретный	Дискретный по времени и состоянию (дискретная цепь Маркова) / шагов, этапы процесса /	Дискретный по состоянию, непрерывный во времени (непрерывная цепь Маркова) / время отказа оборудования, срок ремонта /
Непрерывный	Непрерывное по состоянию, дискретное во времени / землетрясение, инфляция /	Непрерывное по состоянию и времени / например, изменение напряжения в сети освещения /

Второй классификационный признак связан с изменением характера деятельности во времени. Если переход системы из состояния в состояние только строго определен и если это возможно в заданные заранее моменты времени и $t_1, t_2 \dots$, случайный процесс называется процессом с дискретным

²⁹ Авторская разработка

временем. Если переход системы из одного состояния в другое возможен в любой случайный момент, который заранее неизвестен, то речь идет о случайном процессе с непрерывным временем.

На практике встречается множество ситуаций, в которых переходы системы из состояния в состояние происходят в случайные моменты времени и не могут быть предсказаны: например, выход из строя элемента оборудования, момент завершения его ремонта (восстановления). В ряде случаев для описания таких процессов может быть успешно использована схема марковского случайного процесса с дискретными состояниями и непрерывным временем: непрерывная цепь Маркова.

В научных исследованиях рассматривается работа информационной системы предприятия, соответствующая случайным марковским процессам, дискретным по состоянию, непрерывным по времени.

Во второй главе диссертации **«Оценка устойчивости информационной системы предприятия функционирующей в условиях неопределенности и ее анализ»** изменения в сфере ИТ описаны как глобальные этапы развития информационных и коммуникационных технологий. Рассмотрены принципы организации работы с большими данными за рубежом и в нашей республике. На основе эконометрического моделирования сетевых, компьютерных и программных технологий проанализированы основные проблемы устойчивости информационной системы экономических объектов и разработаны предложения.

В условиях изменений в сфере ИТ цифровая информация является основным элементом производства во всех социально-экономических сферах, и постепенный переход к такой экономической системе позволит еще больше повысить глобальную конкурентоспособность нашей страны, качество жизни населения, граждане, создают новые рабочие места, создают возможности для быстрого экономического роста и национальной деятельности, обеспечивающей независимость.

Если обратить внимание на определение влияния цифровой трансформации на экономический рост в странах мира: в США цифровая экономика росла быстрыми темпами: с 8,2 процента в 2010 году (1 229,3 миллиарда долларов) до 10,2 процента (2 140 миллиардов долларов).) в 2020 году. В Китае с 2005 по 2020 год доля цифровой экономики в ВВП выросла с 14,2 процента до 36,2 процента.

В недавнем отчете электронного правительства наша республика заняла 69-е место из 193 стран (2 года назад - 87-е) (рис. 2).

В следующем разделе анализируются работы зарубежных экспертов и ученых по большим данным, а понятие технологий больших данных подразумевает не только большие слои данных, но и огромные хранимые и обрабатываемые массивы в сотни гигабайт и даже петабайты данных .

Google Trends подогрел интерес к большим данным. С 2014 года внимание ведущих университетов мира, обучающих специальностям прикладной инженерии и ИТ, возросло к Big Data. Затем к сбору и анализу больших данных присоединились такие ИТ-корпорации, как Microsoft, IBM,

Oracle, EMC, а затем Google, Apple, Facebook и Amazon. Сегодня большие данные используются крупными компаниями, отраслями, секторами, а также государственными учреждениями во всех сферах.

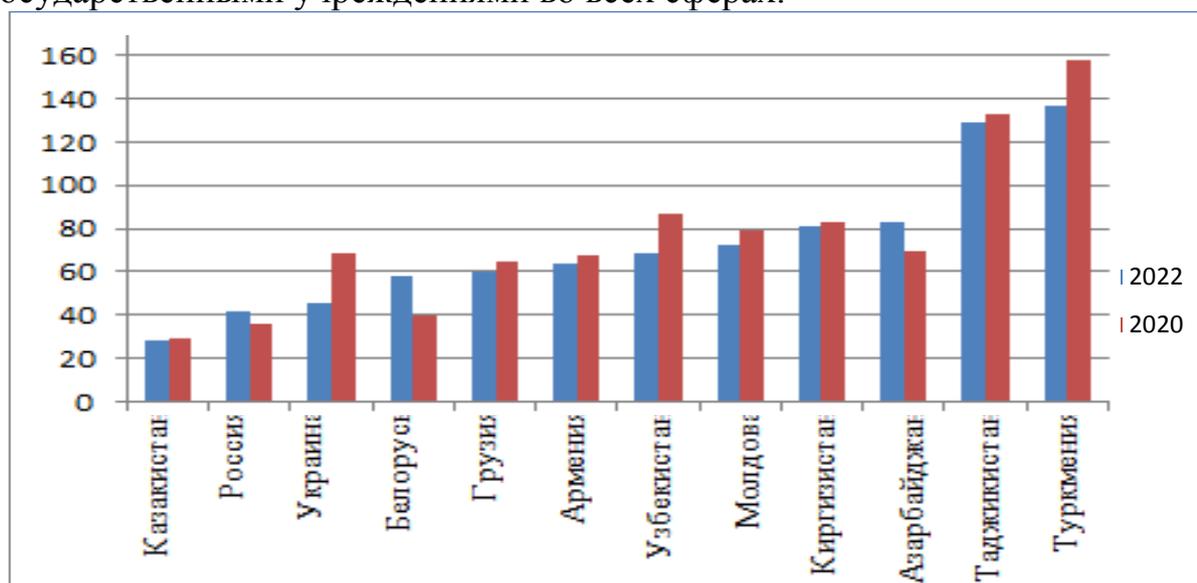


Рис. 2. Показатели исследования электронного правительства³⁰

Так каковы же размеры сложности современного программного обеспечения? В каких количествах измеряется. Давайте посмотрим несколько примеров. Космической станцией управляет программное обеспечение, состоящее из 40 млн строк кода. Космический корабль использует 10 миллионов, Боинг 777 использует 7 миллионов, Windows NT5 35 миллионов, Linux 5,6 миллиона, Windows 2000 35 миллионов, Windows HP 45 миллионов, Windows 7 использует более 60 миллионов строк кода. Также можно отметить, что 40 процентов ненадежности компьютерных систем, в том числе систем анализа больших данных, приходится на программное обеспечение.

После этих сведений, акцентируя внимание на основной проблеме диссертации, была проанализирована работа в направлении развития устойчивости информационной системы экономических объектов.

Исходя из тезиса о том, что современное программное обеспечение очень сложно и нет сомнений, что в ближайшем будущем оно станет еще сложнее, в каждой тысяче строк кода содержится 5-50 ошибок, это изучалось в ряде компаний, государственных структуры и коммерческое программное обеспечение. У Intel 4...5 ошибок на 1000 строк кода, у Microsoft 8...18, Linux 8...34, NASA 3...8, коммерческих ПО 15...48. Фактически, по данным зарубежных источников, профессиональные программисты со стажем десять и более лет допускают в среднем 131,3 ошибки на 1000 строк кода.

Пользователи вычислительных систем, в том числе систем, предназначенных для обработки больших данных, хотят знать, как оценить

³⁰Авторская разработка

надежность используемых на практике средств системного программного обеспечения. Решение этой проблемы – отдельная тема исследования.

Как было сказано выше, защита информационных систем, функционирующих в непрерывном времени, от различных воздействий (опасностей), возникающих в неопределенной среде, становится одной из основных проблем, которые необходимо решить для обеспечения эффективности современных экономических объектов.

С учетом этого вместо одного из решений была предложена следующая концептуальная модель, подчеркивающая необходимость учета классической концепции всех этапов моделирования и последовательного выполнения процессов совершенствования информационной системы предприятия (рис. 3).

В заключении этой главы говорится, что предложенная модель может быть использована в следующих главах, и это соблюдалось на протяжении всего исследования.

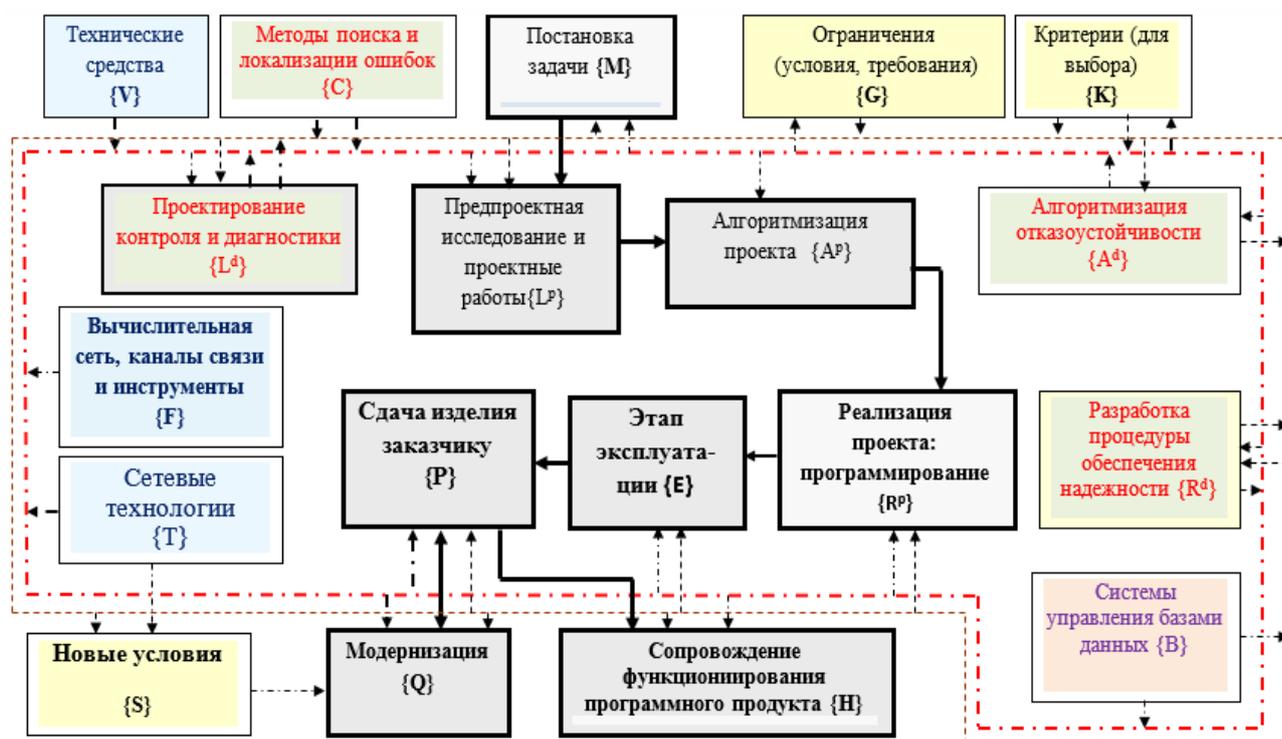


Рис. 3. Концептуальная модель этапов создания устойчивых информационных систем³¹

Прямая линия – переход от одного этапа к другому, пунктир – ограничения, критерии, методы и новые условия, учет требований и технологий, пунктир – связь с техническими средствами, каналами, вычислительной сетью.

В третьей главе диссертации «**Методологические аспекты моделирования устойчивости информационной системы экономического объекта**» изложена общая характеристика проблемной ситуации в обеспечении информационной безопасности экономического объекта, а

³¹ Авторская разработка

также в условиях возмущающего воздействия рассмотрены задачи и функции узла адаптивной коммутации как объекта обработки информации, работающего в режиме реального времени, характеристики среды его функционирования.

Встроенные электронные устройства работают в нестабильных условиях. Электромагнитные помехи, колебания напряжения, а также высокая или низкая температура могут легко вызвать периодические или постоянные неисправности полупроводниковых приборов, что может привести к неизбежным ошибкам в системе непрерывной передачи данных. В исследовательской работе приведено множество подобных данных, на основе которых анализируется существующая статистика компьютерных сбоев и простоев и определяется их влияние на производительность узла адаптивной коммутации. На основании ряда исследований (Липаев В.В., Морган Д., Тейлор Д., Нельсон Э., Ли, Себастьян М. и др.) обоснована необходимость учета влияния сбоев и неисправностей аппаратного обеспечения ЭВМ на программное обеспечение.

Эти сбои влияют на нормальную работу программ управления потоками данных узла связи компьютерной сети и вызывают различные процедурные ошибки, возникновение очередей или блокировку узла, что существенно снижает общую производительность и готовность узла.

Такие же последствия могут возникнуть в узле связи, работающем в системе реального времени, в случае аппаратного сбоя (неисправности). Все это создает условие, что исследования по управлению и восстановлению необходимы для эффективного управления адаптивным узлом связи.

Проблемы управления и восстановления нормального состояния вычислительных систем реального времени³² рассмотрены в работах Липаева, Головкина, Майерса, Гласса, Тайера, Липова, Мусы, Соя, Гопала, Чена,³³ Авижениса, Рамамурти³⁴ и Ли. Эти исследования могут послужить основой для создания методов повышения надежности узлов связи в компьютерных сетях. В этой главе даны общие сведения о методах обнаружения, диагностики, контроля и восстановления, используемых в компьютерных системах, проанализированы их преимущества и недостатки, выбраны эффективные показатели производительности систем, а также общие сведения о моделях оценки надежности программного обеспечения компьютерных систем. Данный. Отмечается, что существующие модели в основном используются для оценки надежности на этапе проектирования и программирования. К таким моделям относятся Муса, Шик- Велвертон,

³² Майерс Г. Надежность программного обеспечения. - М.: Мир, 1980. –360 с

³³ Чен Л., Авиженис А. Программирование N-версий: отказоустойчивый подход к надежности работы программного обеспечения. 1995, <https://www.semanticscholar.org/paper/N-VERSION-PROGRAMMINC%3A-A-FAULT-TOLERANCE.-ПОДХОД-Чен-Авиженис/>

³⁴ Рамамурти С. _ В., Бастани Ф.Б. Надежность программного обеспечения – состояние и перспективы. – IEEE Trans. Программное обеспечение Инж., 1982, т. СЭ-8, № 4, с. 354-371.

Гоэль - Окимото, Шуман ³⁵, Нельсон и другие. Также описаны модели оценки эксплуатационной надежности программного обеспечения на основе цепей Маркова. В рассматриваемых моделях очереди не учитывают влияние производительности системы, поэтому не рекомендуется оценивать надежность узла связи ими.

Анализируя и синтезируя узел связи как сложную систему управления, разделяя его на отдельные элементы, он изучается в рамках взаимного гармоничного движения частей. Архитектура информационной системы узла связи представлена в виде элементов физической, логической и программной структуры. Элементы физической структуры: в случае мультиплексоров, модемов, адаптеров, вычислительной техники и устройств связи. Логическая и программная структура состоит из программных продуктов: операционной системы узла, программ управления потоками данных, программ логической связи обработки информации. и процесс передачи с физическим устройством, структурами хранения данных, серверами и логической связью между ними.

Был исследован общий алгоритм работы узла связи для установления связей между элементами трех структур. Описана характерная взаимосвязь узлов оперативной памяти компьютера со структурами данных и их обработкой, программами хранения, передачи, драйверами ввода-вывода, средствами связи, программами управления сетью, путями передачи данных и т.д. В результате делается вывод, что экономический объект состоит в том, чтобы рассматривать узел связи как часть компьютерной сети как систему управления, и здесь процессы, все действия управляются программно.

В этой главе были проанализированы доступные методы обнаружения и восстановления ошибок и выбраны наиболее подходящие для устойчивой организации обработки потоков данных узла. Было отмечено, что существующие модели оценки надежности не подходят для рассматриваемого объекта. В связи с этим была обоснована необходимость создания аналитической модели повышения устойчивости информационной системы узла связи при неопределенном, случайном воздействии внешней среды.

В четвертой главе «**Эконометрическое моделирование устойчивости информационной системы экономического объекта**» представлены результаты исследования возможностей повышения надежности работы адаптивного узла связи за счет эффективного управления информационными структурами. Определено влияние аппаратных сбоев компьютера на общее поле памяти (ООП) узла адаптивной коммутации (АК). Проведен анализ и классификация по характеру изменений структур данных в ООП адаптивного узла связи. Выявлены группы структур данных, которые наиболее подвержены сбоям. Выявлены и классифицированы виды критических

³⁵Шуман М.Л., Триведи А.К. Марковская модель многих состояний для параметров производительности компьютерного программного обеспечения, IEEE Trans , Reliabl ., R-25, стр. 66-68, 1976.

(важных) ошибок, которые приводят к снижению пропускной способности узла и устойчивости информационной системы. Разработаны методы контроля и восстановления для обнаружения и устранения критических ошибок. На их основе созданы алгоритмы и модули. Инструменты мониторинга и восстановления управляются моделью адаптации структуры данных. Их сложность, трудоемкость определялась экспериментальным путем.

Работа программного обеспечения узла связи основана на взаимодействии следующих блоков: коммутации пакетов (БКП), коммутации каналов (БКК), сбора и разборки кадров (БСР), взаимодействия с абонентами (БВА) и инициализации (БИ). Узел АК работает с внутренними и внешними данными. Внешними данными узла АК являются пакеты и кадры. Внутренние данные включают в себя: таблицы, контексты, буферы и элементы управления очередями. В частности, внутренние данные узла АК состоят из следующих основных структур: таблица управления узлом, таблица основных данных, таблица блоков узлов, контексты тракта и линии, таблицы адресов контекстов тракта и линии, таблицы маршрутов режима КП и КК, Контексты каналов КК, очередь и пул. Элементы управления построены по принципу «первым пришел, первым обслужен» и «первым пришел, последним обслужен».

Эти структуры в ООП в основном связаны между собой в древовидной форме (рис. 4). Для доступа к необходимой структуре блока узла таблица управления узла заполняется адресами структур (глобальных структур) на этапе инициализации и доступ к ним осуществляется по ссылкам в процессе работы.

В свою очередь, глобальные структуры могут содержать адреса других структур (локальных структур). Переход от управляющей таблицы к глобальной структуре осуществляется через указатели (ссылки) 1-го уровня, от глобальной структуры к локальной структуре через указатели 2-го уровня. В целом для внутренних данных адаптивного узла связи определены 4 уровня ссылок.

АК и основных внутренних структур данных, интенсивности изменения структур и указателей внутренние данные узла АК были условно разделены на группы.

1. Постоянные данные определяются и устанавливаются во время инициализации и не изменяются во время работы узла. В эту группу входят данные маршрутизации, таблицы базовых блоков и таблицы базовых данных, а также указатели первых 2-х уровней, то есть данные в таблице управления, данные в таблицах адресов контекстов тракта и линии.

2. Квазипеременные данные, которые определяются и изменяются при установлении и ликвидации канала связи. В эту группу входят данные в разрезе тракта и линии, указатели 3,4 –го уровня, то есть данные в таблицах КК и данные в адресной таблице.

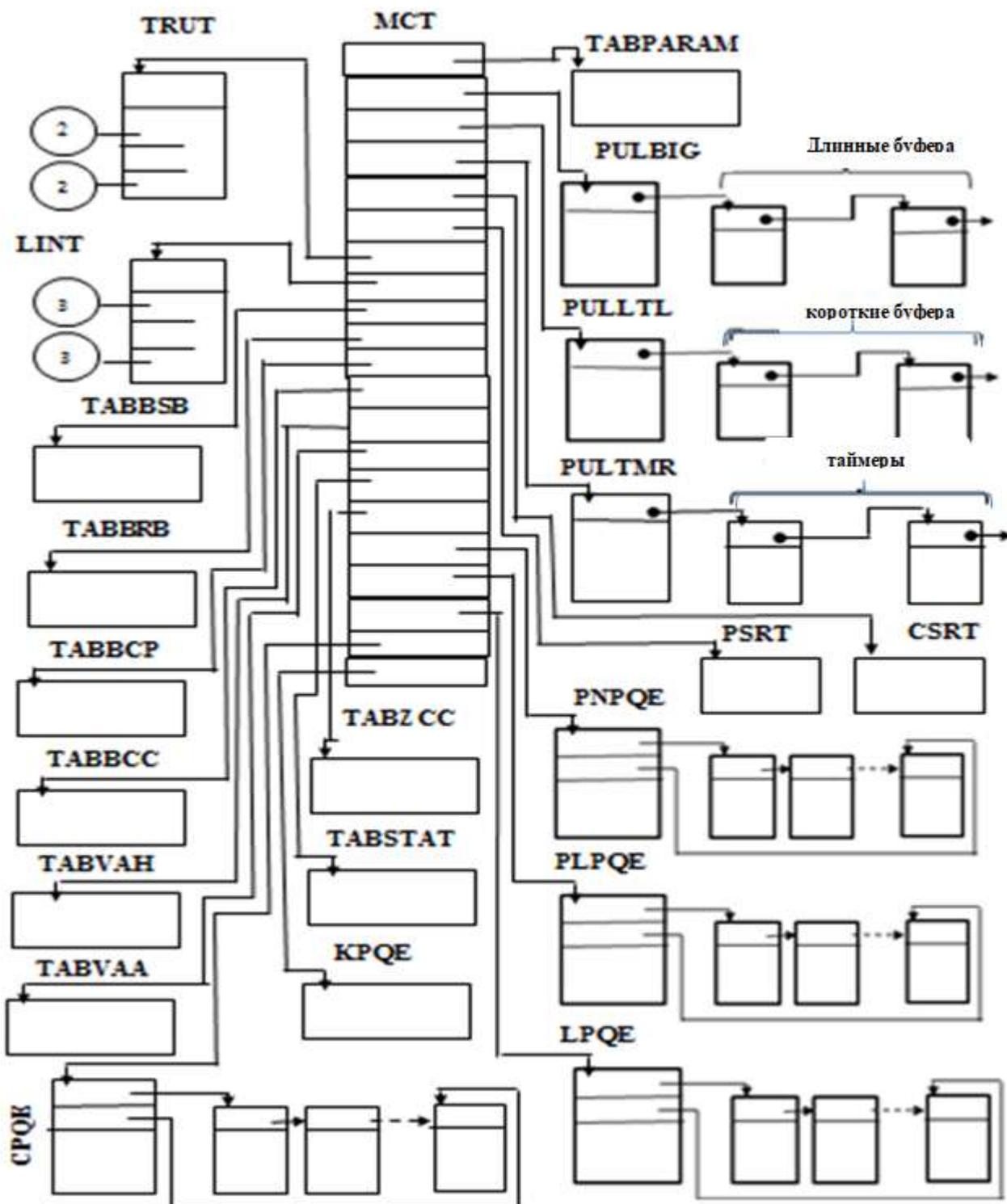


Рис. 4. Взаимосвязи между основными структурами данных, собранными в поле памяти информационной системы экономического объекта³⁶

3. Переменные данные при наибольшей интенсивности. Эта группа содержит количество и адреса буферов в очередях и пулах, хранящих ссылки.

³⁶Авторская разработка

Анализ и классификация реализованных структур позволили выявить слабые места в возникновении «критических» ошибок в источнике информации. Критические ошибки – это ошибки, вызывающие остановку программного обеспечения (кр.ош.ост) или такие, которые приводят к снижению пропускной способности узла (кр.ош.пр). Для узла АК обнаружено более 15 критических ошибок.

Треть из них (в основном в указателях) вызывают остановы, а остальные приводят к снижению пропускной способности адаптивного узла связи.

В следующей части представлен ряд формул, отражающих влияние использования средств контроля и восстановления на эффективность и производительность вычислительных систем. С их помощью рассчитываются параметры эксплуатационной готовности, надежности, среднего времени восстановления и потери эффективности из-за отказа. Для оценки программного обеспечения узла связи, работающего в компьютерной системе при отказах с использованием средств контроля и восстановления, используются следующие показатели: среднее время простоя (T); среднее время восстановления (τ); коэффициент эффективности узла связи (K_{ef}); вероятность безотказной работы ($R(t)$); готовность программного обеспечения узла связи (K_{rg}); выбирается вероятность обнаружения и устранения ошибок (P_o, P_b).

Чтобы обеспечить эффективное управление адаптивным узлом связи, поставлена задача создания модели адаптации структур данных к различным возмущениям. Представлен краткий обзор исследований по методам адаптации. Проведен сравнительный анализ, на основе которого был обоснован и выбран метод априорной адаптации решения задачи. Следует отметить, что для ограниченного числа возможных ситуаций наиболее подходящим среди различных подходов к управлению с помощью методов адаптации является априорная адаптация, поскольку для них задача адаптации может быть решена путем предварительного хранения таблицы оптимальных решений. В этом случае оценка ситуаций, выбор информации об оптимальном адаптивном действии (эффекте) из таблицы решений и реализация этого эффекта на объекте управления служат функцией априорной адаптации.

Описана функциональная модель адаптации экономического объекта к сбоям, вызванным внешней средой (рис.5), которая реализована в виде отдельного блока адаптации. Предложенная модель адаптации позволяет: выявлять и анализировать структуру данных (СТ), контролировать состояние СТ посредством обнаружения, выполнять проверку оценки ситуации для выявления критической ошибки, выбирать действия из таблицы решений и выполнять действия по восстановлению нормальное состояние.

Согласно данному алгоритму исследование охватывало следующие вопросы:

выбор и разработка методов обнаружения ошибок;

создание таблицы типов критических ошибок и методов их обнаружения;
 разработка процедур оценки ситуаций (процедур проверки);



Рис.5. Функциональная модель экономического объекта, адаптирующаяся к сбоям, вызванным внешней средой³⁷

Обозначение: X-состояние окружающей среды; Y – состояние объекта;
 U - это адаптивный эффект.

- выбор и разработка методов восстановления нормальной работы узла;
- построение таблицы решений и описание работы с ней.

Исследования показывают, что существующие методы обнаружения и исправления ошибок не могут быть приняты без адаптации вычислительных систем для узлов связи, поскольку большинство из них не учитывают особенности применения программ узлов связи. В данном исследовании эти недостатки преодолены и методы адаптированы к задачам узла связи.

На основе разработанных методов контроля и восстановления созданы алгоритмы проверки оценки состояния для выявления и устранения

³⁷Авторская разработка

критических ошибок адаптивного узла связи. Разработанные алгоритмы были переданы в программное обеспечение в виде оперативного и периодического контроля. Программы оперативного контроля были разработаны на основе алгоритмов выявления и устранения критических ошибок, приводящих к остановкам. Алгоритмы выявления и устранения критических ошибок, снижающих эффективность работы адаптивного узла связи, были реализованы в виде периодического контроля. И программы оперативного, и периодического контроля используют две другие программы, создающие копии структур. Один из них запускается на начальном этапе - при инициализации структур данных адаптивного узла связи, а второй - при организации новых каналов связи.

В диссертационной работе рассмотрены алгоритмы оперативного и периодического контроля, резервного копирования данных и доступа к ним. Экспериментально оценена сложность программных средств, разработанных для контроля и восстановления. Результаты оценки показывают, что дополнительная временная избыточность, включенная в программное обеспечение, значительно ниже времени, рекомендованного для систем реального времени, а избыточность данных не превысила допустимый уровень.

Экспериментальные работы по определению уровня влияния возмущений на поток данных в узле связи описываются методом имитационного моделирования. Проверена целесообразность введения адаптации в структуры данных узла связи, их применение повышает эффективность передачи узла, если используются методы обнаружения ошибок. В частности, процесс работы блока БКП моделируется средой отказов и возмущений, которая формирует пуассоновский поток с структурами данных узла, расположенных в общем пространстве памяти. Это исследование основано на имитационной модели и учитывает:

3. В системе массового обслуживания типа М/М/1 работа системы узла связи (блока пакетов связи) для интенсивности поступления (λ) и интенсивности обслуживания (μ), коэффициента загрузки $\beta < 1$ ($\beta = \lambda / \mu$).

4. Неисправности, образующие простой пуассоновский поток, представляют собой неисправности с вероятностью $P_m = (vt)^m \exp(-vt)$, попадающие в определенный сегмент сбоя, где v – интенсивность сбоя.

4. Временной интервал возникновения неисправностей распределяется по экспоненциальному закону и определяется по следующей формуле

$$t_i = -1/v \ln \xi_i, \text{ где } i=1,m; \xi_i - \text{псевдослучайное число в интервале } 0,1.$$

5. Случайные адреса поврежденных ячеек памяти в области данных узла равны $PP_i = (PP_{\max} - PP_{\min}) \xi_i + PP_{\min}$, где PP_{\max} , PP_{\min} – адреса максимальной и минимальной ячеек памяти, занимаемые структурами данных узла связи.

6. Случайные значения ошибок в поле данных узла

$ZH_i = (ZH_{\max} - ZH_{\min}) \xi_i + ZH_{\min}$, где ZH_{\max} , ZH_{\min} – максимальное и минимально возможные значения ошибок, равные 32767, -

32768 соответственно, в предположении, что длина ячейки памяти равна одному машинному слову.

6. Временные моменты (моменты) возникновения неисправностей определяются по формуле: $t_k = t_{k-1} + t_k$ для $k=1$, $t_0 = 0$.

7. Временные интервалы запуска программ периодического контроля рассчитываются по следующей формуле.

$$\omega = T_{пк} / \left(\frac{\beta_z - \beta_p}{\lambda} - T_{ок} \right), \frac{\beta_z - \beta_p}{\lambda} > T_{ок} \quad (1)$$

где: λ – интенсивность приема запросов (пакетов); $T_{пк}$ – время периодического контроля, выполняемого в блоке коммутации пакетов, $T_{ок}$ – общее время оперативного управления; β_z – установленное (плановое) значение коэффициента загрузки, β_p – фактическое значение коэффициента загрузки.

8. Показатели эффективности: а) время до сбоя $T = 1/v$; б) время восстановления t_z ; в) вероятность рабочего времени $R(t) = \exp(-vt)$; г) эксплуатационная готовность блока узла $K_{г} = T/(T + \tau)$; д) коэффициент эффективности $K_{ef} = C_o/C_n$, где τ – скорость восстановления, C_o, C_n – количество пакетов, обработанных и полученных узлом.

Основная задача имитационной модели состоит в следующем: моделирование работы блока ПКБ с короткими и длинными пакетами входных очередей; ведение статистики полученных и обработанных посылок; генерирование ошибок в области общих данных, где расположено программное обеспечение адаптивного узла связи; оценка эффективности использования инструментов контроля и восстановления.

Также в разделе рассматривается возможность сокращения продолжительности эксперимента за счет сжатия интервала возникновения событий (сбоев). В связи с большим объемом испытаний и сложностью использования материальных ресурсов ЭВМ в течение длительного времени, а также сложностью реализации эксперимента, связанной со значительными временными затратами, трудности проведения имитационного моделирования с текущей интенсивности отказов ЭВМ являются архитрудоемким. Создана (новая) формула сжатия периода возникновения событий и экспериментально подтверждена ее правильность и достоверность.

Симуляция (моделирования) состоит из более чем 20 программных модулей, включая программные средства управления и восстановления. Все программы реализованы на языке С для мини компьютеров.

Пятая глава «Структурное моделирование устойчивости информационной системы предприятия» условно разделена на две части. В первой части представлена аналитическая модель оценки надежности работы узла связи в реальном времени в случае отказа и неисправности технического оборудования (рис. 6).

Аналитическая модель строилась на основе непрерывной цепи Маркова в виде фиксированного графика систем массового обслуживания (СМО) с ограниченной очередью и непрерывным обслуживанием, где: S_{i_0} ($i=0, m+1$),

S_{11} – состояния систем государственных услуг, S_{00} – системы массового обслуживания свободны и работоспособны; S_{10} – канал занят и работает исправно, в очереди запросов нет; S_{20} – канал занят и работает исправно, в очереди один запрос; S_{m0} – канал занят и работает корректно, $m-1$ – один запрос в очереди; $S_{m+1,0}$ – канал занят и работает корректно, в очереди m запросов; S_{11} – канал неисправен и восстанавливается; λ – интенсивность приема запроса; μ – интенсивность обслуживания запросов в обычном случае; μ' – интенсивность запросов на обслуживание при использовании оперативного контроля; ν – интенсивность перехода в состояние отказа; γ – интенсивность восстановления оператором; γ' – интенсивность восстановления с помощью программного приложения; P_{ij} – вероятность перехода в состояния S_{ij} (где $i=0, m+1, j=0, 1$).

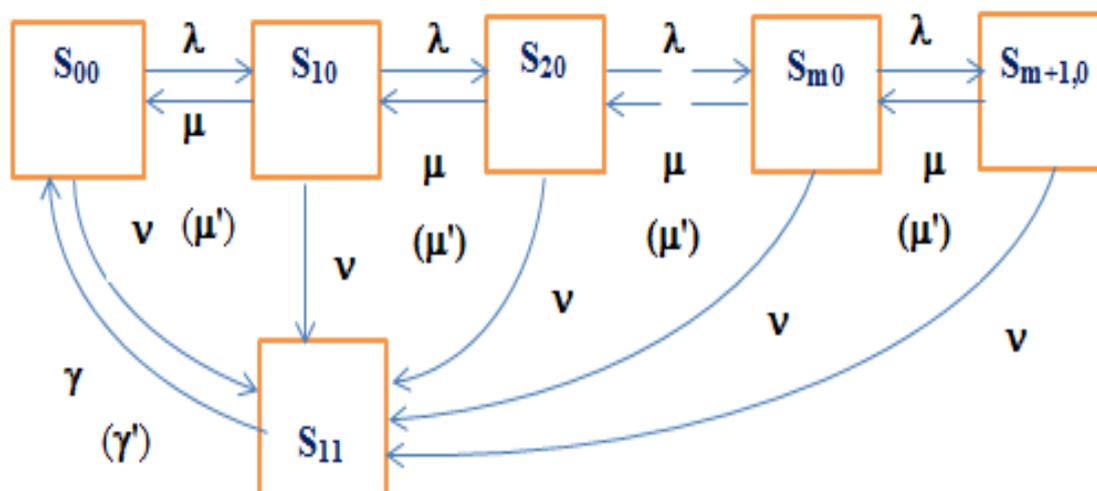


Рис. 6. Модель оценки деятельности информационной системы экономического объекта в условиях неопределенности среды³⁸

Алгебраическое уравнение для конечных вероятностей состояний:

$$\begin{aligned}
 \lambda P_{00} &= \mu P_{10} + \gamma P_{11} \\
 z P_{10} &= \lambda P_{00} + \mu P_{20} \\
 \dots & \\
 z P_{m0} &= \lambda P_{m-1,0} + \mu P_{m+1,0} \\
 (\mu + \nu) P_{m+1,0} &= \lambda P_{m0} \\
 \gamma P_{11} &= \sum_{i=1}^{m+1} P_{i0}
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

где $z = \lambda + \mu + \nu$.

Решение системы уравнений (2) традиционным методом замены при больших значениях числа очередей m сопряжено со значительными трудностями. В наших исследованиях были разработаны следующие рекурсивные формулы (включая коэффициенты A_k), позволяющие сократить вычисления по расчету P_{ij} -вероятностей.

³⁸ Авторская разработка

$$A_k = \begin{cases} 1, & \text{если } k = m+1 \\ (\mu + \nu) / \lambda, & \text{если } k = m \\ (zA_{k+1} - \mu A_{k+2}) / \lambda, & \text{если } 0 \leq k \leq m-1 \end{cases} \quad (3)$$

Коэффициент A_k через $P_{m+1,0}$ позволяет вычислить P_k , т.е. $P_{k0} = A_k P_{m+1,0}$; $P_{11} = A_{11} P_{m+1,0}$; конечно, $P_{m+1,0}$ и A_{11} должны быть рассчитаны заранее по следующей формуле

$$A_{11} = \frac{\nu \sum_{i=1}^{m+1} A_i}{\gamma}; \quad P_{m+1,0} = \frac{1}{A_{11} + \sum_{i=1}^{m+1} A_i + A_0} \quad (4)$$

На основе рекомендуемой модели можно рассчитать следующее: относительная пропускная способность системы массового обслуживания Q равно $Q = (1 - P_{\text{отк}}) (1 - P_{11}) p^3 p$; где: $P_{\text{отк}}$ – вероятность отказа в обслуживании, $(1 - P_{11})$ вероятность готовности к работе, p^3 – вероятность надежной работы канала при обслуживании запросов: ($p^3 = \mu / (\mu + \nu)$); p – вероятность неповрежденной услуги, если расчет отказа не приведет к сбою системы (где γ – отношение количества правильно обработанных запросов (пакетов) к общему количеству принятых заказов). $K_{\text{ном}}$ с вероятностью P_{11} , является коэффициентом потери эффективности из-за нахождения в состоянии S_{11} , $K_{\text{вост}}$ характеризуется вероятностью нахождения в состоянии восстановления после ошибок, $K_{\text{пок}}$ – коэффициент потери эффективности из-за оперативного контроля; готовность системы к работе, без средств управления $K_{\text{г}} = 1 - K_{\text{ном}}$; готовность системы со средствами контроля $K_{\text{гк}} = (1 - K_{\text{ном}})(1 - K_{\text{пок}})$; P_{ij} вероятности существования всех состояний; абсолютная пропускная способность.

Аналитическая модель позволяет учесть использование средств контроля и восстановления, для чего необходимо построить систему уравнений (1) с параметрами μ' и γ' вместо параметров μ и γ .

На основе разработанной модели создана программа, реализованная на персональном компьютере. Программа позволяет создавать различные графики зависимости доступности системы от пропускной способности узла, которые изменяются в зависимости от количества мест в очередях, ненадежного обслуживания, а также сбоев, с учетом показателей надежности и информационной безопасности. С помощью этой программы можно рассчитать среднее время задержки, количество запросов в очередях, узлах и среднее количество занятых каналов.

Аналитическое моделирование выполнено на 160 000 данных (5-факторные векторы данных: интенсивность доступа к данным (λ), интенсивность обработки данных (μ), количество выделенных мест в очередях (M), время сбоя (F_t), секунды восстановления (V_t)). Результаты прогнозирования показали, что эффективность увеличивается на 4% при предикате = 0,9 и более чем на 17,4% при предикате = 0,95.

На основе данных таблицы 2, нетрудно понять, что могут быть разные комбинации факторов.

Таблица 2

Факторы, влияющие на пропускную способность информационной системы экономического объекта в условиях неопределенности³⁹

Нет	Информация доступ интенсивность, λ	Обработка данных интенсивность, μ	Количество зарезервированных мест в очередях, M	Время отказа, в секундах, F_t	Время восстановления, в секундах, V_t
1	2	3	4	5	6
1	30	50	1	3600	120
2	31	50	2	5400	150
3	32	50	3	7200	180
4	33	50	4	9000	210
5	34	50	5	10800	240
6	35	50	6	12600	270
7	36	50	7	14400	300
8	37	50	8	16200	330
9	38	50	9	18000	360
10	39	50	10	19800	390
11	40	50	11	21600	420
12	41	50	12	23400	450
13	42	50	13	25200	480
14	43	50	14	27000	510
15	44	50	15	28800	540
16	45	50	16	30600	570
17	46	50	17	32400	600
18	47	50	18	34200	630
19	48	50	19	36000	660
20	49	50	20	37800	690

Эти данные получены следующим образом: $U_1 = 123324$ и $U_2 = 129200$ при предикате: $\text{predikat} = 0,9$. По сравнению со случаем ручного восстановления экономическая эффективность программного контроля составила на 4,7% больше, а эффективность при значении предиката $\text{predikat} = 0,95$ на 17,4 лучше ($U_1 = 84086$, $U_2 = 98800$ в подходящих значениях). Диаграмма этих отношений дано в рис.7. То есть во всех расчетах N_b ($N_b = 160000$) сравнивались результаты, полученные при использовании предиката 0,9 и 0,95 точности ручного и программного восстановления.

Для сравнения использовались следующие формулы.

$$s_{ij}^{kl} = \begin{cases} 0, & \text{если } Q_{ij}^{kl} \leq \text{предикат} \\ 1, & \text{если } Q_{ij}^{kl} > \text{предикат} \end{cases} \quad (5)$$

$$SS_{kl} = \sum_{a=1}^k \sum_{b=1}^l \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m s_{ij}^{ab} \quad (6)$$

$$U_1 = \sum_{k=1}^r \sum_{l=1}^h SS_{kl} \quad (7)$$

³⁹Авторская разработка

Хотя формулы (5)-(7) используются для случая ручного восстановления, расчет характеристик программных средств восстановления также ведется по формулам того же вида. Вместо параметров Q_{ij}^{kl} , S_{ij}^{ab} , SS_{kl} , U_1 необходимо использовать следующие идентификаторы G_{ij}^{kl} , C_{ij}^{ab} , SC_{kl} , U_2 . В результате имеем следующие формулы (8) – (10):

$$C_{ij}^{kl} = \begin{cases} 0, & \text{если } G_{ij}^{kl} \leq \text{предикат} \\ 1, & \text{если } G_{ij}^{kl} > \text{предикат} \end{cases} \quad (8)$$

$$SC_{kl} = \sum_{a=1}^k \sum_{b=1}^l \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij}^{ab} \quad (9)$$

$$U_2 = \sum_{k=1}^r \sum_{l=1}^h SC_{kl} \quad (10)$$

это U_2 разделив на U_1 , мы получим показатель эффективности.

$$U_{\text{эф}} = U_2 / U_1 \quad (11)$$

С помощью (11) и предыдущих формул (5)-(10) были получены результаты для значений предикатов, равных 0,9 и 0,95.

При предикате = 0,9 $U_1 = 123324$ и $U_2 = 129200$, и по сравнению со случаем ручного восстановления программного контроля экономическая эффективность составила 4,7 процента, а эффективность при значении предиката = 0,95 - 17,4 (рис. 7, при значениях $U_1 = 84086$, $U_2 = 98800$).

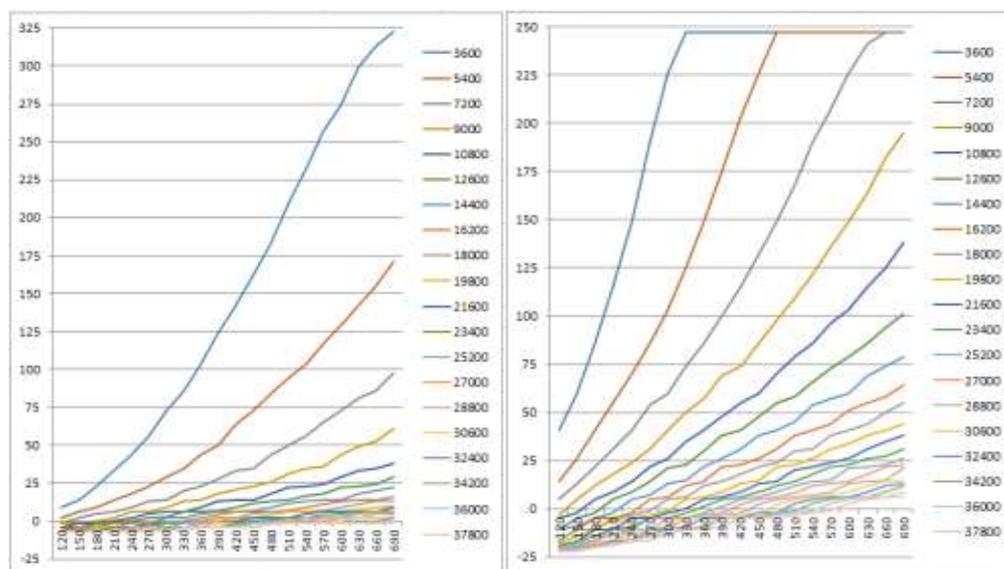


Рис. 7. График увеличения пропускной эффективности программного контроля по сравнению со случаем ручного восстановления, когда предикат принят равным 0,9 и 0,95⁴⁰

То есть можно отметить, что чем больше пропускная способность приближается к 1, тем больше возрастает эффективность восстановления программного обеспечения.

По результатам имитационного моделирования установлена корректность подхода к обнаружению критических ошибок, приводящих к сбоям в виде оперативного контроля (90% ошибок выявляются по

⁴⁰Авторская разработка

результатам экспериментов) и реализации алгоритмов обнаружения. подтверждено наличие критических ошибок, приводящих к снижению пропускной способности при периодическом контроле.

Полученные экспериментальные результаты показали эффективность использования созданных программных средств, адаптирующих структуры данных к различным воздействиям окружающей среды. В процессе анализа этих результатов было установлено, что использование адаптации в узле снижает количество программных сбоев в среднем в 9 раз, в результате чего пропускная способность узла связи увеличивается примерно на 10-20 %.

В конце главы рекомендуется использовать разработанные инструменты и методы, а также описаны принципы разработки контрольно-восстановительных процедур для других экономических объектов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования, проведенные в диссертации, направлены на совершенствование методологии моделирования устойчивости деятельности информационных систем в неопределенном, случайном состоянии внешней среды и решение практических задач повышения эффективности. Основные результаты диссертации заключаются в следующем:

1. Для информационных систем экономических объектов, работающих в дискретном режиме реального времени, на основе сравнительного анализа данных, методов оценки и прогнозирования, собранных в различных статических исследованиях, предложено использовать крупномасштабные модели эконометрического прогнозирования, основанные на использовании непрерывных цепей Маркова.

2. Проведен анализ уникальных характеристик узла АК как объекта управления со сложной структурой. Определены факторы, влияющие на его надежность. В рамках узлов связи и конкретных вопросов сформировался вопрос обеспечения эффективного управления структурами данных информационных систем экономических объектов.

3. Разработаны рекомендации исходя из важности и актуальности учета объема, последствий и ошибок статистических данных, представленных в зарубежном опыте и источников ошибок программной обработки больших данных в экономических объектах в условиях интеграции изменений в ИТ отрасли нашей республики.

4. Разработаны эффективные методы выявления и устранения критических ошибок в информационном поле информационной системы узла связи, работающей в оперативном режиме. На основе этих методов созданы алгоритмы повышения надежности экономического объекта. Проведено программирование предложенных алгоритмов и экспериментально подтверждена их эффективность.

5. Разработана методика выявления объективных и субъективных факторов влияния, вызывающих сбои в высокоинтенсивной обработке данных онлайн-систем экономического субъекта, действующего в условиях изменений в ИТ-сфере, идентифицированы структуры данных в памяти.

6. В республике разработан инновационный метод, позволяющий сократить время и затраты на эксперименты тысяч исследователей на одну-две степени, доказана погрешность полученных результатов менее 1 процента, и доказано экономическая эффективность его использования.

7. Проведено исследование эффективности разработанных средств управления для адаптации структурных данных к различным возмущениям. Проведена экспериментальная оценка их эффективности и совершенства.

8. Для изучения эффективности алгоритмов и программных приложений, разработанных для повышения устойчивости и долговечности структур данных при различных ошибках, адаптации к условиям, было проведено имитационное моделирование, точность и эффективность которых подтверждены экспериментом.

9. Разработана аналитическая модель оценки надежности работы объекта реального времени в случае компьютерного сбоя и полного отказа с использованием и без использования средств совершенствования технологических процессов.

10. В рамках аналитического моделирования созданы совершенно новые рекуррентные формулы расчета вероятностей конечных состояний при представлении процесса перехода экономического объекта, действующего в реальном времени, в различные состояния, представляющего собой простой поток Пуассона, с дискретными цепями Маркова и эффективность его применения подтверждена экспериментально.

11. Используя инструменты повышения устойчивости технологического процесса в сфере случайных воздействий в условиях неопределенности работающего в режиме реального времени созданную аналитическую модель для оценки деятельности узла связи адекватная к работам систем массового обслуживания было рекомендовано использовать при оптимизации таких параметров: как готовность к работе, уровень передачи данных, время, отведенное на информацию (пакет) в системе, вероятность нахождения в очередях.

12. Этапы создания отказоустойчивых информационных систем, обрабатывающих большие данные в сфере ИТ, предложена концептуальная модель информационной системы при взаимной интеграции информационных, программных и технических средств, компонентов на основе математического аппарата.

13. В целях создания отказоустойчивого программного обеспечения экономических объектов в непрерывном движении разработан интерпретатор-механизм формирования данных и добавления средств стабилизации в зависимости от их типа.

14. В условиях изменений в глобализированной сфере ИТ разработаны рекомендации о необходимости для каждого предприятия для эффективной организации своей деятельности, обеспечении устойчивости информационной системы, обеспечения оперативности и достоверности выпускаемой продукции, внедрения автоматизированной информационной системы с безошибочными и отказоустойчивыми методами обеспечения надежности.

15. На программное обеспечение по диссертации (5), получено авторское свидетельство и оно внесено в список опубликованных работ.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc.03/30.01.2021.I.16.03 FOR THE AWARD OF
ACADEMIC DEGREES AT TASHKENT STATE ECONOMIC
UNIVERSITY**

TASHKENT STATE UNIVERSITY OF ECONOMICS

ABIDOV ABDUJABBAR ABDUKHAMIDOVICH

**IMPROVING THE METHODOLOGY FOR MODELING
SUSTAINABILITY OF AN ENTERPRISE INFORMATION SYSTEM**

**08.00.06 – Econometrics and Statistics
08.00.14 – Information systems and technologies in economics**

ABSTRACT

of the dissertation of the doctor of Sciences (**DSc**) on economic sciences

Tashkent - 2024

The topic of the doctoral dissertation (DSc) is registered under number B2023.2.DSc/Iqt479 by the Higher Attestation Commission.

The dissertation was completed at the Tashkent State University of Economics. The abstract of the dissertation in three languages (Uzbek, Russian, and English (summary)) is posted on the website of the Academic Council (www.tsue.uz) and the information and educational portal "Ziyonet" (www.ziyonet.uz).

Scientific consultant: **Makhmudov Nosir Makhmudovich**
Doctor of Economic Sciences, Professor

Official opponents: **Gulyamov Saidahror Saidakhmedovich**
academician, doctor of economic sciences, professor

Toshpulatov Oybek
Doctor of Economic Sciences, Professor

Otazhanov Umid Abdullaevich
Doctor of Economic Sciences, Professor

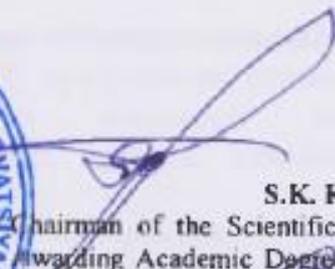
Leading organization: **Higher School of Business and Entrepreneurship under the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan**

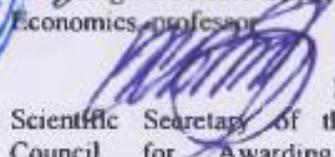
The defense of the dissertation will take place on 25.01 2024 at 16⁰⁰ hour on the one-time meeting of the Academic Council based on the Scientific Council DSc.03/30.01.2021.1.16.03 at the Tashkent State University of Economics. Address: 100066, Tashkent, Islam Karimov Street, 49. Telephone: (+99871) 239-28-72; fax: (+99871) 233-60-01; email: info@tsue.uz

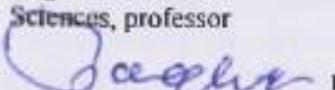
The dissertation can be found at the Information Resource Center of the Tashkent State University of Economics (registered under number 1387). Address: 100066, Tashkent city, Islam Karimov street, 49. Telephone: (+99871) 239-28-27; fax: (+99871) 239-43-51; email: info@tsue.uz

The abstract of the dissertation was sent out "13" 01 2024
(Register of mailing protocol No. 1 dated "13" 01 2024)




S.K. Khudoykulov
Chairman of the Scientific Council for Awarding Academic Degrees, Doctor of Economics, professor


B.D. Khajiev
Scientific Secretary of the Scientific Council for Awarding Academic Degrees, Candidate of Economic Sciences, professor


U.V. Gafurov
Chairman of the scientific seminar at the Scientific Council for the Awarding of Academics, professor

The purpose of the study is to develop theoretical, methodological, and practical proposals and recommendations for improving the methodology for econometric modeling of the sustainability of the information system of enterprise activity in the context of changes in the field of information technology in the economy of Uzbekistan.

Research objectives:

checking the stability of the enterprise information system by conducting simulation modeling of an experiment to ensure the security of communication node data structures, the effectiveness of error detection and recovery tools;

scientific analysis of the methodology for forecasting and assessing the stability of the information system of a state economic entity under conditions of uncertainty;

classification of time series, forecasting, and econometric modeling for continuous time and discrete cases;

study of changes in the IT field as stages and principles of development of information and communication technologies in economic entities;

determination of the stages of conceptual modeling of the process of creating sustainable enterprise information systems;

study of directions for ensuring the sustainability of information systems in the ecological and economic environment;

carrying out an analysis of methods for determining the reliability of the activities of the information system of economic processes and assessment models;

analysis of the specific characteristics of a communication center as a control object with a complex structure and optimization of the structure's activities;

analysis of flows of economic information processed in conditions of failures, development of methods for minimizing the influence of factors and maximizing efficiency based on structuring to increase the stability of the information system;

development of an adaptation model to ensure the sustainability of the information system of the communication center enterprise and assessment of its effectiveness;

analytical modeling and assessment of the activity of an environmental information system operating in continuous time and discrete state;

assessment and forecasting of the efficiency of data flow transmission in a communication node that is in continuous operation;

analysis of the results of analytical and simulation models with digital transformation criteria and development of recommendations within the framework of econometric assessment;

researching the creation of an interpreter for the automatic implementation of information systems sustainability tools in applications focused on the practical application of research and modeling results.

The Uzeltekhsanoat Association of the Republic of Uzbekistan and its member enterprises were taken as the **object of the study**.

The subject of the study is organizational and economic relations associated with increasing its stability and efficiency under various impacts on the information system of an economic entity.

The scientific novelty of the study is as follows:

Based on a systems approach, the methodology for econometric modeling of the application of methods and approaches to protecting an information system that processes a continuous flow of data describing economic processes from the influence of the external environment has been improved based on minimizing dependence on random processes;

based on queuing theory, the methodology for modeling analytical calculations and forecasting probabilistic indicators of algorithmization efficiency, which are the results of the transition of an economic object into limited discrete states by random events, has been improved;

creation of a random technological environment that affects the stability of the information system of enterprises belonging to the “Uzeltekhsanoat” association, and based on simulation modeling, forecast indicators of final results until 2027 were developed;

according to the classification of information processing structures, according to the rate of change in the content of the data flow in an economic object, methods for increasing the stability of the information system, suitable for each category, have been improved;

To ensure the stability of information, Foton JSC, based on analytical modeling carried out taking into account the net amount of funds allocated for information technology, has determined forecast indicators for the volume of discounted cash flows associated with the investment project until 2026 development.

The practical results of the research are as follows:

the practical and methodological aspects of ensuring the stability of information systems operating in real-time at the republic's economic facilities have been improved;

critical errors that cause malfunctions of processes that take into account the stability of information systems operating in the online mode of continuously operating economic objects at a high level of intensity have been identified;

based on modeling the stability of the enterprise's information system, the time criterion for the application of control and recovery procedures was carried out by developing the optimization concept of bringing the size of the application and the memory space to optimal indicators;

the effectiveness of using an adaptive algorithm in data processing has been confirmed, and correlation and regression equations have been developed to calculate the indicators of the communication node in the conditions of disturbances caused by the environment;

A set of developed programs based on methods of increasing the stability of the information system of the enterprise is presented in a standard form and can be used to: reduce the number of node failures and minimize the impact of failures; the problem of maximizing the efficiency of the communication node is solved;

an algorithm and program for modeling the readiness and throughput of the information system of the research subject was created;

a mechanism created by simulation modeling of the public service process of economic objects: it is proposed to use it in creating a stable information system from the applications of control, localization of errors, and restoration of readiness for work in big data processing;

a mechanism for selecting methods based on data structuring in creating a stable information system in continuously operating economic objects is recommended.

Implementation of research results. Improving the methodology for econometric modeling of the sustainability of the business information system in the context of changes in the field of information technology in the economy of Uzbekistan based on:

according to the methodological approach, methods for protecting an information system that processes a continuous flow of data describing economic processes from the influence of the external environment and econometric modeling methodology for applying approaches from theoretical and methodological materials for improvement based on minimizing dependence on random processes are recommended for students of higher educational institutions 5330200 - Informatics and information technology (economics), was used in the preparation of the textbook “Data processing technologies in management and business processes” (Order No. 106 of the Ministry of Higher and Secondary Special Education of the Republic of Uzbekistan dated March 17, 2022). As a result of the implementation of this scientific proposal in practice, students have the opportunity to expand theoretical knowledge and practical skills in econometric modeling of methods of protection from the influence of the external environment and the application of approaches to an information system that processes a continuous flow of data describing economic processes;

the process of continuous data processing is a simple stationary flow, and the results of the transition of an economic object to limited discrete states are random events (Act of the Uzeltehsanoat Association No. 04-3/748 dated June 15, 2023). As a result of the implementation of this scientific proposal in practice, it becomes possible to analytically calculate and predict probabilistic indicators of the effectiveness of algorithmization, represented by random events at the enterprises of the association;

based on the creation of a random technological environment that affects the stability of the information system of enterprises belonging to the Uzeltehsanoat association, as well as forecast indicators of final results obtained based on simulation modeling until 2027, were used in the development of promising economic development programs for the Uzeltehsanoat association (act of the association "Uzeltehsanoat" No. 04-3/748 June 15, 2023). As a result of the implementation of this scientific proposal, it was possible to ensure the accuracy and compatibility of the final results, which can be achieved based on simulation modeling of the stability of the information system of enterprises that are part of the Uzeltehsanoat association;

improved methods for increasing the stability of the information system, suitable for each category, according to the classification of information processing

structures following the rate of change in the content of information flow in an economic object, were used in the long-term economic development programs of the Uzeltechsanoat Association (Act of the Uzeltechsanoat Association No. 04-3/748 June 15, 2023). As a result of the implementation of this scientific proposal, it was possible to increase the stability of the information system, suitable for each category according to the classification of information processing structures at enterprises included in the association;

To ensure information sustainability, Foton JSC, based on analytical modeling carried out taking into account the net amount of money allocated to information technology, used forecast indicators of the volume of discounted cash flows associated with the investment project until 2026 in the development of promising economic development programs for JSC Photon" (act of JSC "Foton No. 243 dated December 19, 2023). As a result of the implementation of this scientific proposal, it was possible to ensure the accuracy and comparability of the main parameters of the volume of discounted cash flows related to the investment project, taking into account the net funds allocated for information technology at Foton JSC.

Approbation of research results. The research results were presented and approved at 20 scientific and practical conferences, including 8 international and 12 national scientific and practical conferences.

Publication of research results. In total, 43 scientific works were published on the topic of the dissertation, including 2 scientific monographs and 41 articles, of which 15 were published in scientific publications recommended for publication of the main results of dissertations by the Higher Attestation Commission of the Republic of Uzbekistan. of which 10 are republican, 2 were published in a foreign journal recommended by the UAC, and 3 (Scopus) were published abroad.

Structure and scope of the dissertation. The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, and a list of references and applications. The volume of the dissertation is ___ page.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLICATIONS

I bo'lim (I chast; I part)

1. Абидов А.А. Функциональные аспекты адаптации, моделирования и алгоритмизации надежного функционирования систем реального времени. Монография. – Т.: ТДИУ, 2022. – 166 с.

2. Abidov A. A. Raqamlashtirish muhitida iqtisodiy obyektlar axborot xavfsizligini ta'minlash masalalari. Monografiya. - T.: TDIU, 2023. – 160. b.

3. Абидов А. Диагностика состояния и восстановления работоспособности систем реального времени. «Raqamli iqtisodiyot va axborot texnologiyalari» elektron jurnali | 2022 yil, mahsus son-2 –54-59 b <http://dgeconomy.tsue.uz/jurnal/>

4. Абидов А.А. Качество и отказоустойчивость реально функционирующих систем. “Iqtisodiyot va innovatsion texnologiyalar” (Economics and Innovative Technologies) ilmiy elektron jurnali. Maxsus son. 2022, -28-32b. http://iqtisodiyot.tsue.uz/e-jurnal_tdiu@tseu.uz, e-jurnal_tdiu@mail.ru Article DOI: 10.55439/EIT/vol10_iss2/a35

5. Абидов А. А. Алгоритмизация этапов создания отказоустойчивых систем реального времени. Российский электронный журнал. "Экономика и социум" №2(105). "Ekonomika i sosium" №2(105) 2023 www.iupr.ru.

6. Абидов А. А. Адаптивная модель защиты структуры данных объектов госстатистики от возмущающего воздействия среды. "Экономика и социум" №3(106) 2023 www.iupr.ru.

7. Abidov A. A. Iqtisodiyot obykti xizmatida nosozliklarga chidamli dasturlar yaratish jarayonini funksional modeli. «Raqamli iqtisodiyot va axborot texnologiyalari» elektron jurnali | 2023 yil, 1-son, <http://dgeconomy.tsue.uz/jurnal/>

8. Abidov A.A. Uzluksiz harakatdagi axborot tizimlari uchun analitik model. “Iqtisodiyot va innovatsion texnologiyalar” (Economics and Innovative Technologies) ilmiy elektron jurnali. 2023yil, 2-son. http://iqtisodiyot.tsue.uz/e-jurnal_tdiu@tseu.uz, e-jurnal_tdiu@mail.ru Article DOI: 10.55439/EIT/vol10_iss2/a35

9. Abdujabbar Abidov. Diagnostics Of The State And Recovery Of Real Time Systems Performance. The 6th International Conference on Future Networks & Distributed Systems (ICFNDS '22), December 15, 2022, Tashkent, TAS, Uzbekistan. - DOI{10.1145/3584202.3584237}/ *ACM International Conference Proceeding Series, 2022, 238–241*

10. Abidov, A.A. (2023). Simulation Modeling of Reliability of Packet Switching Unit. In: Koucheryavy, Y., Aziz, A. (eds) Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networks and Systems. NEW2AN 2022. Lecture Notes in Computer Science, vol 13772. Springer, Cham., p. 38-45. https://doi.org/10.1007/978-3-031-30258-9_4/ *Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 2023, 13772 LNCS, stranisy 38–45

11. Abidov A.A. Yashash darajasini aniqlash modelini yaratish muammolari. IQTISODIYOTDA INNOVATSIYALAR № 1 (2021) DOI:<http://dx.doi.org/10.26739/2181-9491-2021-1/9-15b>

12. Abidov A.A. Statistika xizmatida ma'lumotlar tuzilmasini xavf-xatardan saqlash modelini yaratish. «Raqamli iqtisodiyot va axborot texnologiyalari» elektron jurnali | 2021 yil, №2 (2)

13. Абидов А.А. Моделирование показателей животноводства в странах ЕАЭС. IX-й международной научно – практической онлайн - конференции «ЦИФРОВАЯ ЭКОСИСТЕМА ЭКОНОМИКИ», 27 апреля 2022 г., Южный Федеральный университет, г. Ростов-на-Дону. Россия

14. Abidov A.A. Raqamli transformatsiyalashni qishloq xo'jaligida qo'llash natijalari. «Problemy formirovaniya mejkulturnoy kommunikatsii studentov v epoxu globalizatsii». – Sbornik statey uchastnikov mejdunarodnogo kruglogo stola «Problemy formirovaniya mejkulturnoy kommunikatsii studentov v epoxu globalizatsii» – Nur-Sultan: Izdatelstvo «TAU», 2022. – s. 99-103 s.

15. Abidov A.A. Kambag'allik ko'rsatkichlari dinamikasi. /Iqtisodiy raqamlashtirish sharoitida bo'lajak mutaxassislarni innovasion faoliyatga tayyorlashda zamonaviy texnologiyalardan foydalanish samaradorligi. Xalqaro ilmiy-amaliy anjumani. Maqolalar to'plami. 25-noyabr 21 yil. –Toshkent.: Iqtisodiyot, 2021. –396-402betlar

16. Абидов А.А. Место и роль информационно-коммуникационных технологий в реализации социальной политики Республики Узбекистан в условиях глобализации. Современные проблемы социально-экономических систем в условиях глобализации: сборник научных трудов XVI Международной научно-практической конференции, г. Белгород, 27 октября 2022 г. / –Белгород:ИД «БелГУ» НИУ «БелГУ», 2022. – 320-323 с.

17. Abidov A.A. Real vaqt tizimlar nosozliklari diagnostikasi va ilovalar ishonchliligini baholash. Moliya ilmiy jurnal. TMI.T.: 3-son, 2023yil.118-124betlar

18. Abidov A.A. Iqtisodiy jarayonlarni ekonometrik modellashtirishning eksperimental natijalari.«Raqamli iqtisodiyot va axborot texnologiyalari» elektron jurnali | 2023 yil, №2 (10) , aprel-iyun – 28-38b.

19. Абидов А.А. Диагностирование экономической системы в условиях возмущающего воздействия среды.«Raqamli iqtisodiyot va axborot texnologiyalari» elektron jurnali | 2023 yil mahsus son –40-46 b

II bo'lim; (II chast; II part)

1. Abidov, A., Mirzaaxmedov, D., Rasulev, D. (2023). Analytical Model for Assessing the Reliability of the Functioning of the Adaptive Switching Node. In: Koucheryavy, Y., Aziz, A. (eds) Internet of Things, Smart Spaces, and Next Generation Networks and Systems. NEW2AN 2022. Lecture Notes in Computer Science, vol 13772. Springer, Cham., p.46-56 https://doi.org/10.1007/978-3-031-30258-9_5 /Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics), 2023, 13772 LNCS, stranisy 46–56

2. Н.Ю. Власова, А.А.Абидов, И.Е. Жуковская. Современные аспекты оптимизации разработки и использования программного обеспечения отраслевых информационных систем в условиях формирования цифровой экономики. “Iqtisodiyot va innovasion texnologiyalar” ilmiy elektron jurnali. № 1, yanvar-fevral, 2019 yil

3. Abidov A.A., Norboyeva N.E. Kooperativ mehnat platformalari: ijtimoiy tadbirkorlikni yangi shakli maqomida. “Iqtisodiyot va innovatsion texnologiyalar” (Economics and Innovative Technologies) ilmiy elektron jurnali. 1/2022, yanvarfevral (№ 00057). –324-331s.

4. Abidov A.A., Mirzaaxmedov D.M. Global bozorlar transformatsiyasiga raqamli platformalar ini’kosi. “Iqtisodiyot va innovatsion texnologiyalar” (Economics and Innovative Technologies) ilmiy elektron jurnali. 2/2022, mart-aprel (№ 00058),-311-318b. Article DOI: 10.55439/EIT/vol10_iss2/a35 <http://iqtisodiyot.tsue.uz>

5. Абидов А.А., Мирзаахмедов Д.М. Анализ современных угроз информационной безопасности. «Raqamli iqtisodiyot va axborot texnologiyalari» elektron jurnali | 2022 yil, mahsus son-1 – 8-13 b <http://dgeconomy.tsue.uz/jurnal/>

6.Рахматкариев Е.У., Abidov A.A. Результаты исследования эффективности использования программных средств восстановления для РО узла адаптивной коммутации. Dvenadsataya Vsesoyuznaya shkola-seminar po vychislitelnyam setyam. – Moskva-Odessa: 1987, ch.1. S.223-227.

7. Рахматкариев Е.У., Abidov A.A. Программные средства контроля и восстановления структур данных узлов коммутации. Trinadsataya Vsesoyuznaya shkola-seminar po vychislitelnyam i setyam. – Moskva-Alma-Ata: 1988, ch.1. S.359-364.

8. Рахматкариев Э.У., Абидов А.А. Процедуры контроля и диагностики блока коммутации пакетов (ПКДБКП). – М.: ВИНТИ, 1986 (инв. № 508600001 от 7.0286).

9. Рахматкариев Э.У., Абидов А.А. Имитационная модель для оценки эффективности данных блока БКП узла АК и результаты моделирования. Известия АН УзССР. Серия тех. наук. – Ташкент: (Деп.в ВИНТИ № 8842-1386 от 24.12.86 – 23 с.).

10. Абидов А.А., Рахматкариев Э.У. Структура программного комплекса повышения надежности блока узла адаптивной коммутации. Алгоритмы. – Ташкент: РИСО АН УзССР,1986,вып.59. – С. 70-77.

11. Рахматкариев Э.У., Абидов А.А. Аналитическая модель совместного функционирования блока коммутации пакетов узла АК с блоком контроля и диагностики. Известия АН УзССР. Серия тех.наук. – Ташкент: (деп. в ВИНТИ № 8043-1386 от 24.12.86.– 20 с).

12. Abidov A.A.«Ommaviy xizmat ko’rsatish tizimlariga xos kommutatsiya uzyelining ishonchliligini nazorat qilish va tiklash dasturi» nomli dastur, guvohnoma. O‘zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi Intellektual mulk agentligi 02.03.2023 DGU № 22737.

13. Abidov A.A.«Onlayn ryejimida ishlaydigan kommutatsiya uzyeli paramyetrlerini idyentifikatsiyalash va initsializatsiyalash dasturii» nomli dastur, guvohnoma. O‘zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi Intellektual mulk agentligi agentligi 02.03.2023 DGU № 22739.

14. Abidov A.A.« Real vaqt masshtabida kommutatsiya uzeline ishonchliligini baholashni analitik modeli» » nomli dastur, guvohnoma. O‘zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi Intellektual mulk agentligi agentligi 02.03.2023 DGU № 22740.

15. Abidov A.A.«Kommutatsiya uzelifda Markov zanjirlariga xos jarayonni xavfsizlik ma’lumotlari bazasini generatsiyalash dasturi» nomli dastur, guvohnoma. O‘zbekiston Respublikasi Adliya vazirligi Intellektual mulk agentligi agentligi 02.03.2023 DGU № 22741.

“IQTISOD-MOLIYA” nashriyotida tahrirdan o‘tkazildi.

Bosishga ruxsat etildi: 12.01.2024 y.
Bichimi: 60x84 1/8 “Times New Roman”
garniturada raqamli bosma usulda bosildi.
Shartli bosma tabog‘i 4,2. Adadi: 100. Buyurtma: № 10.

“DAVR MATBUOT SAVDO” MCHJ
bosmaxonasida chop etildi.
100198, Toshkent, Qo‘yliq, 4-mavze, 46.