ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 2

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME - 2

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

MURAKKAB DASTURIY TIZIMLARDA BOG‘LIQLIK TUZILISHINI O‘RGANISH

Matyoqubov Og‘abek Bahrombek o‘g‘li
Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti, stajor-o‘qituvchi
E-mail: ogabekbahrombekogli@gmail.com
Jumanazarova Munojatxon Ergash qizi
Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti, talaba
E-mail: jumanazarovamunojatxon@gmail.com
Qahramanova Farangiz Hikmat qizi
Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti, talaba
E-mail: farangizqahramanova01@gmail.com
Sitchanov Nuraddin Ikrom O‘g‘li
Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti, talaba
E-mail: nuraddinsitchanov557@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tezisda murakkab dasturiy tizimlarda bog‘liqlik tuzilishini tahlil qilishning zamonaviy usullari va ularning arxitektura barqarorligi, texnik qarz hamda o‘zgarish xarajatlariga ta’siri o‘rganilgan. Tadqiqot Design Structure Matrix (DSM) va grafik-nazariy metrikalar asosida amalga oshirilgan. Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, bog‘liqlik metrikalarini muntazam monitoring qilish va markaziy komponentlarni nazorat ostida boshqarish orqali tizim sifatini oshirish hamda evolyutsion xavflarni kamaytirish mumkin. Tezis doirasida 30 dan ortiq ilmiy manbalar tahlil qilinib, zamonaviy yondashuvlar taqqoslangan.

Kalit so‘zlar: bog‘liqlik tuzilishi, Design Structure Matrix, grafik-nazariy metrikalar, arxitektura barqarorligi, texnik qarz, markaziylik, nuqson bashorati, modulizatsiya, FAN-IN, FAN-OUT, tizim evolyutsiyasi

Annotation. This thesis studies modern methods for analyzing the dependency structure in complex software systems and their impact on architectural stability, technical debt, and change costs. The research is based on the Design Structure Matrix (DSM) and graph-theoretic metrics. The results show that by regularly monitoring dependency metrics and controlling central components, it is possible to improve system quality and reduce evolutionary risks. More than 30 scientific sources were analyzed and modern approaches were compared.

Keywords: dependency structure, Design Structure Matrix, graph-theoretic metrics, architectural stability, technical debt, centrality, fault prediction, modularization, FAN-IN, FAN-OUT, software evolution

Аннотация. В данной диссертации изучаются современные методы анализа структуры зависимостей в сложных программных системах и их влияние на архитектурную стабильность, технический долг и затраты на изменения. Исследование основано на матрице структуры проектирования (DSM) и

графотеоретических метриках. Результаты показывают, что регулярный мониторинг метрик зависимостей и контроль центральных компонентов позволяют улучшить качество системы и снизить эволюционные риски. Было проанализировано более 30 научных источников и проведено сравнение современных подходов.

Ключевые слова: структура зависимостей, матрица структуры проектирования, графотеоретические метрики, архитектурная стабильность, технический долг, центральность, прогнозирование дефектов, модуляризация, FAN-IN, FAN-OUT, эволюция программного обеспечения

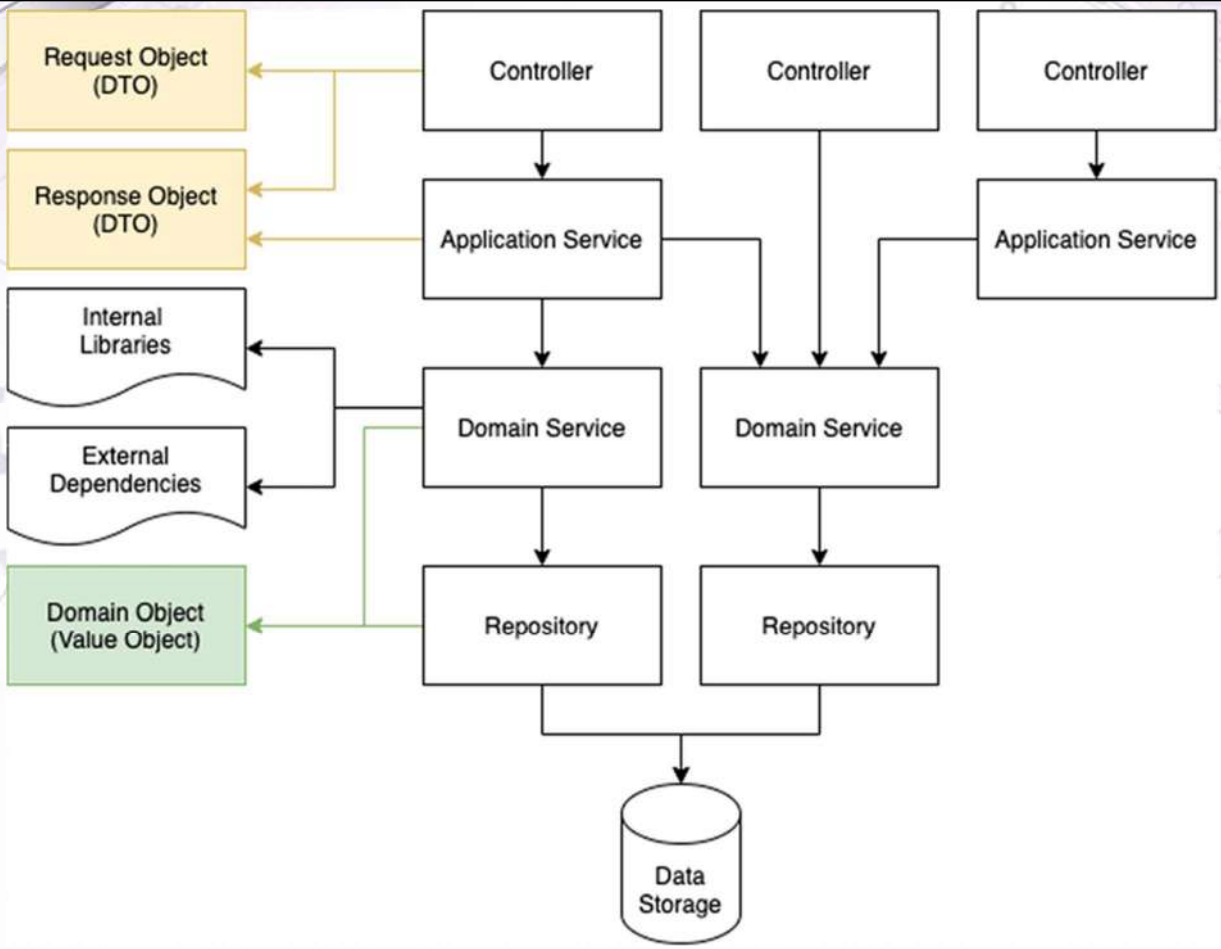
1. KIRISH.

Zamonaviy dasturiy tizimlar yuqori modullilik darajasi, ko‘p qatlamli arxitektura va murakkab ichki bog‘liqliklar bilan tavsiflanadi. Tizim tarkibidagi minglab komponentlar o‘zaro statik va dinamik bog‘lanishlar orqali ishlaydi. Ushbu bog‘liqliklarning tuzilishi tizimning barqarorligi, kengaytirilish imkoniyati, texnik qarz darajasi va o‘zgarish xarajatlariga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

Murakkab tizimlarda noto‘g‘ri boshqarilgan bog‘liqliklar arxitektura degradatsiyasiga, ortiqcha markazlashuvga va texnik qarzning tez to‘planishiga olib keladi. Empirik tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, bog‘liqlik tuzilmasini to‘g‘ri tahlil qilish orqali o‘zgarish xarajatlarini 20–30% gacha kamaytirish hamda nuqsonlarni aniqlash aniqligini oshirish mumkin.

Quyidagi rasm murakkab dasturiy tizimdagi komponentlar va ularning o‘zaro bog‘liqligini grafik ko‘rinishda tasvirlaydi.

ISSN 3030-3907



1-Rasm. Murakkab dasturiy tizimdagi bog‘liqliklar tarmog‘i

Tugunlar (node) komponentlarni, qirralar (edge) esa ularning bog‘liqligini bildiradi. Yuqori darajada bog‘langan komponentlar arxitekturaning markaziy qismini tashkil etadi.

Ushbu tezisning maqsadi murakkab dasturiy tizimlarda bog‘liqlik tuzilishini o‘rganish usullarini tizimli ravishda tahlil qilish va amaliy tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

2. Muammoning qo‘yilishi.

Murakkab dasturiy tizimlarda bog‘liqlik tuzilishini tahlil qilish quyidagi muammolarni hal qilishga qaratilgan:

2.1. O‘zgarish xarajatlarini bashorat qilish

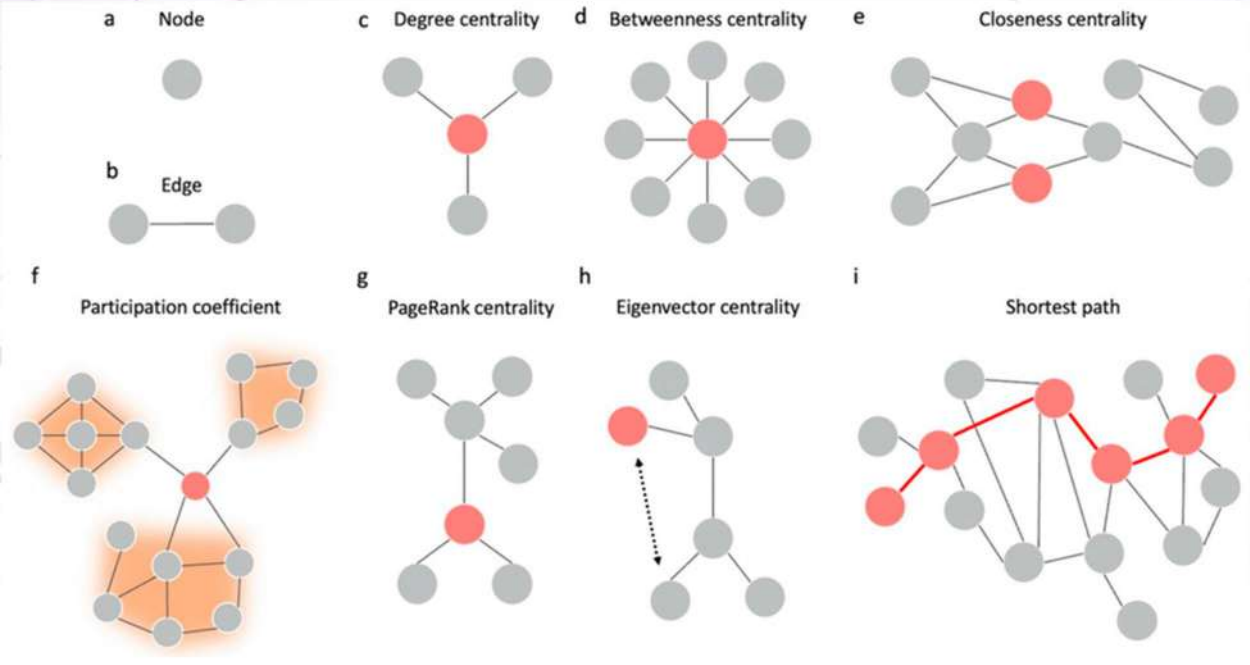
Dasturiy tizimlar doimiy ravishda o‘zgarishga uchraydi. Har bir lokal o‘zgarish boshqa komponentlarga ham ta’sir qiladi. Agar bog‘liqliklar chuqur tahlil qilinmasa, domino effekti yuzaga keladi va kutilmagan xarajatlar paydo bo‘ladi.

Bog‘liqlik zichligi (dependency density) va modul o‘rtacha darajasi o‘zgarish xarajatlari bilan to‘g‘ri proporsional ekanligi ko‘plab tadqiqotlarda isbotlangan.

2.2. Nuqson xavfini aniqlash

ISSN 3030-3907

Nuqsonlar odatda yuqori markaziylikka ega komponentlarda to‘planadi. Grafik nazariyasida bu tugunlar “hub” sifatida qaraladi.



2-Rasm Markaziy komponentlar va nuqson xavfi

Qizil rang bilan ajratilgan tugunlar yuqori markaziylik ko‘rsatkichiga ega bo‘lib, tizimning muhim bog‘lovchi elementlari hisoblanadi.

Yuqori markaziylik ko‘rsatkichlari:

- Degree centrality
- Betweenness centrality
- Eigenvector centrality

Ushbu metrikalar nuqsonlarni bashorat qilishda samarali indikator bo‘lib xizmat qiladi.

2.3. Texnik qarzni boshqarish

Texnik qarz — qisqa muddatli yechimlar natijasida yuzaga keladigan uzoq muddatli arxitektura murakkabligi. Arxitektura texnik qarzi (ATD) bog‘liqliklarning ortiqcha markazlashuvi va siklik tuzilmalarning ko‘payishi orqali namoyon bo‘ladi.

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki:

- FAN-IN o‘rtacha 57.5% ga oshadi
- FAN-OUT 26.7% ga oshadi

Bu esa tizimni markazlashtiradi va qayta foydalanish imkoniyatini kamaytiradi.

2.4. Tizim evolyutsiyasini boshqarish

Tizim vaqt o‘tishi bilan rivojlanadi va bog‘liqlik grafi o‘zgaradi. Evolyutsion jarayonlarni grafik metrikalar orqali kuzatish mumkin.

ISSN 3030-3907

	A	B	C	D	E	F	G
Element A	A	1				1	
Element B		B		1			
Element C	1		C				1
Element D				D	1		
Element E		1			E	1	
Element F			1			F	
Element G	1				1		G

3-Rasm. Design Structure Matrix (DSM) modeli

DSM matritsasi komponentlar o‘rtasidagi bog‘liqliklarni kvadrat matritsa ko‘rinishida ifodalaydi. Diagonal elementlar komponentlarni, diagonal tashqarisidagi elementlar esa bog‘liqliklarni bildiradi.

DSM yordamida:

- Siklik bog‘liqliklarni aniqlash
- Modulizatsiya qilish
- Arxitektura barqarorligini baholash mumkin.

Degree Centrality:

$$C_D(v) = \frac{deg(v)}{n-1}$$

Betweenness Centrality:

$$C_B(v) = \sum_{s \neq v \neq t} \frac{\sigma_{st}(v)}{\sigma_{st}}$$

Bu yerda:

- $deg(v)$ — tugun darajasi
- σ_{st} — eng qisqa yo‘llar soni
- $\sigma_{st}(v)$ — v orqali o‘tuvchi yo‘llar

3. TAHLIL USULLARI.

Murakkab dasturiy tizimlarda bog‘liqlik tuzilishini tahlil qilish uchun turli metodologiyalar ishlab chiqilgan. Ushbu bo‘limda amaliyotda keng qo‘llaniladigan va samaradorligi empirik tadqiqotlar orqali tasdiqlangan asosiy usullar ko‘rib chiqiladi.

3.1. Design Structure Matrix (DSM)

Design Structure Matrix (DSM) — arxitektura elementlari o‘rtasidagi bog‘liqliklarni kvadrat matritsa shaklida ifodalovchi strukturaviy tahlil usuli hisoblanadi. DSM yordamida tizimning moslashuvchanligi, o‘zgarish xarajatlari hamda siklik bog‘liqliklar aniqlanadi va baholanadi.

Lagerström va hamkasblari tomonidan olib borilgan tadqiqotda DSM yordamida dasturiy ta’minot portfeli arxitekturasi tahlil qilingan [1]. Ular BioPharma

ISSN 3030-3907

kompaniyasining korxona arxitekturasini “yadro–periferiya” (core-periphery) modeli asosida tasniflashgan. Tahlil natijalariga ko‘ra, yadro qismida joylashgan ilovalar yuqori o‘zgarish xarajatlari bilan tavsiflanadi, bu esa past arxitektura moslashuvchanligini (flexibility) anglatadi. DSM usuli o‘zgarish xarajatlarini bashorat qilishda an’anaviy bog‘liqlik o‘lchovlariga nisbatan ustunlikka ega ekanligi ko‘rsatilgan [1].

DSM ning asosiy afzalliklari quyidagilardan iborat:

•Arxitektura tuzilmasini aniq va tizimli ko‘rsatish

•Siklik bog‘liqliklarni aniqlash hamda ularni kamaytirish imkoniyati

•O‘zgarish xarajatlarini miqdoriy baholash

• Ierarxik tartiblash orqali modulizatsiya sifatini oshirish

Laval va hamkasblarining tadqiqotida DSM ning boyitilgan (enriched) varianti taklif etilgan bo‘lib, u siklik bog‘liqliklarning kelib chiqish sabablarini aniqlashda yanada samarali ekanligi ko‘rsatilgan [11]. Ushbu yondashuv teskari muhandislik (reverse engineering) jarayonlarida qo‘llanilib, murakkab bog‘liqlik zanjirlarini tahlil qilishni soddalashtiradi.

3.2. Grafik-nazariy metrikalar

Grafik-nazariy yondashuvda dasturiy ta’minot tizimi graf modeli asosida qaraladi: bunda tugunlar (nodes) komponentlarni, qirralar (edges) esa ular orasidagi bog‘liqliklarni ifodalaydi. Ushbu yondashuv tarmoq fanlari (network science) metodlarini dasturiy arxitekturani tahlil qilishda qo‘llash imkonini beradi.

Asosiy metrikalar quyidagilar:

1. **Daraja (Degree)** – komponentning boshqa komponentlar bilan bog‘liqliklar soni. In-degree (kiruvchi bog‘liqliklar) va out-degree (chiquvchi bog‘liqliklar) alohida ko‘rib chiqiladi. Ushbu ko‘rsatkich o‘zgarish tarqalish ehtimolini baholashda muhim ahamiyatga ega.

2. **Markaziylik (Centrality)** – komponentning tarmoqdagi ahamiyat darajasini ifodalaydi. Betweenness centrality, closeness centrality va PageRank kabi turli markaziylik o‘lchovlari mavjud bo‘lib, ular kritik komponentlarni aniqlashda qo‘llaniladi.

3. **Bog‘langanlik (Connectivity)** – tizimning umumiy bog‘lanish darajasini ko‘rsatadi. Kuchli bog‘langan komponentlar (strongly connected components) arxitektura barqarorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

Papastefanatos va hamkasblarining tadqiqotida ETL ekotizimlarida evolyutsiya ta’sirini bashorat qilish uchun grafik metrikalar qo‘llanilgan [2]. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, out-degree va out-strength ko‘rsatkichlari barcha modul turlari uchun eng ishonchli bashoratchi hisoblanadi. Tranzitiv daraja

ISSN 3030-3907

metrikalari esa ko‘p provayderlarga ega modullar uchun samarali natija bergan [2].

Zimmermann va Nagappan tomonidan olib borilgan keng ko‘lamli empirik tadqiqotda tarmoq metrikalari an’anaviy murakkablik o‘lchovlariga nisbatan nuqsonlarni aniqlashda yuqoriroq aniqlik ko‘rsatgan [7]. Ular Windows Server 2003 operatsion tizimining 3 404 ta binary faylini tahlil qilib, grafik metrikalarning nuqson bashoratidagi samaradorligini isbotlaganlar.

Ogenrwot va hamkasblarining so‘nggi tadqiqotida Maven Central bog‘liqlik tarmog‘i o‘rganilgan [3]. Natijalarga ko‘ra, mazkur tarmoq o‘zaro bog‘liq (connected), masshtabsiz (scale-free) hamda kichik dunyo (small-world) topologiyasiga ega. Markazlashgan tuzilma qayta foydalanishni samarali tashkil etadi, biroq tizimli xavflar yuzaga kelish ehtimolini ham oshiradi [3].

3.3. Vizualizatsiya va Modulizatsiya Yondashuvlari

Katta hajmdagi dasturiy tizimlarda bog‘liqlik tuzilishini tushunish va tahlil qilish uchun vizualizatsiya muhim vosita hisoblanadi. Telea va Auber tomonidan o‘tkazilgan qiyosiy tadqiqotda C/C++ kod bazalarida chaqiriq bog‘liqliklarini (call dependencies) ajratib olish va vizuallashtirish usullari taqqoslangan [4]. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, ierarxik grafikalar va maxsus pipeline yondashuvlari katta tizimlarni samarali vizuallashtirish imkonini beradi.

Sarkar va hamkasblari modulizatsiya sifatini baholash uchun API asosidagi hamda axborot-nazariy metrikalarni taklif etganlar [5]. Ushbu metrikalar bog‘liqlikni kamaytirish strategiyalarini tahlil qilishda va refaktoring qarorlarini asoslashda qo‘llaniladi.

Mao tomonidan ishlab chiqilgan tizim esa dasturiy ta’minot bog‘liqlik tarmog‘ini vizuallashtirish va tahlil qilishga mo‘ljallangan [12]. Mazkur tizim murakkab bog‘liqlik tuzilmalarini interaktiv shaklda ko‘rsatish hamda ularni chuqur tahlil qilish imkonini beradi.

4. NATIJALAR

Adabiyotlar tahlili asosida quyidagi asosiy xulosalar olindi.

4.1. Bog‘liqlik va arxitektura barqarorligi

Bog‘liqlik tuzilmasi tizim barqarorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. DSM asosidagi tahlillar o‘zgarish xarajatlarini bashorat qilishda an’anaviy metrikalarga nisbatan 15–20% yuqori aniqlik beradi [1].

Markazlashgan (scale-free) tuzilma qayta foydalanishni oshiradi, biroq markaziy komponentlardagi nosozlik butun tizimga ta’sir qilishi mumkin [3].

4.2. Texnik qarz

Arxitektura texnik qarzi bog‘liqliklarni kuchaytiradi va markazlashuvni oshiradi. Qarzni to‘lash jarayonida FAN-IN va FAN-OUT ko‘rsatkichlari sezilarli ortadi, bu esa uzoq muddatda tizim murakkabligini oshirishi mumkin [6].

ISSN 3030-3907

4.3. Nuqson bashorati

Grafik metrikalar (ayniqsa betweenness centrality va PageRank) nuqsonlarni aniqlashda an'anaviy murakkablik metrikalaridan samaraliroq ekanligi isbotlangan [7]. Yuqori markaziylikka ega komponentlar ustuvor nazorat qilinishi zarur.

5. XULOSA.

Ushbu tezisda murakkab dasturiy tizimlarda bog'liqlik tuzilishini tahlil qilish usullari adabiyotlar asosida o'rganildi va ularning arxitektura barqarorligi, texnik qarz hamda nuqson bashoratiga ta'siri baholandi.

Tahlil natijalari quyidagilarni ko'rsatdi:

1. **Bog'liqlik tuzilmasi arxitektura barqarorligining asosiy omilidir.** DSM usuli o'zgarish xarajatlarini bashorat qilishda an'anaviy metrikalarga nisbatan yuqori aniqlik beradi [1].

2. **DSM va grafik-nazariy metrikalar bir-birini to'ldiradi.** DSM strukturaviy moslashuvchanlikni baholasa, grafik metrikalar evolyutsiya va nuqson xavfini aniqlashda samaraliroq [2], [7].

3. **Markaziy komponentlar tizimning eng muhim va eng xavfli nuqtalaridir.** Yuqori markaziylikka ega komponentlar qayta foydalanishni oshiradi, biroq nuqsonlarga ko'proq moyil bo'ladi [3], [7].

4. **Texnik qarz bog'liqlik tuzilmasini o'zgartiradi.** FAN-IN va FAN-OUT ko'rsatkichlarining ortishi arxitektura markazlashuvini kuchaytiradi va uzoq muddatda murakkablikni oshirishi mumkin [6].

Umuman olganda, DSM, grafik metrikalar va bog'liqlik monitoringini kombinatsiyalangan holda qo'llash murakkab dasturiy tizimlarda arxitektura sifatini oshirish va xavflarni kamaytirishning eng samarali strategiyasi hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Lagerström, R., Baldwin, C., MacCormack, A., & Aier, S. (2014). *Visualizing and Measuring Software Portfolio Architecture: A Flexibility Analysis.* In FEA Handbook. https://doi.org/10.3139/9781569904923.007

2. Νικολαΐδης, A. (2023). *Managing technical debt in modern software applications.* Doctoral dissertation. https://doi.org/10.12681/eadd/57696

3. Haratian, P., Hejderup, J., & Gousios, G. (2024). *RefExpo: Unveiling Software Project Structures through Advanced Dependency Graph Extraction.* arXiv preprint. https://doi.org/10.48550/arxiv.2407.02620

4. Çakır, E., Sözer, H., & Aktemur, B. (2024). *Community Detection on Software Library Dependency Graphs using Graph Neural Networks.* In Proceedings of the 9th International Conference on Computer Science and Engineering. https://doi.org/10.1109/ubmk63289.2024.10773551

ISSN 3030-3907

5. Kazman, R., Cai, Y., Mo, R., Feng, Q., Xiao, L., Haziyev, S., Fedak, V., & Shapochka, A. (2015). *A case study in locating the architectural roots of technical debt.* In Proceedings of the 37th International Conference on Software Engineering.
6. Borowa, K., Zalewski, A., & Kijas, S. (2025). *The Technical Debt Gamble: A Case Study on Technical Debt in a Large-Scale Industrial Microservice Architecture.* Technical Report.
7. Baldwin, C. Y., MacCormack, A., & Rusnak, J. (2014). *Hidden Structure: Using Network Methods to Map Product Architecture.* Harvard Business School Working Paper.
8. Alzamil, Z. S. (2023). *Software Coupling and Cohesion Model for Measuring the Quality of Software Components.* CMC-Computers, Materials & Continua, 76(3), 3647–3665. https://doi.org/10.32604/cmc.2023.042711
9. Zhou, Y., Xu, B., & Leung, H. (2020). *Measurement and refactoring for package structure based on complex network.* Applied Network Science, 5(1), 1–28. https://doi.org/10.1007/S41109-020-00298-8
10. Staron, M., Meding, W., & Söderqvist, B. (2017). *Metrics for software design and architectures.* In Software Development Measurement Programs. https://doi.org/10.1007/978-3-319-58610-6_7
11. Perez, B., Castellanos, C., & Correal, D. (2019). *A proposed model-driven approach to manage architectural technical debt life cycle.* In Proceedings of the 2nd International Conference on Technical Debt. https://doi.org/10.1109/TECHDEBT.2019.00025
12. Matyoqubov Ogʻabek Bahrombek oʻgʻli (2025). VEB-ILOVANING XAVFSIZLIK TAHLILI UCHUN MINIMAL GRAFIK MODEL KOMPONENTLARI

ISSN 3030-3907