



TOSHKENT DAVLAT  
IQTISODIYOT UNIVERSITETI

BIG  
DATA

**RAQAMLI IQTISODIYOT**  
**VA AXBOROT**  
**TEXNOLOGIYALARI**

**2022**

*ELEKTRON ILMIY JURNALI* MAXSUS SON/2



### **МУАССИС | FOUNDER**

Тошкент давлат иқтисодиёт университети  
Tashkent State University of Economics

### **ТАҲРИР КЕНГАШИ РАИСИ | CHAIRMAN OF THE EDITORIAL BOARD**

Шарипов Конгратбой Аvezимбетович – т.ф.д., профессор  
Sharipov Kongratboy Avezimbetovich – doctor of technical sciences, professor

### **БОШ МУҲАРРИР | EDITOR-IN-CHIEF**

Абдуллаев Мунис Курбонovich – и.ф.ф.д. (PhD), доцент  
Abdullayev Munis Kurbonovich – PhD, docent

### **БОШ МУҲАРРИР ЎРИНБОСАРИ | DEPUTY CHIEF EDITOR**

Вафоев Бобуржон Расулович – и.ф.н., доцент  
Vafoev Boburjon Rasulovich – PhD, docent

### **МАСЪУЛ КОТИБ | EXECUTIVE SECRETARY**

Л.А. Аблазов | Ablazov L.A.

### **ВЕБ-АДМИНИСТРАТОР | WEBMASTERS:**

Н.Я. Нурсаидов, А.Ш. Махмудов | Nursaidov N.Ya., Makhmudov A.Sh.

### **ТАҲРИРИЯТ АЪЗОЛАРИ | EDITORIAL BOARD**

С.С. Гулямов – и.ф.д., академик.  
Б.А. Бегалов – и.ф.д., профессор.  
М.П. Эшов – и.ф.д., профессор.  
О.Қ. Абдурахмонов – и.ф.д., доцент.  
К.Б. Ахмеджанов – и.ф.д., профессор.  
И.М. Алимардонов – и.ф.д., доцент.  
Р. Салиходжаев – и.ф.ф.д. (PhD).  
Проф. Холназар Амонов (Чехия).  
Проф. Ҳамид Эргашев (Англия).  
Проф. Карина Татек Банетти (Чехия).  
Проф. Одиложон Абдураззаков  
(Германия).  
Проф. Эко Шри Маргианти  
(Индонезия).  
Проф. Дмитрий Назаров (Россия).  
Проф. Н.М. Сурнина (Россия).  
Проф. Марк Розенбаум (АҚШ).  
PhD. Абдул-Рашид (Афғонистон).

PhD. Аҳмед Мохамед Азиз Исмоил  
(Миср)  
PhD. Бекзод Саидов – (АҚШ).  
А.А. Исмаилов – и.ф.д., профессор.  
И.Е. Жуковская – и.ф.д. (DSc),  
профессор.  
Т.С. Кучкоров – и.ф.д. (DSc),  
профессор.  
Р.А. Дадабаева – и.ф.н., доцент.  
Ш.И. Хашимходжаев – и.ф.н., доцент.  
А.А. Абидов – т.ф.н., доцент.  
И.М. Абдуллаева – и.ф.н., доцент.  
Н.Б. Абдусаломова – и.ф.д. (DSc),  
профессор.  
Р.Х. Насимов – т.ф.н., доцент.  
А.Б. Бобожонов – и.ф.ф.д. (PhD).  
С.О. Хомидов – и.ф.ф.д. (PhD).  
Ш.С. Егамбердиев – и.ф.ф.д. (PhD).



## МУНДАРИЖА

<b>Шарипов Конгратбой Авезимбетович, Каримова Ширин Зоҳид қизи</b> ЭЛЕКТРОН ТИЖОРАТНИ РИВОЖЛАНТИРИШ ТЕНДЕНЦИЯЛАРИ .....	6
<b>Eshov Mansur Po‘latovich, Abdullayev Munis Kurbonovich, Rizayeva Farangiz Xoldorovna</b> BLOCKCHAIN TECHNOLOGIYALARINING OLIY TA'LIM TIZIMIDA QO'LLASH AFZALLIKLARI .....	11
<b>Абдурахмонова Гулнора Қаландаровна, Зарипов Баҳодир Бобомурод ўғли</b> ТИЗИМЛИ ЁНДАШУВ АСОСИДА БУЛУТЛИ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ХИЗМАТЛАРИНИ ТАНЛАШ БЎЙИЧА ҚАРОРЛАРНИ ҚЎЛЛАБ-ҚУВВАТЛАШ МЕТОДОЛОГИЯСИ .....	19
<b>Yuldashev Maqsudjon Abdullayevich, Maxmudov Abbas Sherali o'g'li, Homidov Hamdam Hasan o'g'li</b> IQTISODIYOTNI RIVOJLANTIRISHDA RAQAMLI TECHNOLOGIYALARDAN FOYDALANISH SAMARADORLIGI .....	26
<b>Акбаров Нодир Гафурович, Вафоев Бобуржон Расулович, Юсуфжанов Нурмухаммад Жаҳонгир ўғли</b> СПОРТ МАРКЕТИНГИНИНГ ЗАМОНАВИЙ ТЕНДЕНЦИЯЛАРИ .....	33
<b>Abduvohidov Abdumalik Mahkamovich, Parpieva Rano Abdurasulovna</b> FOREIGN EXPERIENCE IN ORGANIZING REMOTE BANKING SERVICE .....	39
<b>Abdulakhatov Muzaffar Mashrabjon ugli, Jaloliddinova Madina Sirojiddin kizi</b> THE MAIN IMPACTS OF DIGITAL TRANSFORMATION ON SMALL TO MEDIUM-SIZED BUSINESS ENTERPRISES .....	43
<b>Абдуллаев Мунис Курбонovich, Абдурахмонова Барно</b> РАҚАМЛИ ИҚТИСОДИЁТНИ РИВОЖЛАНТИРИШДА ХОРИЖИЙ МАМЛАКАТЛАР ТАЖРИБАСИ .....	48
<b>Абидов Абдужаббор Абдухамидович</b> ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ .....	54
<b>Алимов Раимжон Хақимович, Шамсиева Ф.М.</b> ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИГА КИРИТИЛАЁТГАН ИНВЕСТИЦИЯЛАРНИ МЕВА- САБЗАВОТ ЕТИШТИРИШГА ТАЪСИРИНИ МОДЕЛЛАШТИРИШ ВА ПРОГНОЗЛАШ .....	59
<b>Амиров Лочинбек Файзуллаевич, Аскарова Мавлуда Турабовна</b> СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ АГРАРНОГО СЕКТОРА РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН .....	65
<b>Ахунова Маърифат Хақимовна</b> ЯНГИ ЎЗБЕКИСТОННИНГ РАҚАМЛАШУВИ: МУАММО ВА ЕЧИМЛАР .....	74
<b>Ashurov Zufar Abdulloevich, Butikov Igor Leonidovich</b> MULTIPLE LISTING SERVICE – A DIGITAL TECHNOLOGY FOR REAL ESTATE MARKET OF UZBEKISTAN .....	78
<b>Бекмуродов Н.Х.</b> ИНСОН РЕСУРЛАРИНИ СТРАТЕГИК БОШҚАРИШДА ЗАМОНАВИЙ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ВА УЛАРНИ ТАТБИҚ ЭТИШ ЙЎЛЛАРИ .....	82

<b>Davletova Durдона, Buranova Jazira</b> DIGITAL ECONOMY: INFLUENCE IN ECONOMY DURING THE PANDEMIC .....	86
<b>Дадабаева Раъно Акромовна</b> ФОРМИРОВАНИЕ СТРАТЕГИИ ОРГАНИЗАЦИИ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛИЗАЦИИ ..	91
<b>Jamalova Gulnora Gulomovna, Aymatova Farida Khurazovna</b> DIGITAL ECONOMY AS A NEW PERIOD OF GLOBALIZATION .....	94
<b>Жахонгиров Илимдоржон Жахонгиржон ўғли</b> МАМЛАКАТИМИЗДА СОҒЛИҚНИ САҚЛАШ МУАССАСАЛАРИНИ МОЛИЯЛАШТИРИШ ТИЗИМИ САМАРАДОРЛИГИНИ ОШИРИШ ЙЎНАЛИШЛАРИ .....	100
<b>Zhukovskaya Irina Evgenievna, Khashimkhodzhaev Sharafutdin Ishankhodzhaevich</b> THE MAIN DIRECTIONS FOR IMPROVING THE QUALITY OF HIGHER EDUCATION IN THE CONTEXT OF DIGITAL TRANSFORMATION .....	109
<b>Зарипова Мукадас Джумаёзовна</b> ПРОФЕССОР-ЎҚИТУВЧИЛАР ТАРКИБИ СИФАТИНИ БАҲОЛАШ КўРСАТКИЧЛАРИ ВАЗН КОЭФФИЦИЕНТЛАРИНИ АНИҚЛАШДА ЭКСПЕРТ СЎРОВ УСУЛИДАН ФОЙДАЛАНИШ .....	114
<b>Karimova Shirin Zohid qizi</b> ELEKTRON TIJORAT DO‘KONLARIDA 3D TEXNOLOGIYALARINI QO‘LLASH .....	125
<b>Касимов Азамат Абдукаримович</b> САНОАТ 4.0 НИНГ РИВОЖЛАНИШИ ВА УНИНГ ИҚТИСОДИЁТНИ РАҚАМЛАШТИРИШДАГИ ЎРНИ .....	129
<b>Қодиров Фаррух Эргаш ўғли, Мухитдинов Х.С.</b> АҲОЛИГА ТИББИЙ ХИЗМАТ КўРСАТИШДАН ОЛИНГАН ДАРОМАД ВА ХАРАЖАТЛАРНИ БИЗНЕС ИННОВАЦИОН МОДЕЛИ .....	136
<b>Кулматова Сайёра Сафаровна, Рихсимбаев Одилжон Кабилджанович</b> ВОПРОСЫ ЦИФРОВИЗАЦИИ МАШИННО-ТРАКТОРНЫХ ПАРКОВ В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ .....	142
<b>Kuchkarov Tahir Safarovich, Sultanov Ruslan Rustamovich</b> RESEARCH AND DESIGN STRUCTURE AND FORMAL MODEL OF INFORMATION SYSTEM FOR MANAGING EDUCATIONAL SYSTEM AND E-CONTENT DESIGN BASED ON ELEMENTS OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE .....	147
<b>Мирзакаримова Муhabбатхон Махмуд қизи</b> БАРКАМОЛ АВЛОД БОЛАЛАР МАКТАБЛАРИ ТИЗИМИ УЧУН МУЛЬТИМЕДИАЛИ МАСОФАВИЙ ТАЪЛИМ ПЛАТФОРМАСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ .....	156
<b>Назаров Дмитрий Михайлович, Шкрадюк А.Д.</b> ТЕХНОЛОГИЯ OSINT: ОБЗОР СЕРВИСОВ С ОТКРЫТЫМ ИСХОДНЫМ КОДОМ .....	167
<b>Nuraliev Faxriddin Murodillaevich, Giyosov Ulugbek Eshpulatovich, Ibodullaev Sardor</b> Narsiddin o‘g‘li TA'LIMNING VIRTUAL OLAMDAGI KO‘RINISHI UCHUN 3D OBEKTLARNI JOYLASHTIRISH VA FOYDALANISH USULLARI .....	172

<b>Nursaidov Nurmukhammad Yashnar ugli</b> USING MOBILE DEVICES FOR LANGUAGE LEARNING .....	177
<b>Olimov Maksudjon Komiljon ugli</b> SPECIFIC CHARACTERISTICS OF MODERNIZATION OF INDUSTRIAL PRODUCTION BRANCHES AND IMPLEMENTATION OF “INDUSTRY 4.0” CONCEPT .	183
<b>Ортиков У.А.</b> СУЩНОСТЬ И НЕОБХОДИМОСТЬ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУДА В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ .....	188
<b>Отажанов Умид Абдуллаевич, Нуруллаева Шахноза Тохтасиновна, Сайдуллаева Саодат, Исакова Наима</b> ЎУДУДЛАРНИНГ ИЖТИМОЙ-ИҚТИСОДИЙ САЛОҲИЯТИНИ ЗАМОНАВИЙ БАҲОЛАШ УСУЛИНИ ТАДБИҚИ .....	193
<b>Паязов Мурод Максудович</b> ХИЗМАТЛАР СОҲАСИНИ РАҚАМЛИ ТРАНСФОРМАЦИЯЛАШ: МУАММО ВА ЕЧИМЛАР .....	201
<b>Пилипенко Елена Федоровна, Белалова Гузаль Анваровна</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В МАРКЕТИНГОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ .....	207
<b>Рўзиева Дилобар Исомжоновна</b> РАҚАМЛИ ИҚТИСОДИЁТ ШАРОИТИДА КИЧИК БИЗНЕС СУБЪЕКТЛАРИ ФАОЛИЯТИНИ РАҚАМЛИ ТЕХНОЛОГИЯЛАР АСОСИДА РИВОЖЛАНТИРИШ ЙЎНАЛИШЛАРИ .....	214
<b>Сабиров Ойбек Шавкатбекович, Эргашова Наргиза Бобохоновна</b> ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИК МАҲСУЛОТЛАРИ ИШЛАБ ЧИҚАРИШНИ РИВОЖЛАНТИРИШДА РАҚАМЛИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДАН ФОЙДАЛАНИШ .....	219
<b>Саидназаров Фирдавс Абдуллоевич</b> КОРХОНАЛАРДА УЗОҚ МУДДАТЛИ МОЛИЯВИЙ СТРАТЕГИЯНИНГ АМАЛИЙ- УСЛУБИЙ АСОСЛАРИ (Ўзбекгидроэнерго АЖ мисолида) .....	227
<b>Салайев Расул Шавкатович</b> ТИЖОРАТ БАНКЛАРИДА РАҚАМЛИ АКТИВЛАР МУОМАЛАСИНИНГ КОНЦЕПТУАЛ ЁНДАШУВЛАРИ ВА ЎЗИГА ХОС ХУСУСИЯТЛАРИ .....	237
<b>Темиров Абдулазиз Алимжанович</b> АКЦИЯДОРЛИК ЖАМИЯТЛАРИ ФАОЛИЯТИГА РАҚАМЛИ БОШҚАРУВНИ ЖОРИЙ ЭТИШ ИСТИҚБОЛЛАРИ .....	249
<b>Тўхсанов Қудратилло Нозимович</b> ПАНДЕМИЯДАН КЕЙИНГИ ДАВРДА РАҚАМЛИ МОЛИЯЛАШТИРИШНИ РИВОЖЛАНТИРИШНИНГ ЗАМОНАВИЙ ИМКОНИЯТЛАРИ .....	254
<b>Файзиева Муяссарзода Ханчаровна</b> РАҚАМЛИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРНИ ЎЗБЕКИСТОНДАГИ ТИЖОРАТ БАНКЛАРИ ФАОЛИЯТИГА ТАЪСИРИНИ БАҲОЛАШ .....	259
<b>Файзуллаева Нилуфар Садуллаевна</b> ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИИ И РАЗВИТИЕ ОБРАЗОВАНИЯ .....	268
<b>Хашимова Дилёра Пахритдиновна, Мирзиёдова Гульнозахон Аюбхон кизи</b> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ ЦИФРОВОГО МАРКЕТИНГА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ПРОДВИЖЕНИЯ ТОВАРОВ ТОРГОВОГО ПРЕДПРИЯТИЯ .....	272

<b>Хидиров Темур Қахрамон ўғли</b> СУТНИ ҚАЙТА ИШЛАШ КОРХОНАЛАРИНИ РАҚАМЛИ ТЕХНОЛОГИЯЛАР ВА КЛАСТЕР ТИЗИМИ АСОСИДА РИВОЖЛАНТИРИШ .....	278
<b>Xodjayeva Mavlyuda Sabirovna, Saydakhmedova Barno Batirovna</b> TA'LIMDA RAQAMLI TECHNOLOGIYALARDAN SAMARALI FOYDALANISHNING AHAMIYATI .....	285
<b>Хужакулов Хаитмурат Джавлиевич, Аюбджанов Аббас Хасилович</b> ЎЗБЕКИСТОНДА ИҚТИСОДИЁТ ТАРМОҚЛАРИ РИВОЖЛАНИШИНИ СТАТИСТИК БАҲОЛАШДА РАҚАМЛИ ТЕХНОЛОГИЯЛАРДАН ФОЙДАЛАНИШ ....	293
<b>Хакимова Муҳаббат Файзиевна, Тўрабеков Фарход Санакулович</b> ЭЛЕКТРОН ТАЪЛИМ МУҲИТИДА АРАЛАШ ЎҚИТИШНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ	300
<b>Shermuhamedov Abbos Toirovich, Ablazov Lazizbek Abdigosimovich</b> OLIIY TA'LIMDA BULUT TECHNOLOGIYALARINING IMKONIYATLARI .....	306
<b>Shoaxmedova Nozima Hayrullayevna, Abdullaeva Iroda Maxmudjanovna, Mannanova Shaxida Gaybullayena, Yusupova Dilbar Mirabidovna</b> SUN'IY INTELLEKT YORDAMIDA SOXTA KONTENTLARNI ANIQLASH USULLARI ..	311
<b>Юлдашев Абдухаким Абдукаримович</b> КИЧИК ЁҒ-МОЙ КОРХОНАЛАРИДА ТАЪМИНОТ ЗАНЖИРИНИ БОШҚАРИШДА РАҚАМЛИ ЛОГИСТИК ЭКОТИЗИМЛАРИДАН ФОЙДАЛАНИШНИ САМАРАДОРЛИГИ .....	317
<b>Yuldasheva Nilufar Abduvakhidovna</b> THE CONCEPT OF THE STRATEGY OF INNOVATIVE AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL ENTERPRISES IN THE DIGITAL ECONOMY .....	322
<b>Юлдошев Улугбек Аскар ўғли</b> РАҚАМЛИ ИҚТИСОДИЁТ ШАРОИТИДА ЖИСМОНИЙ ТАРБИЯ ВА СПОРТ СОҲАСИДА ДАВЛАТ-ХУСУСИЙ ШЕРИКЛИК .....	327
<b>Юсупов Муҳиддин Соатович</b> УКРЕПЛЕНИЕ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПУТЕМ РАЗВИТИЯ ЦИФРОВОГО И УМНОГО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В УЗБЕКИСТАНЕ .....	334
<b>Юсупов Мансур Махаммаджон угли, Шоахмедова Нозима Хайруллаевна</b> АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ УЗБЕКИСТАН .....	345
<b>Якубов Максадхон Султаниязович, Шарифжанова Нилуфар Муратжановна</b> МЕХАНИЗМЫ РЕАЛИЗАЦИИ МЕТОДОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ РАЗРАБОТЧИКОВ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ .....	352
<b>Асадов Жасур Абдужабборович</b> РАҚАМЛИ ИҚТИСОДИЁТ ШАРОИТИДА АҲОЛИНИНГ МОЛИЯВИЙ САВОДХОНЛИГИНИ ОШИРИШГА ОИД ХОРИЖИЙ ТАЖРИБА .....	361
<b>Homidov Hamdam Hasan o'g'li, Vafoyev Boburjon Rasulovich, Maxmudov Abbos Sherali o'g'li</b> SUN'IY INTELLEKT TECHNOLOGIYALARINI QISHLOQ XO'JALIGI FAOLIYATIDA TADBIQI .....	367
<b>Norboeva Nafisa Erkinovna</b> EFFICIENT USE OF CLOUD TECHNOLOGIES IN THE ACTIVITIES OF ENTERPRISES AND ORGANIZATIONS .....	372



# ДИАГНОСТИКА СОСТОЯНИЯ И ВОССТАНОВЛЕНИЯ РАБОТОСПОСОБНОСТИ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

**Абидов Абдужаббор Абдухамидович**

ТГЭУ, доцент кафедры «Цифровая экономика и информационные технологии», к.т.н.

## **Аннотация**

*Рассмотрены вопросы повышения эксплуатационной надежности ПО узла адаптивной коммутации функционирующий в системе реального масштаба времени. Анализированы методы обнаружения ошибок, диагностики состояния работоспособности, и методы восстановления готовности систем. Затрагиваются вопросы тестирования программной продукции и выработаны рекомендации по использованию рассмотренных методов надежности ПО систем реального времени.*

## **Ключевые слова**

*Надежность, работоспособность, готовность ПО, верификация, доказательства правильности программ, тестирование, диагностика, защита информации, методы обнаружения, восстановления, узел адаптивной коммутации*

## **Введение**

В большинстве случаев система характеризуется чрезвычайно сложным многоцелевым программным обеспечением, осуществляющим различные виды информационных работ. Поэтому очень важной характеристикой архитектуры системы является также ее программная структура. Эту структуру образуют взаимосвязанные программы процесса обработки информации, доступ к этому процессу, диагностика неисправностей оборудования, передача информации, управление каналом и т.д.

Таким образом, архитектура системы является концепцией взаимосвязи большого числа различного типа элементов. Она в основном характеризуется переплетением физической, логической и программной структур этой системы. Это переплетение определяется размещением логических модулей в вычислительных машинах, синтезом этих модулей из наборов взаимосвязанных программ, реализацией программ в полупроводниковых кристаллах, контроллерах, аппаратуре передачи данных и т.д.

Методы, предназначенные для повышения надежности программного обеспечения, разделяются на две группы: методы предотвращения ошибок и методы, используемые для восстановления ПО после появления ошибки [1]. К первой группе методов относятся: структурное программирование, доказательства правильности программ, верификация критических модулей программ. Ко второй – методы обнаружения, диагностики и восстановления нормального состояния ПО.

В настоящей работе будут рассмотрены вопросы повышения эксплуатационной надежности ПО узла адаптивной коммутации (АК), ввиду чего будут проанализированы работы, относящиеся к методам, отнесенным ко второй группе.

## **Методология**

Для обеспечения надежного функционирования ПО систем р.м.в. используется избыточность. Существует три вида избыточности: временная, информационная, программная [2,3,4]. Временная избыточность, заключается в наличии резервного времени, превышающего минимально необходимое для выполнения программы с контролем и восстановлением вычислительного процесса в случае возможной ошибки. Как утверждается в [3], резервное время в системе р.м.в. для контроля и восстановления процесса или данных заранее не устанавливается. Это время обеспечивается за счет резерва, либо за счет сокращения времени решения функциональных задач [2,5].

Другой вид избыточности – информационная, состоит в дублировании данных и программ. При этом избыточность вносится как в память, так и во внешнюю память (хард, например). В оперативной памяти содержатся копии часто изменяемых данных. Во внешней памяти содержатся копии программ

и параметры, которые нельзя дублировать из-за частоты изменений или же большого объема.

Еще один вид избыточности – программная, используется для контроля и обеспечения достоверности наиболее важных решений по управлению и обработке информации. Она заключается в применении нескольких вариантов программ, различающихся методами решения некоторой задачи или программной реализацией одного и того же метода.

Выявление ошибок в ПО обеспечивается за счет контроля. В работах [4,6] описываются три основных подхода к реализации программного контроля.

1. Наблюдение сохранности структур данных в процессе функционирования.
2. Контроль состояния и динамики исполнения систем.

3. Использование некоторых показателей и характеристик для определения правильности функционирования системы р.м.в. Например, когда время отклика, производительность или время выполнения выходят за установленные пределы, считается, что в системе имеет место ошибка. Эти три вида наблюдений можно проводить непрерывно, периодически или в случае возникновения подозрения о наличии ошибки. Средства, позволяющие провести такие наблюдения для повышения надежности ПО систем р.м.в., основываются на методах обнаружения, диагностики и восстановления, которые реализуются в три этапа.

На первом этапе реализуются методы обнаружения ошибок, служащие для повышения надежности ПО систем р.м.в., которые описаны в [3,7,4,1]. Эти методы позволяют контролировать:

– состояние и сохранность программ во внутренней и внешней памяти вычислительной системы (ВС);

– динамику процесса исполнения программ и сохранения логической связи между компонентами комплекса программ при рабочем функционировании;

– состояние и изменения данных в памяти ВС.

Контроль состояния и динамики исполнения программ, сохранения логической связи между компонентами комплекса программ при рабочем функционировании производится путем проверки по времени и по предшествованию. Метод проверки по времени основан на установке таймеров для подачи аварийного сигнала по истечении времени, достаточного для выполнения системой своих функций в случае правильного функционирования. Метод контроля по предшествованию ("эстафетных гонок") обеспечивает обнаружение непредусмотренных между подпрограммами переходов из-за ошибок в программах или сбоях аппаратуры. Для этого проверяемая программа в начале своего исполнения записывает в специальную ячейку код, характеризующий ее включение ("эстафетная палочка"). Перед завершением программы проверяется правильность этого кода.

#### 4. Результаты исследования

В ПО узла адаптивной коммутации предусмотрено [8] использование метода проверки по времени для передачи и управления пакетами по сети. Метод "эстафетных гонок" можно использовать для контроля последовательности выполнения задач – блоков ПО узла адаптивной коммутации.

Методы обнаружения, служащие для контроля состояния и изменения данных в памяти ВС с целью повышения надежности ПО систем р.м.в. составляют проверки [3,4,9];

– по контрольной сумме (МОКС);

– путем сравнения с копией (МОСК);

– по предельным значениям (МОПР);

– по смыканию списка по номенклатуре (МОСС);

– путем поэлементного сравнения текущих и начальных значений (МОЭСР);

– по смыслу (МОСМ);

– по модулю (МОМД).

При реализации метода обнаружения по контрольной сумме каждая программа, изменяющая структуру данных, изменяет и контрольную сумму этой структуры. Затем с помощью программы, осуществляющей проверку, производится сравнение контрольных сумм (КС).

Этот метод позволяет фиксировать ошибку в поле данных, однако он не дает возможности обнаруживать местонахождения ошибки.

Для определения этого параметра более эффективным является метод сравнения с копией, который базируется на информационной избыточности.

В работе [4] указывается ценность метода предельных значений для защиты адресаций поля данных и значений величин, если известен их диапазон изменения.

Метод по смыканию списка заключается в проверке текущего значения параметра со списком



возможных его значений. Он не подходит для сетевых задач из-за большого времени, требуемого для сравнения, и достаточно большого объема информационной избыточности. Например, для проверки одного параметра требуется хранить все возможные его значения и время для сравнения с каждым из них.

Метод элементного сравнения текущих и начальных значений, в целом, не отличается от метода МОСК. Разница заключается в типе контролируемого данного и доступа к нему: в одном случае в МОСК контролируется параметр с доступом к нему по адресу; в другом случае массив в МОЭСР с доступом как по адресу, так и по индексу.

Также возможно использование метода МОСМ, заключающего в проверке значения параметров по смыслу.

Еще один метод обнаружения: контроль по модулю, позволяющий производить сравнение адреса поля памяти на кратность размером модуля.

Обобщая возможность методов обнаружения для контроля состояния и изменения данных в памяти можно заметить, что все они используют как информационную, так и временную избыточность.

Следующим этапом повышения надежности в системах р.м.в. можно указать диагностику программного обеспечения, которая определяет степень любого повреждения и вероятную причину сбоя для проведения соответствующих исправлений и полного восстановления [10,4,9].

В основном, в стадии диагностики, пользуются словарем (таблицей) диагностики [4], которая состоит из возможных ошибок, причин их и способов восстановления, применяемых в зависимости от степени сбоя.

В целом диагностику проводят в три этапа [4].

1. Грубая оценка серьезности ошибки и степени ее влияния на элементы системы и обрабатываемые данные.

2. Детальное изучение данных и точная оценка с целью определения полного объема повреждения и выявления причин ошибок,

3. Использования диагностического словаря.

При этом в системах с пакетами прикладных программ [1], когда время останова и исправления ошибок не имеет жесткого ограничения используются первые 2 этапа, а в системах р.м.в. – третий [4].

Такие словари создаются двумя способами. Во-первых, перед запуском системы создают последовательность возможных сбоев ВС и их признаки заносят в эти словари. Во-вторых, после запуска системы возникающие сбои, их признаки и действия по их устранению добавляются в словарь.

На этапе диагностирования в ряде работ [3,12,13,7,14,15,16] предлагается тестирование (тестовое диагностирование) ПО.

Анализ методов диагностики показывает, что сложность реализации диагностического словаря по сравнению с тестированием намного меньше. Это объясняется тем, что при тестировании на диагностику одной ошибки приходится количество тестов измеряемое десятками, тогда как причины одной неисправности в таблице диагностики будут занимать одну отроку.

На заключительном этапе осуществляется восстановления работоспособности программ. Если в системах разделения времени можно обойтись обнаружением и локализацией (выявления места) ошибок, то такой подход может быть неприемлем в системах р.м.в., в которых реакция системы на сбой должны происходить за минимально установленное время. Таким образом, этап восстановления является жизненно важной частью системы р.м.в.

Для проведения восстановительных работ в системах р.м.в. используются следующие методы (способы):

- дублирования данных (МВДБ) с контрольной суммой;
- троирование данных (МВТР);
- контрольных точек (контрольный перезапуск) (МВКТ);
- переинициализации данных (МВПИ);
- повторного счета (МВПС);
- восстановления за счет программной избыточности (МВПРИЗ).

При этом первые четыре метода: МВДБ, МВТР, МВКТ, МВПИ служат для восстановления состояния данных в памяти ВС, а остальные два метода МВПС, МВПРИЗ для восстановления программ, связей программных модулей ВС. Рассмотрим назначение, условия применения, преимущества и недостатки этих методов.

Метод МВДБ с КС предназначается для восстановления значений данных за счет копии. Для использования этого метода создают структуры данных. Вычисляют КС структуры и копии. Метод МВДБ с КС обычно реализуется сравнением копий и контрольных сумм.

Другой метод восстановления МВТР, требует хранения дополнительно двух копий контролируемой структуры данных. Восстановление в случае ошибок осуществляется за счет I-ой или 2-ой копии. Достоверность копии и оригинала определяется сравнением оригинала с копиями. При адекватности двух проверяемых, искаженным считается третий.

Некоторые системы р.м.в. периодически заносит состояние системы в память (часто, во внешнюю память) для того, чтобы иметь возможность перезапуска одного из таких состояний, в случае возникновения неисправности. Эта процедура известна как перезапуск от контрольной точки [12,5,17].

#### **Анализ исследования**

Известны две стратегии тестирования: структурное и функциональное. В первом случае [18,19] не принимается в расчет спецификация программ. Программа рассматривается в качестве "белого ящика" [12], и базируется на логической структуре программы [20]. Согласно второй стратегии программа рассматривается в качестве "черного ящика" [18,21], когда в расчет принимаются исключительно внешняя спецификация программы и сопряжения между модулями. В работе [12] указано о сложности составления тестов для прохождения по всем путям по первой стратегией, и для всех входных-выходных данных по второй стратегии. Более полный обзор с классификацией стадий, методов, способов, подходов тестирования ПО вычислительных систем приводится в [20,12,13,18,19,16].

При двух известных стратегиях тестирования – структурном и функциональном, последний является наиболее предпочтительным для тестирования ПО вычислительных сетей. Функциональное тестирование обеспечивает правильность работы ПО ВС, когда известны данные входных и выходных трактов, при этом по сравнению со структурным тестированием не требуется знание логической структуры программ.

Процесс разрушения приложений от неисправностей отличается от процесса («аппаратных») естественных недостатков. Очевидно, что копии программного обеспечения потерпят неудачу вместе, если будут выполняться с одинаковыми параметрами. Это показывает, что предположение о независимости не выполняется. И вероятность отказа копий программного обеспечения полностью зависит от текста оригинала. Это делает многие принципы отказоустойчивости оборудования неэффективными для программного обеспечения. Вместо того, чтобы использовать избыточных копий, надежность программного обеспечения может быть повышена за счет разнообразия разработки. А распространенным подходом для этого является так называемое программирование N-версии (рассмотренное в Avižienis [22], введено Chen и Avižienis [23]). В работе [24] предложена модель адаптации для ПО обработки структур данных статистической информации госорганов работающих в условиях возмущающей среды.

#### **Обсуждения и выводы**

Системы реального времени – это системы, в которых компьютер обязан своевременно реагировать на внешние возмущения. Программные продукты реального времени должны работать корректно даже при наличии сбоев. Отказоустойчивость может быть обеспечена либо аппаратным, либо программным обеспечением, либо временным резервированием.

Многие концепции проектирования надежности программного обеспечения адаптированы из старых и успешных методов аппаратной надежности. Применение методов аппаратной надежности к программному обеспечению должны быть сделаны с осторожностью, так как есть некоторые фундаментальные различия в характере аппаратного и программного обеспечения и процессах его отказа. Следовательно, хорошо зарекомендовавшие себя концепции надежности оборудования могут работать поразному (обычно не очень хорошо) для софта. Было даже предложено, чтобы «аппаратно-мотивированные меры такие как МТТФ (средняя наработка на отказ), МТВФ (средняя наработка до отказа) не должны использоваться для программного обеспечения без обоснования» [25].

#### **Литература**

1. Soi I.M. Aggarval K.K. Computer-cjvunication network reliability: trends and issues. - "Microelectronics and reliability", 1981, v.21, №1, pp.75-79
2. Креденцер Б.П. Прогнозирование надежности систем с временной избыточностью. – Киев: Науково думка, 1978. – 237с.
3. Липаев В.В. Надежность программных средств. – М.: Синтег, 1998. – 232 с.

4. Morgan D.E., Taylor D.J. A survey of methods of achieving reliable software. "Computer", 1977, v.10, №2, pp.44-53.
5. Карась В.М. Повышение устойчивости вычислительных процессов к сбоям ЭВМ программным способом. //Управляющие системы и машины, 1982
6. 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.
7. Шураков В.В. Надежность программного обеспечения систем обработки данных. – М.: Статистика, 1981. – 216 с.
8. Самойленко С.И., Ващилин Э.П., Фомин С.С., Солонина Н.Б. Экспериментальная сеть адаптивной коммутации МИЭМ-АК. Девятая Всесоюзная школа-семинар по вычислительным сетям. В кн. Принципы построения, протоколы и реализация вычислительных сетей. – Москва–Пушкино: 1984, ч.2.1.
9. Soi I.M., Gopal K. Some aspects of reliable software packages. –"Microelectronics and reliability", 1979, v.19, №4, pp.376-386.
10. Blount Marlin L. Modeling of diagnosis in fault-tolerant computer systems. The international conference on fault-tolerant computing. 1978, 21-23/Y, proc., pp.53-58.
11. Головкин Б.Л. Надежное программное обеспечение. // Зарубежная радиоэлектроника, 1978, № 12. – С.3-61.
12. Майерс Г. Искусство тестирования программ. – М.: Финансы и статистика, 1982.
13. Пархоменко П.П. Правильщиков П.А. Диагностирование программного обеспечения (обзор). – Автоматика и телемеханика, 1980, № I, с 103-121.
14. Kopets H. Systematic error treatment in real time software. Proc. JFAC world congress 6<sup>th</sup> Boston-Combrige. 1975. Proc. №4, 1975, pp.341/1-341/8.
15. Schick G.J. Walverton R.W. An analysis of competing software reliability models. –IEEE trans. on software eng. V. SE-4, No-2, march 1978.
16. Terrovoli G. Strument per il testing dei prodotti software. –Rivista di informatica, 1980, v.10, № 2, pp.145-176.
17. Deswarte J., Lavictoire J. An intermittent failure correction method. Paris, International symposium on fault-tolerant. 5-th. 1975, pp.191-195.
18. Endres A., Glatthaar W. A complementary approach to program analysis and testing. –Lecture notes in computer science, 1978, v.65, pp. 380-401.
19. Howden W.E. Functional program testing. –IEEE "Compac 78". Computer software and applications conference 2nd 1978. Proc., pp.321-325.
20. Майерс Г. Надежность программного обеспечения. – М.: Мир, 1980. –360 с.
21. Fairly R.E. Tutorial: static analysis and dynamic testing of computer software, –Computer, 1978, v.11, №4, pp.14-23.
22. Авиженис А. Отказоустойчивость – свойство, обеспечивающее постоянную работоспособность цифровых систем. –ТИИЭР, 1978, т. 66, № 10. С. 5–25.
23. Avizienis A., Chen L. On the implementation of iV-version programming for software fault-tolerance during program execution. – In: Proc. 1977 COMPSAC. Int. Computer Software and Applications Conf. Chicago, 1977. p. 149–155.
24. Абидов А.А. Статистика хизматиди маълумотлар тузилмасини хавф-хатардан сақлаш моделини яратиш. «Raқamli iqtisodiyot va axborot texnologiyalari» elektron jurnali | 2021 йил, №2 (2).
25. 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





**РАҚАМЛИ ИҚТИСОДИЁТ ВА АХБОРОТ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ**  
**DIGITAL ECONOMY AND INFORMATION TECHNOLOGY**

**Илмий электрон журнал | Scientific electronic journal**

*Muharrir*

***Yaxshiyev H.T.***

*Musahhih va dizayner*

***Matxo'jayev A.O.***

*Texnik muharrir*

***Mirzayev J.O'.***

Litsenziya AI № 240 04.07.2013. Bosishga ruxsat etildi 07.11.2022.

Qog'oz bichimi 60x80 1/16. Times garniturası. Raqamli bosma.


Shartli bosma tabog'i: 23,3. Adadi 50 nusxa.


«IMZO PRINT MEDIA GROUP» XKning matbaa bo'limida chop etildi.


100066. Toshkent shahri, Islom Karimov ko'chasi, 49-uy.





+998 71 239-28-41  <http://dgeconomy.tsue.uz/>

 [dgeconomy\\_tdiu@mail.ru](mailto:dgeconomy_tdiu@mail.ru), [dgeconomy@tsue.uz](mailto:dgeconomy@tsue.uz)

 100066, Toshkent shahri, Islom Karimov ko'chasi, 49-uy.



**COLORPACK**

время ярких решений