ГлуховСергійІвановичзавідувачкафедривійськовотехнічноїпідготовкифакультетупіслядипломноїосвітиВійськовийінститутКиївськогонаціональногоуніверситетуіменіТарасаШевченкаНазвадисертаціїМетодологіяпобудовиавтоматизованоїсистемитехнічноїдіагностикирадіоелектронноїтехнікинаосновіфізичногодіагностуванняШифртаназваспеціальностіінформаційнітехнологіїСпецрадаДКиївськогонаціональногоуніверситетуіменіТарасаШевченка

МіністерствоосвітиінаукиУкраїни

КиївськийнаціональнийуніверситетіменіТарасаШевченка

МіністерствоосвітиінаукиУкраїни

КиївськийнаціональнийуніверситетіменіТарасаШевченка

Кваліфікаційнанаукова

працянаправахрукопису

ГЛУХОВСЕРГІЙІВАНОВИЧ

УДК

ДИСЕРТАЦІЯ

МЕТОДОЛОГІЯПОБУДОВИАВТОМАТИЗОВАНОЇСИСТЕМИ

ТЕХНІЧНОЇДІАГНОСТИКИРАДІОЕЛЕКТРОННОЇТЕХНІКИ

НАОСНОВІФІЗИЧНОГОДІАГНОСТУВАННЯ

Спеціальність−інформаційнітехнології

Подаєтьсяназдобуттянауковогоступенядокторатехнічнихнаук

ДисертаціяміститьрезультативласнихдослідженьВикористанняідей

результатівітекстівіншихавторівмаютьпосиланнянавідповіднеджерело

СІГлухов

Науковийконсультант

Київ–

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІКУМОВНИХСКОРОЧЕНЬ………………………………………

ВСТУП……………………………………………………………………

РОЗДІЛАНАЛІЗСТАНУІПОСТАНОВКАПРОБЛЕМИ

РОЗРОБКИМЕТОДОЛОГІЇПОБУДОВИАВТОМАТИЗОВАНОЇ

СИСТЕМИТЕХНІЧНОЇДІАГНОСТИКИРАДІОЕЛЕКТРОННОЇ

ТЕХНІКИ………………………………………………………………………

Станіперспективирозвиткуінформаційнихтехнологійдля

автоматизованихсистемтехнічногодіагностуванняобєктів

радіоелектронноїтехніки………………………………………………………

Аналізіснуючихметодівотриманнятаобробкидіагностичної

інформації………………………………………………………………………

Постановканауковоїпроблеми…………………………………………

Висновкипорозділу…………………………………………………………

РОЗДІЛОБҐРУНТУВАННЯЗАСТОСУВАННЯФІЗИЧНОГО

ДІАГНОСТУВАННЯДЛЯПОБУДОВИАВТОМАТИЗОВАНОЇ

СИСТЕМИТЕХНІЧНОЇДІАГНОСТИКИРАДІОЕЛЕКТРОННОЇ

ТЕХНІКИ……………………………………………………………………

Обґрунтуванняновихпринципіврозробкиавтономних

автоматизованихсистемтехнічногодіагностикирадіоелектроннихблоків

…………………………………………………………………………………

Аналізенергодинамічногометодудіагностуванняцифрових

пристроїв………………………………………………………………………

Аналізенергостатичногометодудіагностуванняцифровихпристроїв

Аналізелектромагнітногометодудіагностуванняцифровихпристроїв

Діагностичнамодельрадіоелектронногокомпонентуцифрового

пристроюпривикористанніелектромагнітногометоду

діагностування…………………………………………………………………

Перевіркаталокалізаціядефектнихелементівцифровихпристроїв…

Аналізметодусигнатурногоаналізутайогодостовірності…………

Вибірспособузняттядіагностичноїінформаціїпривикористанні

електромагнітногометодудіагностування…………………………………

Обгрунтуваннядоцільностівикористаннярезультатівфорсованих

випробуваньрадіоелектроннихкомпонентівнанадійністьдлявизначення

технічногостанутазалишковогоресурсуцифровихпристроїв……………

Висновкипорозділу…………………………………………………………

РОЗДІЛРОЗРОБКАМЕТОДОЛОГІЇПОБУДОВИ

АВТОМАТИЗОВАНОЇСИСТЕМИТЕХНІЧНОЇДІАГНОСТИКИ

РАДІОЕЛЕКТРОННОЇТЕХНІКИНАОСНОВІФІЗИЧНОГО

ДІАГНОСТУВАННЯ……………………………………………

Розробкаматематичноїмоделітакомплексногометоду

діагностуваннянаосновіданихякіотриманіприодночасному

ітераційнимузастосуванніметодівфізичногодіагностування……………



Розробкаметодуотриманнятаобробкидіагностичнихданихнаоснові

значеньдіагностичнихпараметрівотриманихзадопомогою

комплексуваннярезультатівенергодинамічногоенергостатичного

електромагнітногометодівдіагностуваннятазарезультатамифорсованих

випробуваньцифровихпристроївнанадійність………

Розробкаметодувизначеннятехнічногостануцифровихпристроїв

привикористанніметодівфізичногодіагностуваннятапрогнозуючої

функції…………………………………………………………………………

Удосконаленняметодулокалізаціїдефектнихцифровихелементівна

основіелектромагнітногометодудіагностуваннятарезультатів

форсованихвипробувань………………………………………………………

Прогнозуваннятехнічногостануцифровогопристроютавизначення

залишковогоресурсунаосновіметодівфізичногодіагностування………

Розробкарішеньщодообробкидіагностичноїінформації……………

Розробкаінформаційнихтехнологійобробкидіагностичної

інформаціїдлявиконанняфункційтехнічноїдіагностикив

автоматизованійсистемітехнічноїдіагностики……………………………

Висновкипорозділу…………………………………………………………

РОЗДІЛУДОСКОНАЛЕННЯМЕТОДУДІАГНОСТУВАННЯ

ЦИФРОВИХПРИСТРОЇВОБ’ЄКТІВРАДІОЕЛЕКТРОННОЇТЕХНІКИ

ШЛЯХОМВИКОРИСТАННЯДАНИХВІДМЕТОДІВФІЗИЧНОГО

ДІАГНОСТУВАННЯТАРЕЗУЛЬТАТІВФОРСОВАНИХ

ВИПРОБУВАНЬ………………………………………………………………

Загальніположенняпобудовиперевірочнихтестівдляпроведення

діагностуванняцифровихпристроїв…………………………………………

Обгрунтуванняструктурноїсхемипристроюдіагностуваннядля

реалізаціїенергодинамічногометоду…………………………………………

Обгрунтуванняструктурноїсхемипристроюдіагностуваннядля

реалізаціїенергостатичногометоду…………………………………………

Обгрунтуванняструктурноїсхемипристроюдіагностуваннядля

реалізаціїелектромагнітногометоду…………………………………………

Удосконаленняметодудіагностуванняцифровихпристроївоб’єктів

радіоелектронноїтехнікишляхомвикористанняданихвідметодів

фізичногодіагностуваннятарезультатівфорсованихвипробувань………

Обгрунтуваннявиборузасобіввимірюваньяківикористовуються

приздійсненніфізичногодіагностування……………………………………

Висновкипорозділу…………………………………………………………

РОЗДІЛРОЗРОБКАСТРУКТУРНИХСХЕМІОЦІНКА

ЕФЕКТИВНОСТІТАДОЦІЛЬНОСТІВПРОВАДЖЕННЯ

АВТОМАТИЗОВАНОЇСИСТЕМИТЕХНІЧНОГОДІАГНОСТУВАННЯ

Обгрунтуванняструктурноїсхемиавтоматизованоїсистеми

технічногодіагностування……………………………………………………

Розробкаструктурнихсхемдіагностуванняузапропонованій

автоматизованійсистемітехнічноїдіагностики……………………………



Оцінкавартостіоб’єктівавтоматизованоїсистемитехнічної

діагностикирадіоелектронноїтехнікитаремонтуцифровихпристроїв…

Висновкипорозділу……………………………………………………

Висновки……………………………………………………………………

СПИСОКВИКОРИСТАНИХДЖЕРЕЛ…………………………………

ДОДАТОК……………………………………………………………………

СПИСОКОПУБЛІКОВАНИХАВТОРОМПРАЦЬЗАТЕМОЮ

ДИСЕРТАЦІЇ………………………………………………………………

ДодатокААктивпровадженнярезультатів…………………………………

ДодатокБПатенти……………………………………………

ДодатокВДипломи……………………………

ДодатокГКодпрограми……………………………………………………



ПЕРЕЛІКУМОВНИХСКОРОЧЕНЬ

АСТД–автоматизованасистематехнічноїдіагностики

АЦП–аналогоцифровийперетворювач

БД–базаданих

БЗ–базазнань

БУАРРблокуправлінняавтоматичнимрежимомроботи

ВІС–великаінтегральнасхема

ВСК–вбудованісистемиконтролю

ДЗ–діагностичнезабезпечення

ДІ–діагностичнаінформація

ДМ–діагностичнамодель

ДП–діагностичнийпараметр

ЕТВ–елементарнийтестовийвплив

ЕМП–електромагнітнеполе

ЗВ–засобивимірювань

ЗД–засібдіагностування

ЗІП–запаснемайноіінструменти

ІСД–інтелектуальнасистемадіагностики

ІС–інтегральнасхема

ІМС–інтегральнамікросхема

КТ–контрольнаточка

КТС–контрольтехнічногостану

ЛЕ–логічнийелемент

ОД–об’єктдіагностування

ПД–пристрійдіагностування

ПТ–перевірочнийтест

РЕК–радіоелектроннийкомпонент

РЕТ–радіоелектроннатехніка



РЕА–радіоелектроннаапаратура

РЛС–радіолокаційнастанція

РО–ремонтніоргани

СККЗ–струмквазікороткогозамикання

СТОіР–систематехнічногообслуговуванняіремонту

СТД–систематехнічноїдіагностики

ТС–технічнийстан

ТП–тестовапослідовність

УРМ–універсальнійремонтниймодуль

ЦП–цифровийпристрій

ЦОДІ–центробробкидіагностичноїінформації

ЧПТ–частиннийперевірочнийтест



ВСТУП

ОднимзнайважливішихпитаньбезпекидержавиєпрацездатністьРЕТ

СучаснийетапрозвиткуелементноїбазивимагаєоновленняпаркуРЕТале

незважаючинацевумовахсьогоднішньогоскладноговоєннополітичного

стануіскрутногофінансовогостановищаУкраїнимодернізаціяоб’єктівРЕТ

радіолокаційністанціїкомплекснізасобиавтоматизаціїзасобизв’язку

засобиспеціальногозв’язкупрограмнокерованізасобизахистуінформації

аеродромнеобладнанняобладнанняатомнихелектричнихстанційвартість

якихдужевисокаєускладненоюіпроводитьсяповільноОб’єктиРЕТ

старогопаркувідпрацювалибагаточасуаресурсдеякихвже

закінчивсянаслідкомчогостаютьвсечастішіпоступовівиходизістрою

різнихїїелементівщовсвоючергупризводитьдопогіршеннязначень

основнихпоказниківнадійностіРЕТ

Зіншоїсторонивимогищовисуваютьсядооб’єктівРЕТ

передбачаютьвисокуїхнадійністьякакількісновизначаєтьсякоефіцієнтом

готовностіщоєвідношеннямсередньогонаробіткунавідмовудосумарного

часуякийскладаєтьсяізсередньогонаробіткунавідмовутасереднього

часувідновленняскладовоюякогоєсереднійчасдіагностуванняСередній

часвідновленняхарактеризуєремонтопридатністьРЕТтаефективність

СТОіРНеобхідноюумовоюреалізаціїзаданогозначеннячасувідновлення

РЕТєнаявністьсучасноїавтоматизованоїсистемитехнічноїдіагностики

СТДРЕТзвикористаннямякоїбудевизначатисьреальнийтехнічнийстан

ТСнарівніцифровогопристроюЦПавдеякихвипадках

радіоелектронногокомпонентупрогнозуватийоготавизначатизалишковий

ресурсззаданоюймовірністю

Актуальністьтеми

Стримкийрозвитокелементноїбазинаякійбудуютьсясучасніоб’єкти

РЕТпотребуєновихпідходівдовирішенняактуальноїпроблемиїї

діагностуванняАналізстанурозвиткуперспективнихзразківРЕТізасобів

зв’язкувУкраїніізакордономпоказавщоїхдіагностичнезабезпеченняДЗ



єкомплексомметодівдіагностуваннязасобівпобудованихнаїхосновіі

використанняякихдозволяєвизначатиззаданоюдостовірністюТСатакож

проводитилокалізаціюдефектнихелементівОстаннімчасомвимогищодо

підтримкизначеннякоефіцієнтаготовностівзаданихмежахякосновногоз

показниківнадійностістаютьбільшжорсткими

Тематицітехнічногодіагностуванняприсвяченіроботитакихвченихяк

АртюшинЛМБайдаМПБарабашОВБендлерДжУВолочійБЮ

ГессельМГлазуновЛПГрафШГуляєвВАДавидовПСЖердєвМК

КаррДжКсензСПКравченкоЮВКреденцерБПКозловБАКононов

ВБЛіхтциндерБЯЛоказюкВММасловАЯМашковОА

МозгалєвськийАВМєннингЕМетцГОстрейковськийВАПархоменко

ППСавченкоВАСамохваловЮЯСаковичЛМСогомонянЄС

ТолюпаСВТоценкоВГУшаковІАХудовГВЯковлевМЮтаінші

Втімзмістробітзазначенихавторіввосновномуспрямованийна

рішеннязадачпов’язанихзпошукомнесправностейяківиниклианена

упередженнянихУвідомихавторовіроботахнедостатньоповновикладені

методологічніпитанняотриманнятаобробкиДІдляавтоматизованихсистем

технічноїдіагностикиАСТДРЕТ

Багаторобітбулоприсвяченорозробціметодівдіагностування

впровадженняякихдозволилопокращитипоказникинадійностіРЕТУ

вітчизнянійізакордоннійтехнічнійлітературізконструюваннята

модернізаціїСТДосновнаувагаприділяєтьсядослідженнюможливості

мінімізаціїсередньогочасувідновленняйвартостіконтролютехнічного

стануКТСобєктівРЕТВартовідмітититещодлявизначенняТСоб’єктів

РЕТвіснуючійСТДякаєелементомсистемитехнічногообслуговуванняі

ремонтуРЕТшироковикористовуютьсяметодифункціонального

діагностуванняПриїхзастосуваннінавходиЦПблоківРЕТнадходять

перевірочнітестовіпослідовностіТПавизначенняТСпроводитьсяна

основіпорівняннявихіднихреакційзеталоннимиУвипадкахвідповідності

данихреакційприймаєтьсярішенняпросправнийТСвіншихвипадкахпро



несправнийЗважаючинатещосигналиуцифровихсхемахявляютьсобою

комбінації“нулів”та“одиниць”реакціїнаїхвиходахбудутьвідповідати

справномустанунавітьприкритичнихстанахРЕКзякихскладаютьсяЦП

якелементиблоківРЕТЦеускладнюєвизначенняреальногоТСчасу

експлуатаціїзалишковогоресурсупрогнозуваннявідмовЦПблоківРЕТ

Післяпроведеннядіагностуванняметодамифункціональноготатестового

контролюЦПстанякоговизначенийяксправнийчерезнепередбачуваний

часможевийтизістроющоєнеприпустимиміособливодляоб’єктів

критичноїінфраструктуридляякихнаслідкиможутьбутикатастрофічними

ТомувиникаєнеобхідністьрозробкиновихметодівотриманнятаобробкиДІ

наосновіінформаційнихтехнологійякідозволилибвизначатиреальнийТС

складовихоб’єктівРЕТзбільшитисереднійчаснаробіткунавідмовуза

рахуноксвоєчасноїзаміниЦПхарактеристикиякихнаближуютьсядо

критичнихвизначатичаснаступноїперевіркиТСнаосновірезультатів

попередніхперевірокскоротитисереднійчаставартістьдіагностуванняУ

бувпроведенийаналізметодівфізичногодіагностуваннядояких

відносятьсяенергодинамічнийенергостатичнийтаелектромагнітнийБуло

показанощовпровадженняцихметодівдозволяєпокращитипоказники

надійностіРЕТасамезменшитисереднійчасвідновленняіякнаслідок

збільшитиКГатакождосягтизбільшенняймовірностіукомплектованості

комплектузапаснихінструментівіприладдяЗІПобєктаРЕТЗменшення

середньогочасувідновленнядосягалосьзарахунокзменшеннясереднього

часудіагностуванняякйогоскладової

ДляпобудовиновоїАСТДякадозволилабуникнутизазначених

негативнихнаслідківнеобхіднаметодологіявосновуякоїбудутьпокладені

методифізичногодіагностуваннязрезультатамифорсованихвипробувань

ЦПрадіоелектроннихкомпонентівнанадійністьзвикористанням

інформаційнихтехнологійщодозволитьпідтримуватипоказникинадійності

зразківРЕТназаданомурівні



Зоглядунатещоостаннімчасомвимогищодопідтримкиналежного

рівняпоказниківнадійностістаютьбільшжорсткимиатакожнедоліки

притаманнііснуючимСТДзагострилосяпротиріччяміжвимогами

забезпеченнязаданогорівнядостовірностідіагностуванняякепотребує

конструктивногоускладненнявідповіднихтехнічнихзасобівдіагностування

значногозбільшеннячасунаперевіркитестуваннятазбірстатистичної

інформаціїтавимогоющодообмеженнянаскладністьапаратнихзасобів

діагностикиоперативністьотриманнярезультатудіагностуванняяка

повністювиключаєконструктивнеускладненнятазбільшеннячасуна

перевіркитестуваннятазбірстатистичноїінформації

Длявирішеннявказаногопротиріччявдисертаціїпоставлената

вирішенаактуальнанауковоприкладнапроблемаякаполягаєу

забезпеченнідостовірногоавтоматичногодіагностуванняРЕТнаоснові

комплексногодіагностуваннязвикористаннямінформаційнихтехнологій

Отжетематикадисертаційноїроботияканаправленананаукове

обґрунтуванняметодологіїпобудовиавтоматизованоїсистемитехнічної

діагностикиРЕТнаосновіфізичногодіагностуваннязвикористанням

інформаційнихтехнологійєактуальноюімаєнауковийтапрактичний

інтерес

Звязокроботизнауковимипрограмамипланамитемами

ЗмістроботиїїосновнізавданнявідповідаютьдержавнимнауковотехнічнимпрограмамякібулисформульованівЗаконахУкраїниПро

науковуінауковотехнічнудіяльністьПроНаціональнупрограму

інформатизаціїатакожпланаминайважливішихнауководосліднихробіт

МіністерстваосвітиінаукиУкраїни

Відображенівдисертаціїрезультатидослідженьбуливикористанів

плановихнауководосліднихроботахяківиконувалисьуВійськовому

інститутіКиївськогонаціональногоуніверситетуіменіТарасаШевченка

“Удосконаленняконтролютехнічногостануцифровихтиповихелементів

замінирадіоелектроннихзасобівозброєннябезпосередньонапершомурівні



рівніексплуатаціїоб’єкта”№держреєстрації“Розробка

моделейіметодиквизначенняоптимальнихпараметрівсистемитехнічного

обслуговуванняскладнихоб’єктіврадіоелектронноїтехніки”№

держреєстрації“Розробкаметодикімоделейконтролюта

визначенняпроцесіввитрачаннятапоповненнятехнічногоресурсу

угрупуванняскладнихоб’єктіввійськовоїтехніки”№держреєстрації

танафакультетіінформаційнихтехнологійКиївського

національногоуніверситетуіменіТарасаШевченка“Інформаційна

технологіясинтезуфункціональностійкоїсенсорноїмережі”державний

реєстраційнийномервякихавторбравтабереучастьяк

виконавецьівякихосновнінауковірезультатидисертаційноїроботи

використанівповномуобсязі

МетаізавданнядослідженняМетароботиполягаєупідвищенні

достовірностідіагностуваннярадіоелектронноїтехнікишляхомзастосування

фізичногодіагностування

Длядосягненняпоставленоїметивизначенінаступнізавдання

Проаналізуватисучаснийстанвідомихсистемтехнічноїдіагностики

РЕТтарозробитиконцептуальніосновиотриманняДІзвикористанням

методівфізичногодіагностуванняасамеенергостатичного

енергодинамічногоелектромагнітного

Розробитиматематичнумодельтакомплекснийметод

діагностуваннянаосновіенергостатичногоенергодинамічного

електромагнітногометодівтаметодотриманнятаобробкиДІтаблоксхему

длякомплексноговикористанняметодівфізичногодіагностуванняз

використаннямінформаційнихтехнологій

Розробитиметодтаалгоритмдлявизначеннятехнічногостану

цифровихпристроївнаосновіобробкидіагностичноїінформаціїотриманоїз

використаннямметодівфізичногодіагностування

Удосконалитиметодлокалізаціїдефектнихцифровихелементіві

розробитиблоксхемунаосновіелектромагнітногометодудіагностуваннята



результатівфорсованихвипробуваньзвикористаннямінформаційних

технологій

УдосконалитиметодпрогнозуванняТСтавизначеннязалишкового

ресурсуцифровихпристроївРЕТтарозробитиматематичнумодельнаоснові

обробкиДІзвикористаннямінформаційнихтехнологій

УдосконалитиметоддіагностуванняЦПоб’єктівРЕТз

використаннямметодівфізичногодіагностуваннятарозробитиалгоритм

реалізаціїкомплексногометодудіагностуванняЦПоб’єктівРЕТз

використаннямзазначенихметодів

Розробитиструктурнусхемуавтоматизованоїсистемитехнічної

діагностикиРЕТтапровестиоцінюванняїїефективності

Об’єктомдослідженняєпроцескомплексногодіагностуванняоб’єктів

радіоелектронноїтехнікизвикористаннямінформаційнихтехнологій

Предметомдослідженняєметодиімоделіотриманнятаобробки

діагностичноїінформаціївавтоматизованійсистемітехнічноїдіагностики

радіоелектронноїтехніки

МетодидослідженняПривирішеннінауковоприкладноїпроблеми

буловикористанонаступніметоди

побудовисучаснихінформаційнихтехнологійдлярозробки

алгоритмівобробкиданихтадіагностування

теоріїтехнічноїдіагностикидляаналізуіснуючихметодівізасобів

контролютехнічногостануцифровихпристроїв

теоріїнадійностідлявизначенняпоказниківнадійностіоб’єктівРЕТ

теоріїймовірностейдлявизначеннядостовірностідіагнозу

теоріїелектричнихкілдляобґрунтуванняможливостівикористанняв

якостіджереладіагностичноїінформаціїрізнихконтрольнихточок

цифровогопристрою

математичноїстатистикидляперевіркистатистичногозв’язку

сигналівнавиходіінапристроїконтролютехнічногостану



теоріїпрогнозуваннядлявизначеннячасунаступноїперевіркита

залишковогоресурсуцифровогопристрою

Науковановизнаотриманихрезультатівполягаєвнаступному

Впершерозроблені

концептуальніосновиотриманнядіагностичноїінформаціїнаоснові

методівфізичногодіагностуваннятаїїобробкивавтоматизованійсистемі

технічноїдіагностикизурахуваннямрезультатівфорсованихвипробувань

цифровихпристроївнанадійністьатакожпрогнозуваннязалишкового

ресурсуцифровихпристроївнаосновіінформаційнихтехнологій

комплекснийметоддіагностуваннянаосновіданихякіотриманіпри

одночасномуітераційнимузастосуванніметодівфізичногодіагностування

щодозволяєпідвищитидостовірністьрезультатівдіагностування

методотриманнятаобробкидіагностичнихданихнаосновізначень

діагностичнихпараметрівотриманихзадопомогоюкомплексування

результатівенергодинамічногоенергостатичногоелектромагнітного

методівдіагностуваннятазарезультатамифорсованихвипробувань

цифровихпристроївнанадійністьщодозволяєпідвищитизначення

комплексногопоказниканадійності

методвизначеннятехнічногостануцифровихпристроївпри

використаніметодівфізичногодіагностуваннятапрогнозуючоїфункціїщо

дозволяєпідвищититочністьоцінкитехнічногостануцифровихпристроїв

Удосконалено

методлокалізаціїдефектнихцифровихелементівнаоснові

електромагнітногометодудіагностуваннятарезультатівфорсованих

випробуваньщодозволяєзаздалегідьвизначатикомплектуючийкомпонент

зкритичнимихарактеристиками

методпрогнозуваннятехнічногостанутавизначеннязалишкового

ресурсуцифровихпристроївнаосновізапропонованоїдіагностичноїмоделі

тарозробленогоалгоритмуотриманнятаобробкидіагностичноїінформації



щодозволяєпідвищитидостовірністьпрогнозутехнічногостанута

покращититочністьвизначеннязалишковогоресурсуцифровогопристрою

методдіагностуванняцифровихпристроївоб’єктіврадіоелектронної

технікишляхомвикористанняданихвідметодівфізичногодіагностуваннята

результатівфорсованихвипробуваньщозабезпечуєотриманнянеобхідної

достовірностівизначеннятехнічногостану

Практичнезначенняроботироботиполягаєврозробцітехнології

отриманнятаобробкидіагностичноїінформаціїтаобґрунтуванні

рекомендаційщодостворенняновоїавтоматизованоїсистемитехнічної

діагностикиалгоритмівдлясистемпідтримкиприйняттярешеньдля

існуючихтаперспективнихзразківРЕТщодозволитьпокращитизначення

показниківнадійностітазменшитифінансовівитратинаїхдосягнення

РезультатидисертаційнихдослідженьреалізованіуДержавному

підприємстві“Науководосліднийінститут“КВАНТ”актвідр

прирозробціпристроївдіагностуваннязразківРЕТобробкидіагностичної

інформаціїлокалізаціїдефектнихрадіоелектроннихкомпонентівцифрових

пристроївтапрогнозуванняїхстанууДержавномунауководослідному

інститутіхімічнихпродуктівактвідрприрозробцімодулів

діагностуванняцифровихпристроїватакожцентрівобробкидіагностичної

інформаціїякелементівновоїАСТДрадіоелектронноїтехнікиуТОВ

наукововиробничійфірмі“АДРОН”актвідрприрозробці

засобівдіагностуванняцифровихпристроївтаобробкидіагностичної

інформаціїдляпобудовиАСТДОтриманіновінауковообґрунтовані

практичнірекомендаціїщодопобудовиновоїавтоматизованоїсистеми

технічноїдіагностикиРЕТнаосновіфізичногодіагностування

впровадженняякоїдозволитьпідвищитипоказникиякостідіагностуваннята

значенняпоказниківнадійностіоб’єктівРЕТ

ОсобистийвнесокздобувачаВроботахякіопублікованів

співавторствіособистоздобувачуналежатьупорядокпошуку

несправногоцифровогоРЕКзіскладуЦПзвикористанням



електромагнітногометодуіумовногоалгоритмудіагностуванняу

порядокпобудовиуніверсальногоремонтногомодулядлялокалізації

дефектнихцифровихРЕКзіскладуЦПзвикористаннямелектромагнітного

методудіагностуванняутехнікоекономічнийаналіздоцільності

впровадженняуніверсальногоремонтногомодулянаоснові

електромагнітногометодудіагностуванняуудосконалений

електромагнітнийметодвизначенняпрацездатностіЦПуматематична

модельпроцесіввідмовелектромеханічнихскладовихчастинсучасних

радіоелектроннихсистемудіагностичнамодельцифровогоРЕКтехніки

зв’язкупривикористанніелектромагнітногометодудіагностуванняу

модельінтеграціїданихвідрізнихінформаційнихджерелнаосновітеорії

свідоцтвупорядокпроведенняперевіркиадекватностідіагностичної

моделіРЕКпривикористанніелектромагнітногометодудіагностуванняу

методикарозробкидіагностичногозабезпеченняРЕТнаоснові

енергостатичногометодудіагностуваннязвикористаннямінформаційних

технологійуметодикадіагностуванняРЕТнаоснові

енергодинамічногометодууметодикаобробкиДІдляАСТД

радіоелектронноїтехнікиуособливостівикористанняфізичного

діагностуванняприпобудовіінтелектуальноїсистемидіагностикиРЕТу

прогнозуваннязалишковогоресурсуінформаційнихсистемз

використаннямінтелектуальноїсистемидіагностуванняуматематичні

моделітаалгоритмобробкиДІдляпобудовиінтелектуальноїсистеми

діагностуванняРЕТутехнікоекономічнеобґрунтуванняпобудови

АСТДрадіоелектронноїтехнікинаосновіфізичногодіагностуванняу

методикафізичногодіагностуванняЦПоб’єктівРЕТдлявипадків

поодинокоготакомплексноговикористанняметодівфізичного

діагностуванняупропозиціїщодопобудовиАСТДрадіоелектронного

обладнаннянаприкладірадіолокаційнихстанційувикористання

АСТДтапроцедуракомплексноговикористаннядіагностичнихметодівпри

роботікомплексуобробкиінформаціїзбортовихсистемдистанційного



зондуванняЗемліусхемадіагностикивАСТДнавипадок

комплексноговикористанняенергостатичногоенергодинамічногота

електромагнітногометодівнаведенопорядоккомплексноговикористання

зазначенихметодівупропозиціїщодозастосування

енергодинамічногометодудіагностуваннядлябільшширокогокласуРЕТу

діагностичнамодельцифровогорадіоелектронногокомпонента

технікиузастосуваннятехнологіїМІМОприпобудовібазовихстанцій

системмобільногозв’язкуудіагностичнамодельтранзисторадля

режимувідсічкипривикористаніенергодинамічногометодудіагностування

утеплофізичнівластивостіукомпозитахнаосновіпоруватогокремнію

фотоакустичнимиметодамиуметодикадіагностуваннясучасних

цифровихпристроївнаосновіелектромагнітногометодуу

узагальненнярезультатівфорсованихвипробуваньрадіоелектронних

компонентівувикористанняуніверсальногоремонтногомодулядля

діагностуванняцифровихтиповихелементівзамінизадопомогою

електромагнітногометодунарівніексплуатаціїоб’єкта

Усірезультатищоскладаютьнауковуіпрактичнузначущість

дисертаційноїроботиотриманіздобувачемособистостаттібезспівавторів

виконанісамостійно

АпробаціярезультатівдисертаціїОсновнірезультатидосліджень

доповідалисьіобговорювалисьнавоєннонауковихнауковотехнічних

науковопрактичнихконференціяхісемінарахІІІХІХІІХІІІ

ХІХХІміжнароднихнаукпрактконференціях“Військоваосвітаі

наукасьогоденнятамайбутнє”мКиїв

Науковопрактичномусемінарі“Інформаційнітехнологіїу

військовійсферіматеріалинауковопрактичногосемінару”мКиїв

наукКонференції“Новітнітехнології–длязахиступовітряного

простору”ХарківськогоуніверситетуПовітрянихСиліменіІКожедубам

ХарківВсеукраїнськійнаукпрактконференціїмолодихвчених

ад’юнктівслухачівкурсантівістудентів“Сучасніпроблемирозбудови



ЗСУ”мКиївВсеукраїнськійнаукпрактконференціїмолодих

вченихад‘юнктівслухачівкурсантівістудентів“Актуальнізавдання

гуманітарногофінансовоекономічногоправовогоматеріальнотехнічного

талінгвістичногозабезпеченняпідрозділівтачастин”мКиїв

Всеукраїнськихнаукпрактконференціях“Молодіжнавійськованаукау

КНУіменіТарасаШевченка”мКиївНаукпрактконференції

“ЗастосуванняСухопутнихвійськЗбройнихСилУкраїниуконфліктах

сучасності”мЛьвівХІІВсеукраїнськійнаукпрактконференції

“Теоріятапрактикаствореннярозвиткуізастосуваннявисокотехнологічних

системспеціальногопризначеннязурахуваннямдосвідуантитерористичної

операції”мЖитомирНауктехнконференції“Перспективи

розвиткуозброєннятавійськовоїтехнікиСухопутнихвійськ”мЛьвів

Наукпрактконференціях“учасніінформаційнітехнологіїта

кібербезпека”мКиївМіжнароднійнаукпрактконференції

“Спільнідіївійськовихформуваньіправоохороннихорганівдержави

проблемитаперспективи”мОдесаНауковопрактичній

конференції“Інформаційнотелекомунікаційнісистемиітехнологіїта

кібербезпекановівикликіновізавдання”мКиїв

ПублікаціїРезультатидисертаціїопублікованівнауковихроботах

середякихнауковихстатейзнихнауковихстатейнаписанібез

співавторівнауковихстатейуфаховихнауковихперіодичнихвиданняхз

технічнихнаукщоіндексуютьсяміжнародниминаукометричнимибазами

данихтаіншимизнихстаттіпроіндексованіуміжнароднійбазі

тездоповідейуматеріалахнауковотехнічнихнауковопрактичних

конференційтанауковихсемінарів

СтруктуратаобсягдисертаціїДисертаційнароботаскладаєтьсяз

анотаційспискуприйнятихскороченьвступуп’ятьохрозділіввисновків

спискувикористанихджерелідодатківПовнийобсягдисертаціїстановить

сторінокутомучислісторінокосновноготекстурисунків

таблицьфотосписоквикористанихджерелзнайменувань

ВИСНОВКИ

Дисертаційнароботамаєтеоретичнезначеннятаміститьновінауково

обґрунтованірезультатияківирішуютьактуальнунауковоприкладну

проблемузабезпеченнядостовірногоавтоматичногодіагностування

радіоелектронноїтехнікинаосновікомплексногодіагностуванняз

використаннямінформаційнихтехнологійщомаєістотнезначеннявгалузі

технічнихнаук

Встановленощоіснуючіметодифункціональногодіагностування

технічногостануоб’єктівРЕТнедозволяютьвизначатиреальнийтехнічний

станзвисокоюдостовірністюатакожпроводитипрогнозування

залишковогоресурсуІснуючіскладнібагатовитратніСТДнезабезпечують



відповідногорівнядостовірностідіагностуванняобмеженовикористовують

інформаційнітехнологіїтапотребуютьвідобслуговуючогоперсоналу

високоїкваліфікації

Вдисертаційнійроботірозв’язанінаступнізавдання

проаналізованосучаснийстанвідомихсистемтехнічноїдіагностики

РЕТтарозробленоконцептуальніосновиотриманнядіагностичної

інформаціїзвикористаннямметодівфізичногодіагностуванняасаме

енергостатичногоенергодинамічногоелектромагнітного

розробленоматематичнумодельтакомплекснийметод

діагностуваннянаосновіенергостатичногоенергодинамічного

електромагнітногометодівтаметодотриманнятаобробкидіагностичної

інформаціїтаблоксхемудлякомплексноговикористанняметодівфізичного

діагностуваннязвикористаннямінформаційнихтехнологій

розробленометодтаалгоритмдлявизначеннятехнічногостану

цифровихпристроївнаосновіобробкидіагностичноїінформаціїотриманоїз

використаннямметодівфізичногодіагностування

удосконаленометодлокалізаціїдефектнихцифровихелементіві

розробленоблоксхемунаосновіелектромагнітногометодудіагностування

тарезультатівфорсованихвипробуваньзвикористаннямінформаційних

технологій

удосконаленометодпрогнозуваннятехнічногостанутавизначення

залишковогоресурсуцифровихпристроївРЕТтарозробленоматематичну

модельнаосновіобробкидіагностичноїінформаціїзвикористанням

інформаційнихтехнологій

удосконаленометоддіагностуванняцифровихпристроївоб’єктівРЕТ

звикористаннямметодівфізичногодіагностуваннятарозробленоалгоритм

реалізаціїкомплексногометодудіагностуванняцифровихпристроївоб’єктів

радіоелектронноїтехнікизвикористаннямзазначенихметодів

розробленоструктурнусхемуавтоматизованоїсистемитехнічної

діагностикиРЕТтапроведенооцінюванняїїефективності



Накористьобґрунтованостітадостовірностінауковихрезультатів

дисертаційноїроботисвідчатьнаступніфактори

–використаннявроботітеоретичнообґрунтованихтаапробованихна

практиціметодівпобудовисучаснихінформаційнихтехнологійметодів

теоріїтехнічноїдіагностикиметодівтеоріїнадійностіметодівтеорії

ймовірностейтаматематичноїстатистикиметодівтеоріїелектричнихкіл

методівтеоріїпрогнозування

–добреспівпадіннядовірчаймовірністьтеоретичнихрозрахунків

тарезультатівекспериментальнихданих

–непротиріччянауковихрезультатівосновнимзаконаміявищам

природиїхяснафізичнатрактовка

–залученняширокоїнауковоїгромадськостідоапробаціїнаукових

результатівнапредставницькихнауковихфорумахїхпублікаціяувизнаних

фаховихнауковихвиданнях

Науковезначенняроботиполягаєуподальшомурозвиткутеорії

технічноїдіагностикиунапрямкупобудовитавпровадження

автоматизованоїсистемитехнічноїдіагностикирадіоелектронноїтехнікина

основівикористанняметодівфізичногодіагностування

Практичнезначенняполягаєврозробцітехнологіїотриманнята

обробкидіагностичноїінформаціїтаобґрунтуваннірекомендаційщодо

створенняновоїавтоматизованоїсистемитехнічноїдіагностикиалгоритмів

длясистемпідтримкиприйняттярешеньдляіснуючихтаперспективних

зразківРЕТщодозволитьпокращитизначенняпоказниківнадійностіта

зменшитифінансовівитратинаїхдосягнення

Отриманіновінауковообґрунтованіпрактичнірекомендаціїщодо

побудовиновоїавтоматизованоїсистемитехнічноїдіагностикиРЕТна

основіфізичногодіагностуваннявпровадженняякоїдозволитьпідвищити

показникиякостідіагностуваннятазначенняпоказниківнадійностіоб’єктів

РЕТВикористанняотриманихнауковихрезультатівінженернихрішень

розробленихалгоритмівтаінформаційноїтехнологіїдозволило



автоматизуватипроцесдіагностуванняскоротитисереднійчас

діагностуванняназбільшитисереднійчаснаробіткунавідмовуза

рахунокзавчасноїзаміницифровихпристроївзкритичними

характеристикамидоіякнаслідокзбільшитикомплекснийпоказник–

коефіцієнтготовностіоб’єктівРЕТдо

Отриманівдисертаційнійроботінауковірезультатиможутьбути

використані

–ворганізаціяхщоєзамовникаминауковотехнічноїпродукціїта

науководосліднихорганізаціяхприобґрунтуваннітактикотехнічнихвимог

доперспективнихсистемтехнічноїдіагностикиРЕТ

–внаукововиробничихорганізаціяхпромисловостіприпроектуванні

тарозробціновихсистемікомплексівтехнічногодіагностуванняРЕТ

–ввищихнавчальнихзакладахУкраїнищозаймаютьсяпідготовкою

фахівцівзтехнічногодіагностуванняРЕТ

Подальшідослідженнярекомендованопродовжитиунапрямку

розвиткуметодологіїпобудовиавтоматизованоїсистемитехнічної

діагностикиіншихвидівтехнікинаосновіфізичногодіагностування

Такимчиномсукупністьотриманихвдисертаційнійроботінових

науковихрезультатівїхпублікаціяапробаціятареалізаціядозволяють

вважатипоставленуметудосягнутоюавсізавданнядослідження

розв’язаними