

УДК: 004.05:004.7

DOI: 10.31673/2412-9070.2025.025385

Ю. В. КРАВЧЕНКО, доктор техн. наук, професор;

ORCID ID: 0000-0002-0281-4396

О. С. ФІСУН, аспірант,

ORCID ID: 0009-0009-6640-3818

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

**АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ МЕТОДІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТІЙКОСТІ
СКЛАДНИХ СИСТЕМ ДЛЯ УДОСКОНАЛЕННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ МЕРЕЖ**

У статті проводиться дослідження існуючих методів теорії функціональної стійкості для удосконалення комп'ютерних мереж. Робота присвячена аналізу існуючих методів функціональної стійкості, порівнянню їх основних характеристик та виявленню переваг.

Проаналізовано сучасні методології забезпечення функціональної стійкості комп'ютерних мереж, що включають оцінку ефективності та переваги різних підходів в умовах експлуатації. Дослідження підкреслює важливість нових підходів до підвищення ефективності технічних систем через впровадження принципів функціональної стійкості. Це досягається через раціональне використання ресурсів і перерозподіл надмірностей для мінімізації наслідків непередбачених ситуацій. Необхідність подальшого розвитку теорії функціональної стійкості для точного опису роботи різних систем підкреслюється, особливо в контексті сучасних інформаційних технологій, що сприяють підвищенню ефективності різноманітних технічних систем.

Дослідженні методи забезпечення функціональної стійкості комп'ютерних мереж можна використовувати в навчальному процесі у закладах вищої освіти відповідного профілю та для розроблення і вдосконалення роботи комп'ютерних мереж за умови різної експлуатації та сценаріїв використання.

Ключові слова: функціональна стійкість; комп'ютерні мережі; оптимізація роботи; метод; система; методологія; інформаційна технологія; програмне забезпечення; обробка даних; експлуатація.

Вступ

Розвиток інформаційних технологій, а саме, програмно-конфігурованих мереж, теорії штучного інтелекту, інформаційно-комунікаційних мереж нового покоління зумовив висування нових вимог передачі інформації, що значно ускладнює загальну структуру комунікаційних систем. Існує тенденція зростання різноманітності апаратного та програмного забезпечення, з одночасним вдосконаленням таких систем відповідно до нових умов вирішення специфічних та вузькоспеціалізованих завдань. (Yudin, Mashkov, Kravchenko, Cherniak, Salkutsan, Tyshchenko, 2021). Функціонально стійка комп'ютерна мережа є комплексною системою збору, прийому-передачі та обробки даних та складається з розподілених вузлів, з визначеними функціями та властивостями, а також ліній прийому-передачі інформації. Водночас існує об'єктивна тенденція у зв'язку з ускладненням таких систем за рахунок гетерогенного характеру побудови, використання сучасної елементної бази та радіоканалів в якості бездротового способу передачі даних у важкодоступних або небезпечних для людини місцях. Також аналогічно зростає негативний вплив зовнішніх та внутрішніх дестабілізуючих факторів, що відображається на загальній ефективності функціонування інформаційно-комунікаційних мереж (Кравченко, Нікіфоров, 2014). Забезпечення властивості функціональної стійкості гетерогенної комп'ютерної мережі покликане вирішити проблему впливу дестабілізуючих факторів, таких як: радіоелектронне та вогневе ураження противника, програмні відмови, апаратні

© Кравченко Ю. В., Фісун О. С., 2025

експлуатаційні відмови, помилки, випадкові або навмисні пошкодження окремих структурних елементів, їх сукупності, каналів зв'язку між ними, кібератак, відмов в обслуговуванні і т. д. Планування та використання окремих видів структурної надмірності має на меті вирішити проблему впливу різного роду негативних факторів та забезпечити подальшу роботу мережі у визначений період часу та із збереженням достатнього рівня ефективності. Забезпечення властивості функціональної стійкості для будь-яких складних технічних систем здійснюється у три етапи: ідентифікація нештатної ситуації, локалізація нештатної ситуації, відновлення функціонування за рахунок перерозподілу ресурсів. Отже, у сучасних умовах особливої актуальності набуває науково-прикладне завдання оптимізації ефективності роботи різноманітних гетерогенних комп'ютерних мережі. Згідно попередніх досліджень, розв'язання цього завдання, у контексті забезпечення функціональної стійкості, створює умови для підвищення ефективності мережі до 15% без значних витрат (Кравченко, Микусь, 2013).

Метою статті є аналіз та дослідження існуючих методів забезпечення функціональної стійкості складних систем при застосуванні для комп'ютерних мереж. Дослідження включає в себе аналіз новітніх підходів, призначених для забезпечення надійного функціонування мереж у різних умовах експлуатації та сценаріях. Розглядається ефективність впровадження, а також переваги й недоліки кожного методу з метою виявлення оптимальних стратегій підтримки функціональної стійкості комп'ютерних мереж.

Методи та результати

Дослідження сучасних науково-обґрунтованих підходів щодо підвищення ефективності складних технічних систем визначило наявність нового пріоритетного підходу, що пов'язаний із наділенням систем властивостями функціональної стійкості. Забезпечення функціональної стійкості досягається за рахунок використання у складній технічній системі різних видів надмірностей (функціональної, інформаційної, апаратної, часової, навантажувальної тощо) через перерозподіл ресурсів для нейтралізації наслідків непередбачених ситуацій. Варто підкреслити, що при проектуванні не вводиться додаткове резервування, а нейтралізація наслідків непередбачених ситуацій здійснюється перерозподілом вже наявних ресурсів (надмірності). Завдання полягає у виявленні існуючої надмірності та формуванні сигналів у необхідний момент для її перерозподілу. У цьому полягає принципова відмінність методології забезпечення функціональної стійкості від моделей та методів побудови структурно надмірних систем. Аналіз наявної теорії функціональної стійкості показав, що вперше у дослідженнях проф. Машкова О.А. було визначено властивість функціональної стійкості, розроблено загальну концепцію її забезпечення для складних технічних систем, а також вирішено завдання забезпечення функціональної стійкості бортового інформаційно-керуючого комплексу літака. Було запропоновано принципи та виведено закони керування рухом літального апарату, який моделюється у вигляді динамічної системи, яка математично описана системою диференціальних рівнянь першого порядку. Була запропонована тенденція майбутнього розвитку теорії функціональної стійкості, яка потребує подальшого удосконалення для застосування цієї властивості до інших систем [Артюшін, Машков, 1991; Машков, Вітко, 2009].

На основі цього підходу представимо математичну модель процесу функціонування комп'ютерної мережі у вигляді:

$$\dot{X}(t) = A(t)X(t) + B(t)U(t), \quad (1)$$

де $X(t)$, $\dot{X}(t)$ – вектор у просторі стану та його похідна; t – час; $A(t)$ – матриця стану; $U(t)$ – вектор керування; $B(t)$ – матриця керування.

Тоді, задача забезпечення комп'ютерної мережі властивості функціональної стійкості зведена до пошуку вектора керування $U(t)$. Теорія автоматичного керування надає низку методів рішення подібних задач. Але труднощі пов'язані із створенням моделі (1). Це пояснюється від-

сутністю адекватних моделей процесів функціонування комп'ютерних мереж у вигляді систем диференціальних рівнянь для показників та їх швидкостей зміни $X(t), \dot{X}(t)$.

У роботах професора Барабаша О.В. розподілена інформаційна система моделюється графом з усіма вершинами, з'єднаними за принципом трикутника (Барабаш, Мусієнко, Собчук, 2022). Ця структура гарантує стійкість системи, оскільки в разі будь-якої аварійної ситуації інформація доставляється до всіх вузлів системи без втрат. Показником функціональної стійкості визначена ймовірність зв'язності графу. Запропоновано необхідну й достатню умову функціональної стійкості розподілених інформаційних систем спеціального призначення, що полягає у працездатності всіх вузлів комутації й наявності альтернативних маршрутів передачі інформації між вузлами. Запропоновано понятійний апарат функціональної стійкості, що являє собою сукупність математичних моделей, ознак, показників, критеріїв, границі, запасу й областей функціональної стійкості. Одержали подальший розвиток методи визначення зв'язності графів з метою обчислення показників функціональної стійкості розподілених систем. Розроблений метод двосторонньої оцінки ймовірності зв'язності графа відрізняється від відомих приблизних методів додатковим об'єднанням простих ланцюгів щодо ребер розрізу у вершини стоку графа структури двополусної розподіленої інформаційної системи й дозволяє з більш високою точністю визначати показники функціональної стійкості для рішення практичних задач. Установлені аналітичні залежності для оцінки зв'язності псевдорегулярних графів дозволяють по спрощених формулах порівнювати різні структури розподілених інформаційних систем по показникам функціональної стійкості. Розроблені методики синтезу структури функціонально стійких розподілених інформаційних систем, які містять у собі методику рішення часткової задачі й методику рішення загальної задачі синтезу. Удосконалено методику ідентифікації позаштатних ситуацій у функціонально стійких розподілених інформаційних системах, що відрізняється від існуючих тем, що поширено на неповнозв'язні структури системи, основана на принципах блукаючого діагностичного ядра й не вимагає додаткової апаратної надмірності для рішення задач ідентифікації.

Кравченко Ю. В. визначив математичну модель функціональної стійкості псевдосупутникової радіонавігаційної системи. Він встановив, що внутрішній стан z системи є членом фазового простору станів Z . Робота системи ґрунтується на зміні внутрішнього стану з часом. Припускається, що функціонування системи описується певним набором параметрів α , які є елементами множини A . Це означає, що зміни внутрішнього стану в часі $z(t, \alpha)$ залежать від параметрів α . Водночас $t \in I$, де I - інтервал функціонування системи. Функція часу $z(t, \alpha)$ узагальнено описує реалізацію випадкового процесу. Оцінка якості роботи будь-якої системи виконується за допомогою функціоналів. Вважається, що реалізація $z(t, \alpha)$ при будь-якому $\alpha \in A$ задає однопараметричне значення дійсних функціоналів:

$$F_\tau = F_\tau \{z(t, \alpha), t \leq \tau, \tau \in I, \alpha \in A\} \quad (2)$$

Функціонал F_τ при фіксованому τ оцінює роботу системи до заданого моменту. Для фіксованого α та безперервної реалізації $z(t, \alpha)$ робота F_τ є дійсною функцією часу $\tau \in I$. Для дослідження було обрано множину D , що складається з різних дійсних функцій з областю визначення I . Умовними позначеннями є: β - сукупність певних підмножин заданої множини. Також для кожної множини $\beta \in B$ визначено сукупності $\beta_\gamma(B)$ певних підмножин B , залежних від параметра γ . Під фізичним змістом вказаних понять розуміється належність дійсної функції до однієї з множин сукупності β , яка вказує на основну властивість обраного визначення стійкості. Якщо обрана функція відноситься до однієї з підмножин сукупності $\beta_\gamma(B)$ - це вказує на додаткові властивості, що характеризують певну особливість поняття стійкості. Оскільки B - певна множина функцій, то множина значень всіх функцій B , розглянутих у точці t , позначається як B^t . Особливу увагу слід звернути на той факт, що інтервал I містить фіктивну точку ∞ . Отже, певна реалізація $\{F_\tau, t \in I\}$ є елементом раніше обраної множини B , тобто $\{F_\tau, t \in I\} \in B$ або $F_\infty \in B^\infty$. В іншому випадку $\{F_\tau, t \in I\} \notin B$, тобто $F_\infty \notin B^\infty$. Так само як і для множини D , існує L -

сукупність певних підмножин множини параметрів A . Для всіх множин $A \in \mathcal{L}$ визначено сукупність $\mathcal{L}_\gamma(A)$ певних його підмножин, визначену параметром γ . Розрізняються два числа: a та $a-0$.

Отже, можна зробити висновок: псевдосупутникова радіонавігаційна система є функціонально стійкою щодо $(\beta, \{\beta_\gamma\}, \mathcal{L}, \{\mathcal{L}_\gamma\}, \varepsilon_0, F_\tau, T)$, де $0 \leq \varepsilon \leq 1$ – деяке число, F_τ – визначене однопараметричне сімейство функціоналів, T – певна підмножина інтервалу функціонування I . Якщо для будь-якої $\varepsilon > \varepsilon_0$ та для будь-якої множини $B \in \beta$ можливо визначити множину $A \in \mathcal{L}$, коли для кожного $A_1 \in \mathcal{L}_B(A)$ існує $B_1 \in \beta_{A_1}(B)$, що задовільняє при всіх $\tau \in T$ та $\alpha \in A_1$ нерівності (3):

$$P\{F_\tau[z(t, \alpha), t \leq \tau] \in B_{A_1}^c\} > 1 - \varepsilon \quad (3)$$

У ролі параметра набору сукупностей $\{\mathcal{L}_\gamma\}$ виступають множини B та β , а параметрами сукупностей $\{\beta_\gamma\}$ є множини з $\mathcal{L}_B$. Для цього визначення є необхідністю збереження певної власливості системи у заздалегідь визначеному часовому інтервалі. Множини з сукупності $\mathcal{L}$ описують можливі допустимі збурювання. Якщо множини з сукупності $\mathcal{L}_B(A)$ змінюють свої параметри, то поведінка системи матиме незначні зміни. Невід'ємною складовою будь-якого приватного визначення є підмножина T , яка визначає інтервал часу, на якому відбувається аналіз стійкості та сімейства функціоналів F_τ .

Проблема створення структури вирішена шляхом застосування теорії матроїдів та методу градієнтного спуску. Ця концепція пропонує синтез структури псевдосупутникової радіонавігаційної системи, що відрізняється від існуючих підходів до будівництва багатопозиційних радіонавігаційних систем. Основна ідея полягає у забезпеченні функціональної стійкості за допомогою використання структурної надмірності та формування відновлювального керування. Це дозволяє компенсувати наслідки непередбачених ситуацій, таких як відмови, збої, руйнування або бойові ушкодження псевдосупутників, забезпечуючи необхідні функції навігаційного забезпечення системи. Данна стратегія дозволяє створювати структуру псевдосупутникової радіонавігаційної системи з урахуванням можливих втрат її компонентів. Крім того, вона дозволяє знизити кількість псевдосупутників у 2-4 рази при збереженні однакових значень показника функціональної стійкості. Дана концепція також містить понятійний апарат функціональної стійкості структури псевдосупутникової радіонавігаційної системи. Цей апарат відрізняється від наявних аналогів тим, що може бути використаний для будь-яких мультипозиційних радіонавігаційних систем. Він дозволяє математично формалізувати цільову функцію та обмеження у задачі оптимізації структури, а також оцінювати кількісно і якісно властивість функціональної стійкості подібних систем. Розроблена методика визначає показник функціональної стійкості структури псевдосупутникової системи. Цей показник враховує точність розв'язання задач навігації споживачами та структурну надмірність системи. Додатково, методика дозволяє керувати структурною надмірністю з метою компенсації наслідків відмов, збоїв, руйнувань, бойових пошкоджень псевдосупутників. Застосування цієї методики дозволяє кількісно оцінювати функціональну стійкість будь-яких конфігурацій радіонавігаційних систем при аналізі існуючих та розробці перспективних систем.

Значний вклад у розвиток теорії функціональної стійкості зробив професор Неділько С.М. А саме, в його роботах одержала подальший розвиток класична методологія функціональної стійкості, яка характеризується новою ідеєю забезпечення функціональної стійкості автоматизованої системи управління повітряним рухом при декомпозиції етапу «парування» на наступні підетапи: виявлення області надмірності, формування оптимального використання надмірності й оцінки стану системи після перерозподілу ресурсів. Удосконалено методику оцінки функціональної стійкості системи управління повітряним рухом, яка відрізняється від існуючих комплексним використанням принципу декомпозиції процедури забезпечення функціональної стійкості на більш прості етапи та методики розрахунку узагальненого ймовірнісного показника функціональної стійкості як згортки матриці зв'язності структури. Розроблено методику виявлення існуючої області надмірності автоматизованої системи управління повітряним рухом, яка оснований на ідеї використання апріорної інформації при визначенні ознак

надмірності, попереднього формування області надмірності, послідовного виключення надмірних елементів та зв'язків із системи з метою оцінки якості функціонування системи для остаточного уточнення області надмірності. Використання методики дозволяє виявити існуючий ресурс (область надмірності) для подальшого використання під час парирування нештатних ситуацій. Розроблено модель застосування надмірності для забезпечення функціональної стійкості системи керування повітряним рухом, яка базується на запропонованому автором методі поетапного зменшення потужності бази перестановочного багатогранника, а також новому принципі формування максимальної бази при зануренні множини допустимих рішень в частково упорядковану множину, для якої цільова функція і градієнт монотонні уздовж ланцюгів, що індукційовані частковим порядком. Практична реалізація моделі при комп'ютерному моделюванні дозволяє із множини допустимих варіантів перерозподілу ресурсів знаходити оптимальне рішення при значному зменшенні числа звернень до цільової функції у порівнянні з іншими точними методами оптимізації (Неділько С.М., 2011).

У роботах Обідіна Д.М. методологія функціональної стійкості складних систем відрізняється запропонованою стратегією та принципами забезпечення властивості функціональної стійкості інтелектуальних систем автоматичного управління польотом літального апарата у контексті розвитку етапу «розпізнавання» класичної теорії через впровадження процедури оцінювання достовірності децентралізованої нечіткої бази знань для визначення достовірності елементів бази та етапу «парирування», в якому при формуванні відновлюючого керування враховується суб'єктивний характер знань через показники достовірності елементів бази знань для парирування наслідків нештатних ситуацій у польоті літального апарата. Реалізація запропонованої методології дозволяє враховувати суб'єктивний характер елементів бази знань при формуванні алгоритмів відновлюючого керування, що в сукупності забезпечить адекватне реагування системи автоматичного керування на аварійні ситуації та високий рівень безпеки польотів. Запропоновано модель процедури оцінювання достовірності розподіленої бази знань інтелектуальної системи управління літальним апаратом, яка базується на так званому блукаючому верифікаційному ядрі та можливості оцінки коректності елементів знань на основі результатів тестових перевірок, що дозволяє реалізувати запропонований метод процедури оцінювання достовірності розподіленої бази знань інтелектуальної системи керування літальним апаратом. Розроблено метод процедури оцінювання достовірності розподіленої бази знань, який базується на запропонованій моделі оцінювання, а також на методі випадкового переміщення інформації про достовірність та аналізі інформації на основі характеристичних чисел структури зв'язків, що дозволяє досягти заданої достовірності процедури оцінювання елементів бази знань. Удосконалено нечіткі та чіткі графові моделі функціонування розподілених баз знань системи автоматичного керування літальним апаратом на основі графу станів бази знань, графу зв'язків, графу керування бази знань, структурного графу, які об'єднані у загальний граф структури. Запропоновані моделі функціонування розподіленої бази знань дозволяють здійснювати паралельний формальний опис нечітких ситуацій в системі автоматичного керування у відповідності до нечітких станів бази знань та отримати майже всі характеристики функціональної стійкості розподіленої бази знань. Також запропоновано метод нечіткого виведення для системи автоматичного управління літальним апаратом, який базується на ідеї побудови дерева інтелектуальних модулів на основі упорядкованості процесів керування та ієрархії підпорядкованості різних блоків (модулів) системи автоматичного керування при їх функціонуванні та реалізує схему дедуктивного виведення на основі застосування часткових алгоритмів виведення. Дані алгоритми враховують ієрархічну організацію бази знань системи автоматичного керування літального апарата та її нечіткість, визначену на основі процедур оцінювання достовірності, що дозволяє здійснювати виведення рішень на основі інформації гетерогенних джерел в умовах динамічної зміни мети керування у реальному часі (Обідін, 2011).

Найбільш перспективний та сучасний підхід створення функціонально стійких комп'ютерних мереж запропонований у роботі (Кравченко, Дахно, 2024). Ця ідея характеризується

новими моделями виведення в інтелектуальній системі керування ресурсами мережі. Сутність у наступному: модель виведення ґрунтується на наданні сигнатурі алгебраїчної системи $\langle \Omega_F, \Omega_R \rangle$ продукційних властивостей схеми виведення «якщо ... то». Друга риса у використанні, так званої, FS-системи – системи алгебри, в якій разом з операціями над будь-якою парою її елементів ($\wedge$ («перетин») та $\vee$ («об'єднання»)) додатково задано бінарне відношення з продукційними властивостями. Відношення визначено продукційно-логічним, так як воно має рефлексивність, транзитивність та інші властивості, які визначаються конкретною моделлю. Також, важливим є те, що в FS-системі пруч з операціями над будь-якою парою її елементів задане правило їх логічного «порівняння» або виведення. Математична формалізація цього правила дозволяє розробити алгоритми інтелектуалізованого керування ресурсами мережі з метою реагування на позаштатні ситуації за рахунок перерозподілу надмірності.

Висновки

На основі проведених досліджень було виявлено, що такі характеристики складних технічних систем, як надійність і стійкість, описують їхню роботу під впливом збоїв і пошкоджень. Проте, ці характеристики не дозволяють адекватно моделювати процеси функціонування у випадках значних пошкоджень, потоку збоїв і несправностей, потенційних терористичних загроз, а також помилок операторів та інших внутрішніх і зовнішніх дестабілізуючих факторів. Тому, виникає необхідність забезпечення системи новою властивістю — функціональною стійкістю. Забезпечення функціональної стійкості дозволить системам ефективніше протидіяти різноманітним дестабілізуючим впливам, що є критичним для їх стабільного функціонування. Більшість наукових досліджень концентрується на проблемах стійкості функціонування. Вже у 1990-х роках термін "функціональна стійкість" був введений О.А. Машковим, який у своїх працях детально розглянув стратегію забезпечення функціональної стійкості для динамічних систем у межах математичного апарату теорії автоматичного керування (Артюшін, Машков, 1991). Кравченко Ю.В., О.В. Барабаш, Неділько С.М., Обідін Д.М., Собчук В.В. наслідуючи наукову школу функціональної стійкості, значно сприяли розвитку термінологічного апарату та успішно розв'язали завдання забезпечення функціональної стійкості для певних технічних систем.

За результатами аналізу існуючої теорії функціональної стійкості можна визначити, що немає публікацій, які прямо вирішують проблему побудови будь-яких стійких складних систем. Однак, розробка таких технологій у майбутньому має потенціал вирішити багато проблем, що стосуються будівництва та експлуатації нових поколінь складних систем. Ці системи покликані значно розширити умови їх застосування, забезпечити комплексну оптимізацію функцій, підвищити ефективність у критичних умовах, знизити час і матеріальні витрати на розробку та впровадження нових технічних зразків. Ці покращення досягаються завдяки високій ступені уніфікації елементної бази систем та оптимізації процесу впровадження систем на початкових етапах їх розробки. Отже, особливості принципу функціонування багатьох складних технічних систем свідчать про те, що, незважаючи на значні наукові досягнення у теорії функціональної стійкості, математичні моделі складних систем, які в них досліджуються, не можуть коректно описати процес функціонування всіх існуючих систем. Тому, актуально продовжувати розвиток теорії функціональної стійкості для конкретних систем, а саме, гетерогенних комп'ютерних мереж.

Список літератури

1. Artyushin L.M., Mashkov O.A. (1991) *Optimization of fault-tolerant digital automatic systems*. KVAIU.
2. Barabash O.V., Musienko A.P., Sobchuk V.V. (2022) *Basics of ensuring the functional stability of information systems of enterprises under the influence of destabilizing factors*. Millennium.
3. Kravchenko Yu. V., Dakhno N. B. (2024) *A strategy for intelligent control of a flexible structure of a complex system of autonomous navigation in the format of GPS signals and sensor monito-*

ring of the battle line using UAVs. *Airy power of Ukraine*. 1, (5–13). doi.org/10.33099/2786-7714-2024-1-6-5-13

4. Kravchenko Yu. V., Mykus S. A. (2013) Current status and ways of development of the theory of functional stability. *IPME named after G.E. Pukhova* 68, (60-68).

5. Kravchenko Yu.V., Nikiforov S.V. (2014) Definition of the problems of the theory of functional stability regarding application in computer systems. *Telecommunications and information technologies*. 2, (19–25).

6. Mashkov O.A., Vitko S.G. (2009) Application of multiplex information transmission channels in a functionally stable on-board information and control complex of a promising aircraft. *IPME named after G.E. Pukhova* 52.

7. Obidin D.M. (2011) The problem of ensuring the functional stability of an intelligent aircraft control system. *Modern information technologies in the field of security and defense*. 3(12), (44-47).

8. Yudin O., Mashkov O., Kravchenko Y., Cherniak A., Salkutsan S., Tyshchenko M. (2021) Reconfiguration of computations in multiprocessor computing system. *IEEE 3rd International Conference on Advanced Trends in Information Theory*.

Y. Kravchenko, O. Fisun

RESEARCH ON EXISTING METHODS FOR ENSURING FUNCTIONAL RESILIENCE OF COMPUTER NETWORKS

The article examines the existing methods of the theory of functional stability when used to improve computer networks. The work is devoted to the analysis of existing methods of functional stability, comparison of their main characteristics and identification of advantages.

Research of the latest approaches and technologies for ensuring the functioning of computer networks in various operating conditions.

Modern methodologies for ensuring the functional stability of computer networks are analyzed, including the evaluation of the effectiveness and advantages of various approaches in operational conditions. The study emphasizes the importance of new approaches to increasing the efficiency of technical systems through the implementation of the principles of functional stability. This is achieved through rational use of resources and redistribution of excesses to minimize the consequences of unforeseen situations. The need for further development of the theory of functional stability for an accurate description of the operation of various systems is emphasized, especially in the context of modern information technologies that contribute to increasing the efficiency of various technical systems.

Research methods for ensuring the functional stability of computer networks can be used in the educational process in institutions of higher education of the appropriate profile and for the development and improvement of the operation of computer networks under the conditions of different operation and usage scenarios.

Keywords: functional stability; computer networks; work optimization; method; system; methodology; information technology; software; data processing; operation.