

УДК 004.052

Кравченко Ю. В., д.т.н.; Нікіфоров С. В., аспірант
(Державний університет телекомунікацій, м. Київ. +380 (44) 249 25 88. nisevl@bigmir.net)

ВИЗНАЧЕННЯ ПРОБЛЕМАТИКИ ТЕОРІЇ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ СТІЙКОСТІ ЩОДО ЗАСТОСУВАННЯ В КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ

Кравченко Ю. В., Нікіфоров С. В. Визначення проблематики теорії функціональної стійкості щодо застосування в комп'ютерних системах. Дано визначення комп'ютерної системи, проведена паралель між комп'ютерами ранніх поколінь і комп'ютерами V покоління. Визначено основні положення функціональної стійкості комп'ютерної системи в умовах впливу на них зовнішніх дестабілізуючих факторів. Розглянуто показники і критерії функціональної стійкості комп'ютерної системи, проблеми забезпечення функціональної стійкості. Визначено концептуальний, системно-функціональний і організаційно-технічний рівні забезпечення функціональної стійкості та їх завдання. Описано числові показники, що визначають функціональну стійкість і дають можливість суб'єктивної оцінки цими показниками. Розглянуто загальну модель дестабілізуючих впливів на систему. Особливу увагу звернуто на комплексне вирішення проблем функціональної стійкості комп'ютерних систем. Визначено особливості розвитку комп'ютерних систем і технологій в галузі штучного інтелекту. Показано взаємний вплив дестабілізуючих факторів на стійкість функціонування систем.

Ключові слова: комп'ютерна система, функціональна стійкість, штучний інтелект, інформаційна технологія, дестабілізуючий фактор, модель дестабілізуючих впливів

Кравченко Ю. В., Никифоров С. В. Определение проблематики теории функциональной устойчивости в применении к компьютерным системам. Дано определение компьютерной системы, проведена параллель между компьютерами ранних поколений и компьютерами V поколения. Определены основные положения о функциональной устойчивости компьютерной системы в условиях влияния на нее внешних дестабилизирующих факторов. Рассмотрены показатели и критерии функциональной устойчивости компьютерной системы, проблемы обеспечения функциональной устойчивости. Определены концептуальный, системно-функциональный и организационно-технический уровни обеспечения функциональной устойчивости и их задачи. Описаны числовые показатели, определяющие функциональную устойчивость и дающие возможность субъективной оценки этим показателям. Рассмотрена общая модель дестабилизирующих влияний на систему. Особое внимание обращено на комплексное решение проблем функциональной устойчивости компьютерных систем. Определены особенности развития компьютерных систем и технологий в области искусственного интеллекта. Показано взаимное влияние дестабилизирующих факторов на устойчивость функционирования систем.

Ключевые слова: компьютерная система, функциональная устойчивость, искусственный интеллект, информационная технология, дестабилизирующие факторы, модель дестабилизирующих влияний

Kravchenko Yu. V., Nikiforov S. V. Definition of the theory of functional stability problems for use in computer systems. The definition of a computer system, a parallel between the earlier generations of computers and computers V generation. The main provisions of the functional stability of computer systems under the influence of its external destabilizing factors. The conceptual, systemic-functional, organizational and technical levels to ensure functional stability and their tasks are defined. Numerical indicators that determine the functional stability and enabling the subjective evaluation of these indicators are described. The common model of destabilizing influences is considered on the system. The special attention is turned on the complex decision of problems of the computer systems functional stability. Particular attention is drawn to the complex decision of problems of functional stability of computer systems. The features of the development of computer systems and technologies in the field of artificial intelligence are defined. The relative influence of destabilizing factors on the sustainability of the systems is shown.

Keywords: computer system, functional stability, artificial intelligence, information technology, destabilizing factor, model of destabilizing influences

Вступ. Постановка задачі. Теорія функціональної стійкості складних систем дозволяє забезпечити найбільшу ефективність системи в умовах впливу на неї дестабілізуючих чинників. У зв'язку з тим, що майбутнє стоїть за комп'ютерами п'ятого покоління, виникає необхідність подальшого розвитку теорії функціональної стійкості (ФС).

Метою статті є визначення основних положень ФС саме для комп'ютерних систем (КС). На основі аналізу наукових публікацій [1...16] були виділені основні завдання теорії ФС КС.

З середини 50-х років з самого початку активного використання ЕОМ першого покоління, стали формуватися перші області досліджень, які в подальшому зробили помітний вплив на виникнення наукового напрямку, що одержав назву штучний інтелект.

Штучний інтелект можна визначити як властивість системи реагувати на інформацію, що надходить на її вхідні пристрої, майже так само, як реагує в тих же інформаційних умовах людина [4]. Система і модельована людина однаково за своїми результатами розпізнають образи і ситуації, вирішують логічні та інші завдання, приймають одні і ті ж рішення в однакових ситуаціях, тобто демонструють однакові результати мислення. В ідеальному випадку емоційне забарвлення результатів мислення і поведінки у машини – моделі і людини – об'єкта моделювання – також повинна бути однаковою.

Першим поколінням вважалися лампові комп'ютери, другим – транзисторні, третім – комп'ютери на інтегральних схемах, а четвертим – з використанням мікропроцесорів. Зараз ведуться інтенсивні розробки ЕОМ п'ятого покоління і ставляться зовсім інші завдання, ніж при розробки всіх колишніх ЕОМ. Якщо перед розробниками ЕОМ з I по IV поколінь стояли такі завдання, як збільшення продуктивності в області числових розрахунків, досягнення великої ємкості пам'яті, то основним завданням розробників ЕОМ V покоління є створення систем штучного інтелекту, усунення бар'єру між людиною і комп'ютером. Комп'ютери повинні бути здатні сприймати інформацію з рукописного або друкованого тексту, з бланків, з людського голосу, дізнаватися користувача по голосу, здійснювати переклад з однієї мови на іншу. Звідси і основні вимоги до комп'ютерів V покоління: створення розвиненого людино-машинного інтерфейсу (розпізнавання мови, образів); розвиток логічного програмування для створення баз знань і систем штучного інтелекту [1]; створення нових технологій у виробництві обчислювальної техніки; створення нових архітектур комп'ютерів і обчислювальних комплексів.

Функціональна стійкість комп'ютерних систем. В обчислювальних пристроях, що з'являються в останні роки, простежуються спільні риси, абсолютно нехарактерні для комп'ютерів останніх тридцяти років. Інші пріоритети, інший підхід до безпеки, інший підхід до інтерфейсів, інший підхід до багатозадачності, інший підхід до додатків, інше все. Інакше повинні вирішуватися питання збереження та відновлення працездатності (стійкості функціонування або ФС) КС в умовах деструктивних впливів (ДВ) [3]. Порушення працездатності КС реалізуються внаслідок ДВ.

Забезпечення ФС КС по суті є виконанням умов зберігати сталість свого внутрішнього стану за допомогою скоординованих реакцій, спрямованих на підтримку динамічної рівноваги, прагнення системи відтворювати себе, відновлювати втрачену рівновагу, долати опір зовнішнього середовища [6, 9]. При цьому ФС розглядається як подальший розвиток властивостей систем, які характеризують їх цілеспрямовану поведінку [7].

Раніше існувала інфраструктура, що забезпечує реалізацію “надійнісних” властивостей протягом всього життєвого циклу КС. Така інфраструктура включала в себе ефективні технічні та організаційні механізми, орієнтовані, в основному, на підтримку високої готовності ЕОМ колективного користування [8]. Основу методології створення таких механізмів становили традиційні методи теорії надійності та експлуатації систем.

Для сучасних КС змінилися принципи організації та умови їх функціонування, і перш за все, це:

– *поява* принципово нових технологій збору, зберігання і обробки інформації на базі архітектур «клієнт-сервер»;

– створення розподілених корпоративних мереж, що використовують в якості транспортного середовища Internet;

– ускладнення структури запитів користувачів з одночасним підвищенням “ціни” якості і часу їх обробки;

– розширення спектру загроз інформаційної безпеки і ускладнення сценаріїв їх реалізації.

Перераховані зміни [13] передбачають створення принципово нових механізмів забезпечення цілеспрямованого функціонування сучасних КС, які повинні реалізувати такі якості, як вибір характеру поведінки системи відповідно до зміни зовнішніх умов, визначення спектру зберігаються інформаційних послуг в умовах загроз порушення ефективного доступу, можливу коригування мети функціонування, активну протидію відмова різних компонентів КС і т.д.

Тому сьогодні, поряд з традиційними “надійнісними”, додаються нові аспекти функціональної стійкості: адаптивність, живучість, відмовостійкість і т.п. [3].

Комплексний підхід до забезпечення ФС сучасних КС в даний час розвинена недостатньо. Вказана обставина є причиною виникнення суперечності між прагненням забезпечити ФС КС в умовах ДВ і відсутністю теоретичних, методичних і організаційно-технічних основ її забезпечення. Звідси випливає проблема, суть якої полягає в необхідності створення теоретико-методологічних засад забезпечення ФС КС в умовах ДВ і науковому обґрунтуванні принципів побудови і функціонування системи забезпечення цілеспрямованого функціонування сучасних КС в цих умовах.

Виділяється три рівні забезпечення ФС: *концептуальний*; *системно-функціональний*; *організаційно-технічний*.

Концептуальний рівень визначає комплекс завдань, пов'язаних з розробкою структури та визначенням вмісту такої концепції. Розробка змістовної сторони концепції потребує вирішення таких завдань [2]:

– визначення комплексу властивостей, складових ФС КС;

– формування системи показників і критеріїв ФС КС; *обґрунтування* вимог до ФС КС;

– визначення видів загроз порушення працездатності КС і можливих сценаріїв впливу загроз різних видів;

– *організація* протидії загрозам порушення працездатності КС.

Перераховані завдання визначають зміст елементів, а взаємозв'язок цих елементів – структуру концепції забезпечення ФС КС.

Системно-функціональний рівень. Розробка принципів побудови засобів ФС КС та організації раціонального управління цими засобами є основою створення системи забезпечення ФС КС. Формування вигляду такої системи, формування оптимальної функціональної структури, визначення множини функцій забезпечення та управління ФС, а також розробка методичних основ побудови механізмів їх реалізації становлять зміст, завдань системно-функціонального рівня [5].

Система забезпечення ФС повинна створюватися на етапі проектування КС і враховувати особливості побудови і функціонування останньої в умовах ДВ. Ця обставина вимагає розробки комплексної моделі функціонування КС.

Така модель в загальному вигляді може бути представлена як

$$G = \langle I, \mu \rangle,$$

де I – модель КС; μ – модель ДВ.

Модель КС передбачає описи:

– *ресурсів КС*, що включають сукупність серверів, робочих станцій, різних видів периферійних пристроїв, комунікаційного устаткування, кабельного обладнання, програмного та інформаційного забезпечення, підтримуючої інфраструктури, призначених для надання інформаційних послуг користувачам;

– *морфології КС*;

– *множини* інформаційних послуг, що представляє собою сукупність дій КС, реалізованих при обробці певного набору запитів користувачів на доступ до ресурсів КС;

– *технології* надання інформаційних послуг, з урахуванням структури, змісту і характеристик потоків запитів користувачів на доступ до інформації, і технологічних ланцюжків їх реалізації.

Враховуючи це, модель КС може бути представлена як

$$I = \langle P, U, \delta, \eta \rangle,$$

де P – множина ресурсів системи;

U – *множина* інформаційних послуг, що надаються системою; δ – структурно-параметричний опис системи;

η – опис технології надання послуг.

Множина P ресурсів КС характеризує сукупність апаратних засобів обчислювальної техніки, комунікаційного обладнання, програмного та інформаційного забезпечення, підтримуючої інфраструктури, призначених для надання інформаційних послуг користувачам.

Множина U інформаційних послуг – це сукупність дій системи, що реалізуються при обробці певного набору запитів користувачів на доступ до ресурсів інформаційної системи.

Структурно-параметричний опис системи δ містить опис морфології комп'ютерної системи, характеристику параметрів ресурсів системи, їх територіальне розташування і способи взаємодії ресурсів між собою. Структурно-параметричний опис системи δ задає систему відносин на множині P ресурсів КС.

Опис технології надання інформаційних послуг η включає опис структури, змісту і характеристик потоків запитів користувачів на доступ до інформації, а також технологічних ланцюжків реалізації запитів, що включають процедури ідентифікації запитів і визначення потрібних ресурсів для їх обслуговування і порядок використання цих ресурсів.

Опис технології надання інформаційних послуг η задає систему відношень між множиною P ресурсів системи і множиною U послуг, що надаються системою.

Другим компонентом в комплексній моделі виступає модель ДВ μ , яка представляє собою організовану в деяку просторово-часову структуру сукупність факторів, вплив яких на ресурси системи викликає процес порушення нормального функціонування системи.

Узагальнена модель ДВ на систему може бути описана наступним чином:

$$\eta = \langle R, \alpha \rangle,$$

де R – множина ДВ; α – просторово-часова структура ДВ.

Множина R представляє собою сукупність факторів, вплив яких на систему призводить до порушення нормального функціонування останньої.

Просторово-часова структура α ДВ множини R на систему характеризує моменти початку впливів, тривалість і періодичність впливів, розподіл впливів по елементах системи.

Просторово-часову структуру α ДВ представимо як

$$\alpha = \langle y, T \rangle,$$

де $y = \langle P, R, Y \rangle$ – бінарне відношення ($Y \subseteq P \times R$), що визначає розподіл впливів по ресурсах КС;

P – множина ресурсів КС; R – множина ДВ;

T – характеристики моментів початку впливів та їх тривалості.

Взаємний вплив дестабілізуючих факторів один на одного і на стійкість функціонування систем має складну природу, яку показано на Рис. 1.

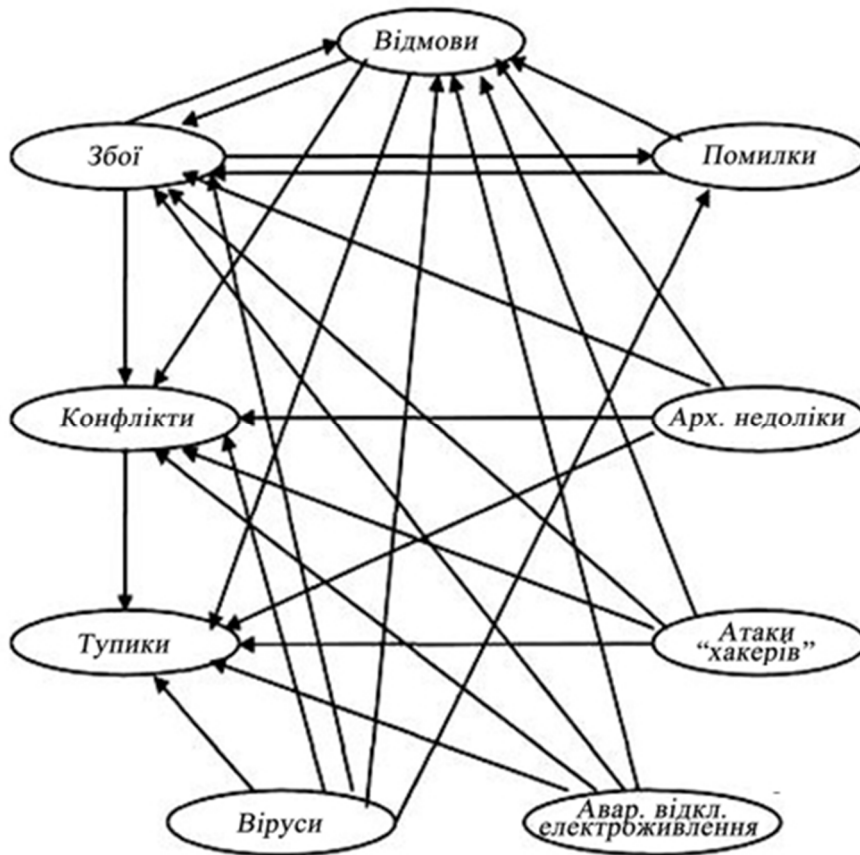


Рис. 1. Взаємозв'язок і взаємовплив дестабілізуючих факторів

Під *збоєм* розуміється короточасне порушення працездатності пристроїв, відновлення працездатності яких відбувається без втручання людини. *Відмова* – порушення працездатного стану пристроїв, відновлення якого неможливе без втручання людини [10].

Помилки в програмному забезпеченні – ситуації порушення послідовності закодованих операцій по досягненню конкретного результату.

Конфлікти – ситуації, коли два або більше процеси одночасно запросили для свого виконання одну і ту ж сукупність системних ресурсів (іноді званих критичними ресурсами). Під процесом розуміється систематизована послідовність операцій, спрямована на отримання конкретного результату при виконанні програми з її вихідними даними [14].

Під *системним ресурсом* розуміється будь-який елемент системи, що має своє унікальне ім'я або адресу і виділяється процесам у тимчасове використання з подальшим його звільненням.

Тупики – ситуації взаємного очікування двома або більше виконуються процесами звільнення однієї і тієї ж сукупності ресурсів, зайнятих іншими процесами. У цьому випадку в системі дані процеси не виконуються, і при працездатному стані всіх елементів система не виконує покладених на неї функцій і знаходиться в стані очікування. Необхідне втручання адміністратора з примусового звільнення сукупності системних ресурсів. Ситуації з примусового звільнення ресурсів називається *відкатом* виконання процесів. Проте надалі сама процедура відкату не усуває умов виникнення цих або нових тупиків.

Архітектурна недосконалість – невідповідність умов стійкого функціонування сукупності процесів в системі і вибраних характеристик елементів архітектури системи або обраних механізмів управління інформаційними процесами.

Віруси – недокументована функціональна можливість у вигляді програмного коду деякого програмного забезпечення (як правило, зовнішнього походження), яка призводить до порушень безпеки інформації та виконання процесів в системах.

Атаки “хакерів” – несанкціоноване отримання доступу до ресурсів системи з метою умисного порушення безпеки інформації та функціонування систем.

Аварійне відключення електроживлення – ситуації раптового аварійного відключення електроживлення і потребують необхідності включення резервних джерел живлення. Породжують при цьому перехідні процеси, а перехідні процеси під час грози здатні привести до збоїв в системах електроживлення і, у підсумку, до зниження стійкості функціонування територіально розподілених систем зв'язку.

Комплексна модель є основою створення системи забезпечення ФС КС. Система забезпечення ФС в узагальненому вигляді відповідає схемі класичної системи управління [11]. *Об'єктом управління*, при цьому, виступає КС; *органами управління* – механізми забезпечення її ФС; *керуючими впливами* – стратегії протидії загрозам порушення працездатності КС; а дані про стан КС та її компонентів, одержувані в результаті моніторингу, представляють собою *інформацію зворотного зв'язку*, призначену для вироблення рішення про вибір належного варіанту керуючого впливу.

Завдання, пов'язані з створенням механізмів забезпечення ФС, становлять зміст організаційно-технічного рівня. Їх рішення спрямоване на розробку загальних принципів організації забезпечення функціональної стійкості [12] КС і конкретних пропозицій щодо реалізації цих принципів.

Підсистема механізмів забезпечення функціональної стійкості представляє собою структуровану відповідно до заданої множини ресурсів КС і рівнів їх деталізації сукупність програмно-технічних засобів, організаційних заходів і методичних положень [15, 16], спрямованих на активну чи пасивну протидію загрозам порушення працездатності системи в цілому або окремих її елементів.

Висновок. Таким чином, підсистема механізмів забезпечення функціональної стійкості представляє структуровану сукупність програмно-технічних засобів, організаційних заходів і методичних положень відповідно до заданої безлічі ресурсів КС і рівнів їх деталізації, спрямованих на активну чи пасивну протидію загрозам порушення працездатності системи в цілому або окремих її елементів.

Завдання концептуального, системно-функціонального і організаційно-технічного рівнів носять комплексний характер і зачіпають науково-методичні, технічні та організаційні аспекти забезпечення функціональної стійкості КС. Їх рішення дозволить створити основу забезпечення сталого функціонування КС в умовах деструктивних впливів.

Література

1. Кравченко Ю. В. Гіпотеза ефективного структурування знань в інформаційній системі / Ю. В. Кравченко, О. Г. Оксіюк // Труды університету. – К.: НУОУ, 2010. – № 99. – С. 108-114.
2. Кравченко Ю. В. Концептуальний підхід до синтезу складних технічних систем з динамічною структурою / Ю. В. Кравченко, Р. А. Миколайчук // Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони. – 2012. – №2 (14). – С. 31-36.
3. Кравченко Ю.В. Сучасний стан та шляхи розвитку теорії функціональної стійкості / Ю. В. Кравченко, С. А. Микусь // Моделювання та інформаційні технології : збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова. – 2013. – Вип. 68. С. 60-68.

4. Кравченко Ю. В. Методика оцінки стану складних об'єктів та процесів на основі методів інтелектуальної обробки даних / Ю. В. Кравченко, Р. А. Миколайчук // Матеріали Міжнар. наук.-практ. конференції «Інтелектуальні системи прийняття рішень та проблеми обчислювального інтелекту (ISDMCI)». – Євпаторія: 27-31 травня 2012 р. – С. 100-101.
5. Ильин О. Ю. Выбор критериев оптимальности преобразований и инвариантности в сложных системах/ О. Ю. Ильин, А. Н. Королюк // Системы обработки информации. – 2012. – Вып.3(101). – С. 27-31.
6. Машков О. А. Концепции построения функционально-устойчивых информационно-управляющих комплексов / Машков О. А. // Тезисы докладов 6-й Всесоюзной конференции. Ч. II. – К.: АН УССР, 1991. – С. 50-51.
7. Машков О. А. Оценка качества программного обеспечения функционально-устойчивых информационно-управляющих систем на основе нечеткой логики / О. А. Машков // Москва : Всесоюзный НИИ стандартизации общественных технологий. – 1991. – №2. – С. 37-41.
8. Машков О. А. Методы моделирования функционально-устойчивых информационно-управляющих комплексов / О. А. Машков, А. Ю. Вихляев, А. В. Запара // Техническая диагностика и неразрушающий контроль. – 1993. – №4. – С. 86-92.
9. Миколайчук Р. А. Принципи побудови складних технічних систем з динамічною структурою / Р. А. Миколайчук // Моделювання та інформаційні технології. Збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова. – 2012. – Вип. 63. – С. 17-21.
10. Барабаш О. В. Взаимосвязь между самодиагностированием и восстановлением отказоустойчивых бортовых вычислительных систем / О. В. Барабаш, О. А. Машков // Материалы II международной научно-технической конференции. – К.: МОН Украины. – 1993. – С. 45-46.
11. Барабаш О. В. Забезпечення функціональної стійкості складних технічних систем / О. В. Барабаш, Б. В. Дурняк, Д. М. Обідін // Моделювання та інформаційні технології : збірник наукових праць ІПМЕ ім. Г. Є. Пухова. – 2012. – Вип. 64. – С. 36-41.
12. Герасименко В.А. Защита информации в автоматизированных системах обработки данных / В. А. Герасименко ; в 2-х кн. Книга 1. – Москва : Энергоатомиздат, 1994 – 400 с.
13. Устинов Г. Н. Основы информационной безопасности систем и сетей передачи данных : учебн. пособие / Г. Н. Устинов // Серия «Безопасность», Москва : СИНТЕГ, 2000 – 248 с.
14. Обеспечение безопасности информации в центрах управления полетами космических аппаратов / [Л. М. Ухлинов, М. П. Сычев, В. Ю. Скиба, О. В. Казарин] // Москва : Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000. – 366 с.
15. Неділько С. М. Концепція забезпечення функціональної стійкості складних технічних систем на прикладі системи управління повітряним рухом України / С. М. Неділько // Проблеми транспорту: збірник наукових праць. – К.: НТУ, 2011. – Вип. 3. – С 240-244.
16. Большие технические системы: проектирование и управление / [Л. М. Артюшин, Ю. К. Зиятдинов, И. А. Попов, А. В. Харченко] ; под ред. И. А. Попова. – Харьков: Факт, 1997. – 284 с.