

ВІДГУК

офіційного опонента про дисертаційну роботу Дорогого Ярослава Юрійовича «Методи підвищення ефективності процесів проектування критичної інформаційної інфраструктури», подану на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.05 - комп'ютерні системи та компоненти

1. Актуальність теми дисертаційної роботи та її зв'язок з науковими програмами, планами, темами

В останні роки відбувається значне збільшення обсягів інформації, що накопичується, зберігається та оброблюється за допомогою інформаційних систем та технологій. В даний час одним з основних споживачів інформаційних технологій є ІТ-інфраструктури державних підприємств. Ці ІТ-інфраструктури відносяться до класу критичних систем, оскільки колізії в їх функціонуванні, як правило, призводять до значних фінансових, іміджевих та інших видів втрат.

Сучасні тенденції розвитку ІТ в області автоматизації управління критичними об'єктами в першу чергу пов'язані з інтеграцією різнорідних застосувань в єдину ІТ-інфраструктуру в умовах впровадження нових методів і технологій, які дозволяють перебудовувати вже існуючі інформаційні системи та ІТ-інфраструктури для підтримки інноваційних процесів. При цьому ІТ-інфраструктури повинні забезпечувати роботу та реінжиніринг критичних систем в режимі реального часу з мінімальними витратами і при цьому не знижувати рівень показників надійності, безпеки, масштабованості, ефективності, керованості і гарантованості якості інформаційної обробки критичних процесів і сервісів. Проблеми ефективного управління бізнес-процесами, з урахуванням «концепції критичності», розглянуті в працях таких дослідників, як Я.В. Бон, Г. Кемерлінг, Д. Пондаман, П.Брукс, О.І. Шелухін, Т.Л. Бірюкова, В.К. Батоврін, Г.Н. Ісаєв, В.В. Репін.

У свою чергу, аналіз роботи систем підтримки ІТ-сервісів і процесів для критичних систем (критичних інфраструктур (КІ)) дозволяє віднести їх до класу складних організаційно-технічних систем критичного застосування або, іншими словами, до критичних інформаційних інфраструктур (далі – КІІ).

Автоматизація процесів КІІ поряд з незаперечними перевагами неминуче веде і до негативних явищ. Найбільш характерними негативними факторами є

ТТМЕ Вх. 144
13.04.2021р.

прогресуюча інформатизація криміналу і терористичних угруповань, що істотно загострює проблему протиборства в сфері інформаційних ресурсів; умови експлуатації, яка здійснюється при безперервних потужних інформаційних впливах, обумовлених підвищеним інтересом до інформаційних ресурсів КІІ з боку кримінальних і терористичних угруповань; забезпечення вибору оптимальної архітектури КІІ, яка в залежності від задач проектування, а в подальшому, від реального навантаження на її елементи, повинна комплектуватися певним набором функціональних блоків.

Для вирішення вказаних проблем необхідна розробка і дослідження нових інформаційних технологій проектування критичної інформаційної інфраструктури, які враховують взаємозв'язок показників критичності систем і рівня гарантованості підтримуваних ІТ-сервісів і процесів. Розробка математичних та комп'ютерних моделей процесів проектування та функціонування критичної інформаційної інфраструктури відноситься до числа складних проблем як в теоретичному, так і практичному плані, через те, що опис об'єкта здійснюється в динамічному режимі з урахуванням оцінки показників всіх її елементів.

Тема дисертаційної роботи відповідає планам науково-дослідної та навчальної роботи кафедри автоматики та управління в технічних системах Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» та науково-дослідної роботи Інституту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова. Дисертаційна робота розпочата на кафедрі автоматики та управління в технічних системах Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут», завершена в Інституті проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова і виконувалась в рамках наступних НДР: «Розроблення і дослідження моделей, методів та технологій проектування, програмування і управління хмарними іт-інфраструктурами» (номер державної реєстрації № 01113U002285), «Платформа розроблення, експлуатації і розвитку критичних інформаційних інфраструктур для роботи з великими даними» (номер державної реєстрації № 0116U003801) та «Хмарна платформа розроблення і управління функціонуванням критичних інформаційних інфраструктур, що опрацьовують великі обсяги даних» (номер державної реєстрації № 0117U000537).

Таким чином, усе сказане обумовлює актуальність теми дисертаційної роботи Дорогого Я.Ю. і наукову новизну сформульованих в ній задач досліджень.

2. Наукова новизна результатів роботи

У результаті виконання дисертаційної роботи набув подальшого розвитку науковий напрям, пов'язаний із підвищенням ефективності процесів проектування критичної інформаційної інфраструктури, що реалізуються на підставі: використання розширених UML-моделей; розроблених методів представлення процесу прийняття рішень щодо вибору та обґрунтування архітектури критичної інформаційної інфраструктури, оцінки альтернативних проектних рішень, вибору оптимальної конфігурації компонент критичної інформаційної інфраструктури; методів розвитку критичної інформаційної інфраструктури; подальшого розвитку концепції проектування критичної інформаційної інфраструктури; створення та застосування єдиної системи проектування критичної інформаційної інфраструктури.

Виходячи з того, що нові наукові результати – це нові знання в певній галузі фундаментальних чи прикладних наук, можна вважати основними науковими результатами дисертації таке:

– вперше запропоновано модель перетворення розширених UML-діаграм, які відображають процес прийняття рішення щодо вибору та обґрунтування архітектури критичної інформаційної інфраструктури, в розмічені транзиційні системи, що дозволяє використати в подальшому весь спектр методів та алгоритмів, розроблених для розмічених транзиційних систем, для дослідження проблем, пов'язаних з проектуванням критичної інформаційної інфраструктури;

– вперше запропоновано постановку задачі верифікації параметризованих моделей архітектурних рішень критичної інформаційної інфраструктури в термінах теорій розмічених транзиційних систем та темпоральної логіки, що дозволяє використати в подальшому весь спектр методів та алгоритмів, розроблених для цих теорій, для верифікації/генерації проектних рішень критичної інформаційної інфраструктури;

– вперше запропоновано метод обґрунтування проектних рішень щодо архітектури критичної інформаційної інфраструктури, в якому для порівняння альтернативних проектних рішень запропоновано застосування множини з трьох показників ризику, що враховують досяжність цілей проектного рішення, можливість його імплементації та дотримання вимог щодо критичності, та ентропійного підходу для оцінювання їх взаємного впливу для задачі проектування критичної інформаційної інфраструктури, що дозволяє обрати найкращий варіант проектного рішення та оцінити вплив окремих проектних рішень або елементів на інші проектні рішення щодо архітектури критичної інформаційної інфраструктури або на весь дизайн архітектури в цілому;

– вперше запропоновано метод структурної оптимізації нейронних мереж прямого поширення, який використовує розширений набір атомарних операцій над нейронною мережею та дозволяє отримувати оптимальну для вхідних даних структуру нейронної мережі, що значно підвищує можливості адаптаційного вибору моделей нейронних мереж для розв'язання задач функціонування критичних інформаційних інфраструктур;

– вперше запропоновано керовану моделлю систему розподілу ресурсів критичної інформаційної інфраструктури, яка використовує методи оптимізації структури нейронних мереж прямого поширення та навантаження на елементи критичної інформаційної інфраструктури, що дозволяє в автоматичному режимі розподіляти ресурси критичної інформаційної інфраструктури з метою їх оптимального використання та задоволення потреб сервісів та компонент, що їх використовують;

– удосконалено метод представлення та обґрунтування архітектури критичної інформаційної інфраструктури на основі розширених UML-діаграм, який, на відміну від відомих, дозволяє фіксувати пропозиції архітектора в процесі прийняття рішення щодо вибору та обґрунтування архітектури критичної інформаційної інфраструктури, що спрощує та пришвидшує пошук архітектури критичної інформаційної інфраструктури під конкретну задачу, а також дає можливість накопичувати історію проведених міркувань та обґрунтувань при її виборі;

– удосконалено метод оцінки та вибору оптимальної конфігурації компонент критичної інформаційної інфраструктури, що на відміну від вже відомих використовує Марківський процес прийняття рішень за декількома критеріями пошуку одночасно, який дозволяє оцінити та вибрати оптимальну конфігурацію компонент критичної інформаційної інфраструктури відповідно до заданих критеріїв, що полегшує та пришвидшує вибір конкретної конфігурації критичної інформаційної інфраструктури під визначені цілі та завдання її проектування;

– удосконалено метод розподілу ресурсів критичної інформаційної інфраструктури на базі генетичного алгоритму з чіткими параметрами, який відрізняється від вже відомих використанням модифікованої фітнес-функції, що надає можливість знайти оптимальне співвідношення між марнуванням ресурсів та забезпеченням сервісів і визначити оптимальну схему розподілу ресурсів в центрах обробки даних з врахуванням критичності окремих процесів та сервісів.

3. Ступінь обґрунтованості наукових положень дисертації та їх достовірність

Наукові положення, висновки і рекомендації, викладені в дисертаційній роботі, є достатньо обґрунтованими за рахунок коректного використання елементів теорії автоматів та апарату математичної логіки, теорії інформації, елементів теорій графів, множин, алгоритмів та теорії штучного інтелекту.

Достовірність основних наукових результатів роботи підтверджується наведеною в розділах 2-6 системою визначень, тверджень та формальних методик, яка не містить логічних протиріч, низкою прикладів, а також збіжністю результатів авторських обчислювальних експериментів з результатами експериментів інших науковців.

4. Цінність дисертаційної роботи для науки

Наукова цінність проведеного дослідження полягає в тому, що в ньому запропоновано нове вирішення важливої науково-прикладної проблеми в теорії проектування критичної інформаційної інфраструктури.

Змістовний аспект запропонованого рішення, який спрямований на розширення класу методів і моделей проектування критичної інформаційної

інфраструктури, що забезпечують підвищення ефективності за визначеними показниками, не був відомий раніше.

5. Практична корисність роботи

Практична корисність роботи обумовлена тим, що використання запропонованих в ній моделей, формальних методів, конкретних рішень і рекомендацій дозволяє проектувати оптимальні за архітектурою критичні інформаційні інфраструктури, які використовуються для органів державної влади.

Практичне значення роботи підтверджується впровадженням результатів досліджень в МВС України, ДП «ІНФОТЕХ», ТОВ «Оллі Транс», ТОВ «І-Хаб».

6. Оцінка змісту дисертації, її завершеності и оформлення

Побудова дисертації відповідає прийнятим для наукового дослідження вимогам. Дисертація складається з анотації, переліку умовних скорочень, вступу, 6 розділів, загальних висновків, додатків, списку використаних джерел.

У вступі надано загальну характеристику дисертаційної роботи, обґрунтовано актуальність та важливість теми дослідження, сформульовано його мету та задачі, окреслено об'єкт і предмет, визначено наукову новизну та практичну цінність. Також наведено відомості про апробацію і впровадження результатів роботи та про структуру дисертації.

У першому розділі проведено аналіз архітектурних фреймворків для проектування критичної інформаційної інфраструктури. Як результат, запропоновано концепцію використання критеріїв, переваг і ризиків як основу для визначення компромісних проектних рішень. Також представлено детальний компаративний аналіз підходів до обґрунтування проектних рішень, визначені їх недоліки.

Другий розділ присвячений опису методу представлення архітектури критичної інформаційної інфраструктури на базі розширених конструктів UML. Запропонований метод дозволяє представити сам процес відображення процесу міркувань щодо архітектури критичної інформаційної інфраструктури в досить зручний спосіб та дає можливість досліднику накопичувати історію цих міркувань. Також представлена адаптація задачі верифікації параметризованих моделей, яка

дозволяє застосувати для верифікації моделей архітектурних проектів, представлених у вигляді UML-діаграм і формалізованих у вигляді PTC математичний апарат темпоральних логік. Наприкінці розділу описаний узагальнений критерій оптимальності проектування та функціонування КІІ.

У третьому розділі представлений детальний опис методу обґрунтування архітектури критичної інформаційної інфраструктури на базі ентропійного підходу, наведено основні базові елементи математичного апарату даного підходу, використаних для опису моделей даного методу обґрунтування архітектури у формалізованому вигляді. Далі наведений опис моделі оцінки та вибору оптимальної конфігурації компонент критичної інформаційної інфраструктури за допомогою Марківського процесу прийняття рішень, яка дозволяє обирати оптимальну конфігурацію компонент на базі визначених критеріїв. І на останок, в розділі наведена модель оцінки впливу забезпечуючих систем на архітектуру критичної інформаційної інфраструктури, побудовану на базі розширених гібридних відкритих автоматів, яка дозволяє оцінити вплив забезпечуючих систем на архітектуру критичної інформаційної інфраструктури з можливим врахуванням ймовірнісного характеру поведінки окремих її елементів та деяких якісних показників, що можуть впливати на критичну інформаційну інфраструктуру.

Четвертий розділ присвячено питанням аналізу стану і оцінювання елементів проектних рішень критичної інформаційної інфраструктури. Наведено опис методу структурної оптимізації нейронних мереж, основні його базові елементи та операції. Запропонований метод дозволяє побудувати класифікатори на базі нейронних мереж з оптимальною структурою та використати їх для оцінювання елементів проектних рішень критичної ІТ-архітектури та їх впливу на інші елементи та архітектуру в цілому. Далі наведений опис моделей управління ресурсами критичної інформаційної інфраструктури, побудованих з використанням нечіткої логіки, генетичних алгоритмів та методу рою часток. І насамкінець, наведений детальний опис методу верифікації даних в інформаційних ресурсах критичної інформаційної інфраструктури на прикладі одного з сервісів ЄІС МВС, який дозволяє підвищити якість даних шляхом усунення дублювання, неправильних значень тощо.

У п'ятому розділі автором представлений детальний опис використаного в роботі прикладу критичної інформаційної інфраструктури – ЄІС МВС, наведена її структура та функціональні можливості. Далі наведене дослідження моделі оцінки впливу забезпечуючих систем на архітектуру критичної інформаційної інфраструктури, яка використана при проектуванні ЦОД ЄІС МВС, що дозволило врахувати взаємозалежність систем охолодження та електроживлення на всю роботу ЦОД, і таким чином, якісно продумати резервування відповідних систем. На прикладі вибору структури ЦОД ЄІС МВС досліджено метод оцінки та вибору оптимальної конфігурації компонент критичної інформаційної інфраструктури за допомогою Марківського процесу прийняття рішень. Наведені дослідження методу структурної оптимізації нейронних мереж для різних класів задач, доведена його працездатність та надійність. І насамкінець, досліджено два методи розподілу ресурсів критичної інформаційної інфраструктури.

У шостому розділі представлений детальний опис концепції проектування критичної інформаційної інфраструктури, визначені її основні принципи та положення. Далі наведено опис узагальненої архітектури критичної інформаційної інфраструктури, визначені її основні рівні функціонування та наведено її життєвий цикл. Запропонована загальна схема пошуку проектних рішень на базі компенсаційно-декомпенсаційного підходу до проектування та обґрунтування проектних рішень щодо критичної інформаційної інфраструктури та відповідна візуалізація для відображення стратегій обґрунтування рішень, стратегій прийняття рішень стосовно архітектури критичної інформаційної інфраструктури. Запропонована концепція інтегрує в єдину систему проектування критичної інформаційної інфраструктури сам процес дизайну архітектурних проектів критичної інформаційної інфраструктури, моделювання, верифікацію та обґрунтований вибір кращого архітектурного рішення за визначеними критеріями та його представлення у вигляді виробничої структури з певним визначеним життєвим циклом та функціональними задачами.

7. Рекомендації щодо використання результатів дисертації

Запропоновані в роботі методи та моделі можуть бути використані для побудови високоефективних архітектурних проектів критичних інформаційних інфраструктур не лише для органів державної влади, але й для інших галузей.

Крім того, на базі розробленої єдиної системи проектування КІТІ можливо створення комерційних систем проектування критичних інформаційних інфраструктур.

8. Повнота викладення основних результатів дисертації

Основні результати дисертації достатньо повно відображені в 51 науковій праці, серед яких статті у наукових виданнях, що входять до переліку фахових видань України з технічних наук та індексуються в міжнародних науково-метричних базах, та пройшли апробацію на багатьох міжнародних науково-технічних конференціях.

9. Автореферат дисертації

Зміст автореферату повністю відображає основні положення дисертації.

10. Зауваження щодо змісту і оформлення дисертації:

1. Відсутнє явне обґрунтування остаточного вибору фреймворку опису архітектури підприємства для подальшого використання при проектування критичної інформаційної інфраструктури.

2. Сформульований критерій оптимальності проектування КІТІ є невичерпним і може бути розширений іншими параметрами.

3. У другому розділі відсутній опис застосування методів верифікації параметризованих моделей для запропонованої дисертантом постановки задачі.

4. В роботі відсутній опис методів обґрунтування проектних рішень з використанням якісних оцінок, хоча можливість їх фіксації архітектором передбачена.

5. В роботі не наведено практичних прикладів використання методу оптимізації структури нейронних мереж для оцінювання елементів проектних рішень критичної інформаційної інфраструктури.

