

**МЕТОД МІНІМІЗАЦІЇ ЧАСУ УСУНЕННЯ ДЕФЕКТІВ І ВРАЗЛИВОСТЕЙ
В ІНФОРМАЦІЙНО-УПРАВЛЯЮЧІЙ СИСТЕМІ "РОЗУМНОГО" БУДИНКУ ПРИ ЗАГАЛЬНОМУ
ОБСЛУГОВУВАННІ ПО НАДІЙНОСТІ І БЕЗПЕЦІ**

Аль-Судані Мустафа Кахтан Абдулмунем¹, Харченко В. С.¹, Поночовний Ю. Л.^{1,2}

¹Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського "ХАІ",

²Полтавський національний технічний університет ім. Ю. Кондратюка

Запропоновано вдосконалений метод, який дозволяє визначити оптимальні параметри стратегії загально-го обслуговування за критерієм мінімізації часу усунення дефектів і вразливостей.

Постановка проблеми. Розвиток технологій віртуалізації і створення середовищ хмарних обчислень обумовлюють появу нових варіантів архітектури ІТ-систем "розумний дім". Сукупність підсистем "розумного дому", що виконують інформаційні та управлюючі функції, розглядається як система автоматизації будівлі (building automation system, BAS) [1]. Динамічний характер процесів інформаційної взаємодії BAS, модифікація її програмних засобів внаслідок усунення проектних дефектів, патчеризації вразливостей істотно ускладнює можливості оперативної оцінки надійності і доступності програмних і інфраструктурних ресурсів, що надаються в режимі віддаленого доступу. Це ускладнює застосування класичного марковського моделювання надійності та безпеки системи.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Архітектура BAS "розумного дому" згідно [1] включає рівні FPGA, баз даних, і бездротових комунікацій (Wireless Unite). З огляду на критичність наслідків відмов BAS (особливо для корпоративних рішень), обумовлених як відмовами програмно-апаратних компонент внаслідок їх фізичних і проектних дефектів (фактор надійності), так і атаками на уразливості

(фактор інформаційної безпеки) [2], необхідно обгрунтувати стратегії і параметри обслуговування. Для дослідження систем із змінними параметрами переважно застосування апарат марковських і напівмарковських процесів [3]. В [4] розвинений системний похід до побудови багатофрагментних моделей, і розроблені моделі, в яких враховуються фактори надійності і безпеки для веб-систем. Однак у відомих роботах не досліджено одночасний вплив параметрів стратегії обслуговування на надійність і безпеку.

Мета статті. Пропонується вдосконалений метод, який дозволяє на основі аналізу моделей готовності BAS, визначити оптимальні параметри стратегії загального обслуговування за критерієм мінімізації часу усунення дефектів і вразливостей.

Основні матеріали дослідження. Модель готовності BAS з урахуванням проведення загального обслуговування описує процеси прояву і усунення програмних дефектів і вразливостей як розділені потоки випадкових подій. На рис.1 представлена модель архітектури BAS (у вигляді розміченого графу), яка на момент введення в експлуатацію містить два програмних дефекти і дві вразливості.

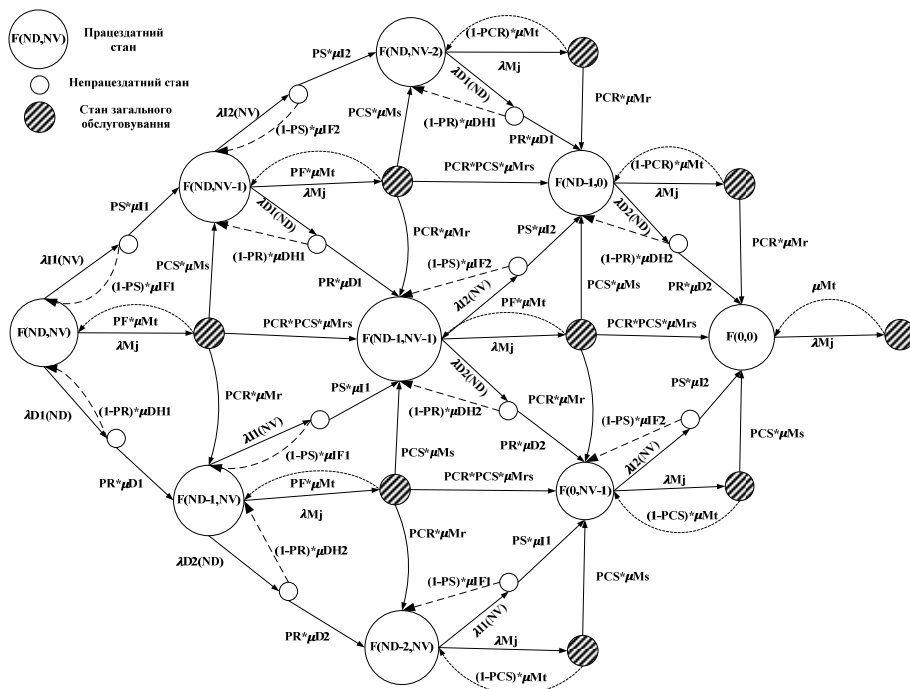


Рисунок 1 – Розмічений граф моделі BAS з урахуванням загального обслуговування

Використано припущення про найпростіші потоки відмов і відновлень, що змінюють стани системи, і що в ході загального обслуговування можливе виявлення і усунення не більше одного дефекту і вразливості. Після прояву дефекту (або уразливості) система з ймовірністю PR (PS) припиняє роботу до їх повного усунення; а з ймовірністю 1-PR (1-PS) система повертається в попередній працездатний стан через рестарт програми. В ході усунення нові дефекти і уразливості не вносяться.

Прояв програмних дефектів на графі проілюстровано діагональними переходами зі зміщенням вниз (з інтенсивністю λDi), а вразливостей - діагональними переходами зі зміщенням вгору (з інтенсивністю λJj). Після прояву вразливості виконується її усунення з інтенсивністю $PS*\mu Jj$, (для дефекту – $PR*\mu Di$). Після усунення всіх дефектів і вразливостей система переходить в стан F(0,0).

Переходи в стани обслуговування виконуються з працездатних станів з інтенсивністю λMj . Зі стану обслуговування можливі чотири переходи:

- а) у разі виявлення уразливості виконується перехід вертикально вгору з інтенсивністю $PCS*\mu Ms$;
- б) у разі виявлення дефекту виконується перехід вертикально вниз з інтенсивністю $PCR*\mu Mgr$;
- в) у разі виявлення дефекту і уразливості з ймовірністю $PCS*PCR$ виконується перехід вправо, зважений інтенсивністю $PCS*PCR*\mu Mgrs$;
- г) в разі виявлення дефекту і уразливості виконується перехід в попередній працездатний стан (вліво), зважений інтенсивністю $PF*\mu Mt$. При цьому важливо співвідношення, що визначає повну групу подій:

$$PF+PCS+PCR+PCS*PCR=1. \quad (1)$$

Після усунення всіх вразливостей переходи зі станів обслуговування, що моделюють виявлення дефекту, зважені параметром $(1-PCR)*\mu Mt$. Аналогічно переходи, що моделюють виявлення уразливості після усунення всіх програмних дефектів, зважені параметром $(1-PCS)*\mu Mt$. Крайній правий стан, в якому моделюється обслуговування системи без дефектів і вразливостей, має перехід, зважений параметром μMt .

Вхідні параметри моделі і їх значення представлені в табл.1.

Таблиця 1 – Параметри моделі готовності BAS

Вхідний параметр	Значення
$\lambda D1, \lambda D2$	5e-4, 4.5e-4 (1/годин)
$\lambda I1, \lambda I2$	3e-3, 3.5e-3 (1/ годин)
$\mu D1, \mu D2$	0.5, 0.4 (1/ годин)
$\mu I1, \mu I2$	0.45, 0.34 (1/ годин)
λMj	1e-3 (1/ годин)
$\mu Mt, \mu Ms, \mu Mgr$	0.4, 0.2, 0.3 (1/годин)
PCS, PCR	0.4, 0.2
PS, PR	0.9, 0.9
Nd, Nv	2, 2

Дослідження моделі виконано у системі Matlab. На основі розміченого графу та значень вхідних да-

них будується матриця системи диференціальних рівнянь Колмогорова-Чепмена. Розв'язок системи рівнянь отримано за допомогою методу ode15s для часового інтервалу [0...10000] годин. Функція готовності визначається як сума ймовірностей перебування системи в працездатних станах.

Результати моделювання показані на рис.2. Графік моделі має наступний характер зміни функції готовності. На першому етапі готовність системи знижується до мінімуму $A_{MBASmin}=0,962$ (перший результуючий параметр), далі вона асимптотично прямує до сталого стану. Часовий інтервал переходу функції готовності до сталого стану (другий результуючий параметр) становить $T_{MBASconst}=3935,4$ години і характеризує період повного усунення дефектів і вразливостей. Параметр $T_{MBASconst}$ визначено як час, після якого зміна готовності системи не перевищує похибку в 10^{-5} .

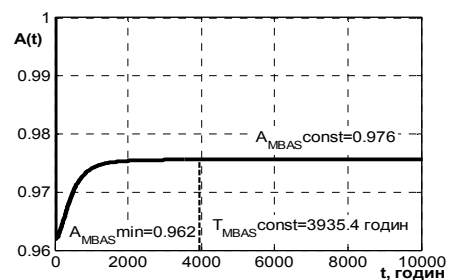


Рисунок 2 – Результати моделювання BAS із загальним обслуговуванням

Значення функції готовності у сталому стані $A_{MBASconst}=0,976$ (третій результуючий параметр) визначається крайнім правим фрагментом графу з рис.1:

$$A_{MBASconst} = \mu Mt / (\lambda Mj + \mu Mt), \quad (2)$$

відповідно, на значення $A_{MBASconst}$ впливатимуть лише вхідні параметри λMj і μMt .

Тому подальший інтерес представляє дослідження впливу окремих вхідних параметрів на значення функції готовності в точці мінімуму і часовий інтервал переходу функції готовності в сталий стан.

В моделі BAS із загальним обслуговуванням параметри PCS і PCR одночасно можуть приймати максимальне значення 0,41 (враховуючи обмеження (1) при $PF=0$). Або з урахуванням обмеження по часу обслуговування, можлива "перевага" в бік як виявлення вразливостей ($PCS=1 \rightarrow PCR=0$), так і виявлення програмних дефектів ($PCR=1 \rightarrow PCS=0$).

У зв'язку з цим виникає завдання пошуку оптимального, з точки зору мінімізації часу усунення дефектів і вразливостей, розподілу заходів по їх виявленню в циклі загального обслуговування.

Спершу розглянемо наступну постановку задачі. В системі з 6-ма дефектами і 2-ма вразливостями визначити значення PCR і PCS, при яких $T_{MBASconst} \rightarrow \min$. При цьому необхідно додатково проаналізувати вплив цих параметрів на значення результуючого параметру $A_{MBASmin}$. При вирішенні

задачі прийнято допущення про ідеальність заходів виявлення дефектів і вразливостей ($PF=0$).

Результати моделювання (рис.3) показали, що для системи з 6-ма дефектами мінімально досяжний час $T_{MBASconst}=3055,7$ годин досягається при значенні ймовірності $PCR=0,55$ (при цьому інший параметр $PCS=0,29$). Однак слід врахувати, що значення другого результуючого параметра $A_{MBASmin}=0,957$ при цьому знаходиться в середині кривої рис.3, тобто мінімізація виконана тільки по параметру $T_{MBASconst}$.

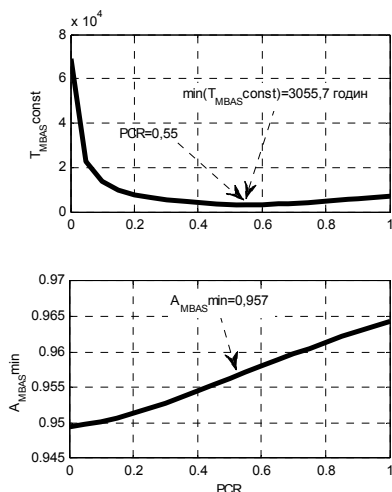


Рисунок 3 – Графіки залежності результуючих параметрів $T_{MBASconst}$ та $A_{MBASmin}$ моделі BAS із загальним обслуговуванням від вхідного параметра PCR

Для подальших досліджень розроблений скрипт моделі розміщується всередині циклу зміни параметру Nd від 0 до 6 дефектів. На підставі проведеного моделювання отримана залежність значень вхідного параметра PCR від початкової кількості дефектів (Nd) за умови $T_{MBASconst} \rightarrow \min$, зображена на рис.4.

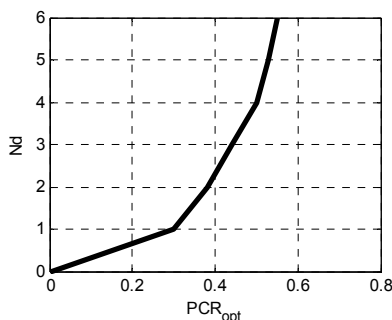


Рисунок 4 – Графік залежності PCR_{opt} (за критерієм $T_{MBASconst} \rightarrow \min$) моделі BAS від початкової кількості дефектів в системі Nd

Запропонований метод також дозволяє визначити параметр $PCSopt$ (використовуючи формулу (1)), а також визначити оптимальні параметри для різної кількості початкових вразливостей Nv .

Висновки. Вдосконалено метод визначення оптимальних за критерієм мінімізації часу усунення дефектів та вразливостей параметрів PCR та PCS, що характеризують ймовірність виявлення програмних

дефектів (і вразливостей) під час заходів загального технічного обслуговування. Напрямоком подальших досліджень є вдосконалення розробленого методу за рахунок обмеження кількості загальних обслуговувань протягом життєвого циклу системи.

Список використаних джерел

1. Al-Sudani Mustafa Qahtan Abdulmunem. The method of IMECA-based security assessment: case study for building automation system / Mustafa Qahtan Abdulmunem Al-Sudani, Waleed Al-Khafaji Ahmed, V. S. Kharchenko // Системи обробки інформації. - 2016. - Вип. 1. - С. 138-144.
2. Granzer, W. Security in Networked Building Automation Systems / W. Granzer, W. Kastner, N. Georg, F. Praus // 2006 IEEE International Workshop on Factory Communication Systems, Torino, Italy, 2006, pp. 283-292
3. Trivedi K. S. Dependability and security models / K. S. Trivedi, D. S. Kim, A. Roy and D. Medhi // Design of Reliable Communication Networks, 2009. DRCN 2009. 7th International Workshop on, Washington, DC, 2009, pp. 11-20.
4. Абдул-Хади А. М. Разработка базовых марковских моделей для исследования готовности коммерческих веб-сервисов / А. М. Абдул-Хади, Ю. Л. Поночовный, В. С. Харченко // Радиоэлектронні і комп'ютерні системи. - 2013. - № 5. - С. 186–191.

Аннотация

МЕТОД МИНИМИЗАЦИИ ВРЕМЕНИ УСТРАНЕНИЯ ДЕФЕКТОВ И УЯЗВИМОСТЕЙ В ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩЕЙ СИСТЕМЕ "УМНОГО" ДОМА ПРИ ОБЩЕМ ОБСЛУЖИВАНИИ ПО НАДЕЖНОСТИ И БЕЗОПАСНОСТИ

Аль-Судани Мустафа Кахтан Абдулмунем,
Харченко В. С., Поночовный Ю. Л.

Предложен усовершенствованный метод, который позволяет определить параметры стратегии общего обслуживания, оптимальные по критерию минимизации времени устранения дефектов и уязвимостей.

Abstract

THE METHOD OF TIME MINIMIZATION OF DEFECTS AND VULNERABILITIES REMOVAL IN THE INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM OF "SMART" HOUSE WITH THE DEPENDABLE AND SECURE COMMON MAINTENANCE

Al-Sudani Mustafa Qahtan Abdulmunem,
V. Kharchenko, Y. Ponochovnyi

In article the improved method which allows to determine parameters of common maintenance strategy, optimum by criterion of time minimization of defects and vulnerabilities removal is offered.