

ЗАСТОСУВАННЯ ТЕОРІЇ КОНФЛІКТІВ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ РОЗВИТКУ МЕРЕЖІ SDN

Orlov Ye. V. Application of conflicts theory for research of development model of SDN network. A design and knowledge of possible conflict tendencies during planning of networks of new generation are an extremely actual task and important part of general issue of further optimization of such systems. Co-operation of the systems and subsystems can change in a wide range, quite often - in contradiction with veritable interests and intentions. Paradoxicality of situation increases in connection with that the class of conflict can transform in course of time, here efficiency of the supersystem (unifying the interactive systems) can directly not react on internal conflicts.

Methodology of realization of behavioral description of model of development of Software-Defined Network (SDN) is in-process given with the design of conflict tendencies. Also, some recommendations over are brought in relation to the optimal choice of the system of equalizations for the most evident understanding of nature of conflict inwardly and round a network. The methodology offered in this work allows to find out the hidden tendencies of behavior and co-operation, and mainly, prospects of development of networks of new generation. The alternativeness of interests of the system in co-operation quite often is illusive, the theory of conflicts allows to define and in number estimate their essence.

Keywords: Software-Defined Network, SDN, conflicts theory, model of objects interaction, interaction conflict

Орлов Є. В. Застосування теорії конфліктів для дослідження моделі розвитку мережі SDN. У роботі запропонована методика здійснення функціонального опису моделі розвитку програмно-кофігурованих мереж із моделюванням конфліктних тенденцій. Наведені рекомендації щодо оптимального вибору системи рівнянь для найбільш наглядного розуміння природи конфлікту всередині та довкола мережі. Запропонована у даній роботі методика дозволяє виявляти скриті тенденції поведінки та взаємодії, а головним чином, перспективи розвитку мереж нового покоління.

Ключові слова: програмно-кофігурована мережа, SDN, теорія конфліктів, модель взаємодії об'єктів, конфлікт взаємодії

Орлов Є. В. Применение теории конфликтов для исследования модели развития сети SDN. В работе предложена методика осуществления функционального описание модели развития программно-конфигурированных сетей с моделированием конфликтных тенденций. Также, приведены некоторые рекомендации относительно оптимального выбора системы уравнений для наиболее наглядного понимания природы конфликта внутри и вокруг сети. Предложенная в данной работе методика позволяет выявлять скрытые тенденции поведения и взаимодействия, а главным образом, перспективы развития сетей нового поколения.

Ключевые слова: программно-конфигурируемая сеть, SDN, теория конфликтов, модель взаимодействия объектов, конфликт взаимодействия

1. Вступ та постановка задачі

Програмно-кофігуровані мережі (SDN – Software-Defined Network) являють собою складну систему [1-3], пов'язану з розробкою, створенням, будівництвом та експлуатацією технічних засобів, а також обслуговуванням багатомільйонної маси користувачів.

Побудова системної моделі мережі SDN можливо тільки для вирішення конкретних цілеспрямованих завдань, так як для всеосяжного відтворення всіх людських та технічних аспектів такого складного об'єкта немає ні достатніх даних, ні обчислювальних ресурсів.

Розглянемо мережу SDN, призначену, наприклад, для обслуговування міста. У безвідмовному та якісному зв'язку тут зацікавлені всі: населення міста (користувачі), держава або приватні компанії (здійснюють технічне постачання), міське керівництво (на яку покладено розподіл ресурсів, тобто капітальних вкладень), служба обслуговування (яка відповідає за будівництво, прокладення кабелів, підключення абонентів та експлуатацію мережі).

Потік абонентських запитів – це випадковий процес, для якого можна задати закон розподілу на підставі досвіду. Однак локальність та ситуаційність можуть істотно вплинути і

на закон, тому доцільно провести дослідження в різних умовах [4]. Прийmemo для початку два варіанти:

1) пуасонівський потік викликів

$$p_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} e^{-\lambda t};$$

2) ерлангівський потік викликів

$$q_k(t) = \frac{(\lambda k)^k}{\tilde{A}(k)} e^{-\lambda k t} t^{k-1}.$$

Розвиток мереж SDN породить ряд конфліктів у різних сферах:

1. Конфлікти процесів: σ_1 – централізація та колективізація мислення, σ_2 – децентралізація та індивідуалізація мислення. Це процеси супутні та взаємно стимулюючі, предмет конфлікту полягає в пріоритеті.

2. Надсистемний конфлікт: S_1 – мережа SDN, S_2 – решта колективних систем масової інформації.

3. Внутрішньомережний конфлікт: компоненти мережі SDN мають власні напрямки розвитку [5].

4. Ергатичний конфлікт.

5. Соціальний конфлікт: тематика неминуче породить нові соціальні проблеми конфліктного характеру; інтеграція таких факторів, як навчання, довідковий сервіс, мистецтво загрожує багатьма альтернативними наслідками.

Основні підсистеми програмно-конфігурованих мереж є складними системами, які розвиваються за своїми автономним законам, які породжують у міру розвитку всієї системи загальні тенденції. Це в першу чергу збільшення масовості, розширення функцій, доступність користування, абсолютна надійність, поєднання універсальності з професійною орієнтацією, сенсорна єдність з людиною [6]. В основі цих тенденцій лежить можливість включення споживача у формування потоку інформації, її оперативної зміни та створення ефекту присутності. По суті, це не більше ніж гра з розподіленими ролями, але ж “все життя – гра”, а перевага мережі – в безпеці при максимальній насиченості подіями [7].

2. Функціональний опис моделі розвитку програмно-конфігурованих мереж

2.1. Загальна модель та основні змінні

В основу функціонального опису моделі розвитку програмно-конфігурованих мереж покладемо схему Рис. 1 та Табл. 1.

Опис включає 15 змінних. Основне спрощення полягає у виключенні другорядних змінних та квадратичному наближенні. Щоб уникнути труднощів, пов'язаних з аналізом системи рівнянь з безперервними та цілочисловими змінними і пошуком цілочислових рішень, з самого початку визначимо відносний та безперервний характер змінних:

x_1 – обсяг апаратури (з програмним забезпеченням) типового домашнього абонентського комплексу;

x_2 – обсяг апаратури (з програмним забезпеченням) типового службового абонентського комплексу;

x_3 – обсяг апаратури центральної станції мережі;

x_4 – число домашніх користувачів;

x_5 – число службових абонентів – “службова насиченість”;

x_6 – кількість споживаної інформації через мережу;

x_7 – експлуатаційна надійність;

x_8 – рівень централізації – швидкість передачі інформації на абонентський комплект;

x_9 – особистий час абонентів, що приділяється мережі;

x_{10} – службовий час, що приділяється мережі;

x_{11} – показник сенсорної гармонії;

x_{12} – показник зручності сервісу (ергономічний показник простоти управління

абонентським комплектом);

x_{13} – показник співучасті, тобто активного втручання користувача в хід процесу або подій;

x_{14} – інформаційний ресурс центральної станції;

x_{15} – темп (період) подвоєння капіталовкладень – економічний показник.

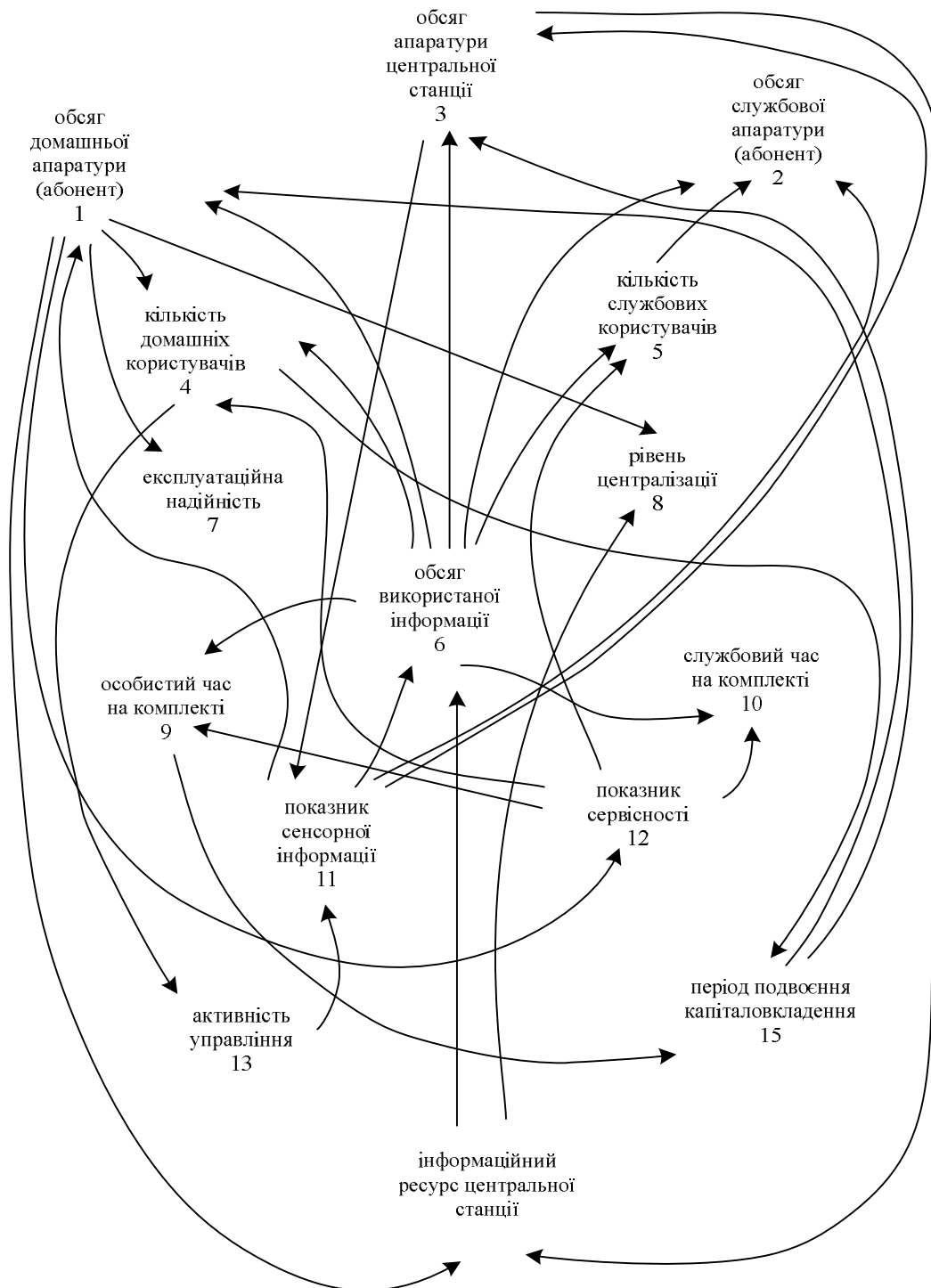


Рис. 1. Схема моделі системи

Номер підсистеми	Опис системи
1	$\dot{x}_1(t) = a_{11}x_1(t) + a_{12}x_1(t - \tau_1) + a_{13}x_6(t)x_{11}(t) + a_{14}x_{15}(t) + u_1(t, \tau_{u1})$
2	$\dot{x}_2(t) = a_{21}x_2(t) + a_{22}x_2(t - \tau_2) + a_{13}x_6(t)x_{11}(t) + a_{24}x_{15}(t) + u_2(t, \tau_{u2})$
3	$\dot{x}_3(t) = a_{31}x_3(t) + a_{32}x_3(t - \tau_3) + a_{13}x_6(t)x_{11}(t) + a_{34}x_{15}(t)$
4	$\dot{x}_4(t) = a_{41}x_4(t) + a_{42}x_4(t - \tau_4) + a_{43}x_1(t) + a_{44}x_6(t)x_{12}(t) + u_4(t, \tau_{u4})$
5	$\dot{x}_5(t) = a_{51}x_5(t) + a_{52}x_5(t - \tau_5) + a_{53}x_2(t) + a_{54}x_6(t)x_{12}(t) + u_5(t, \tau_{u5})$
6	$\dot{x}_6(t) = a_{61}x_6(t) + a_{62}x_6(t - \tau_6) + a_{63}x_{11}(t)x_{14}(t)$
7	$\dot{x}_7(t) = a_{71}x_7(t) + a_{72}x_7(t - \tau_7) + a_{73}x_1(t) + u_7(t, \tau_{u7})$
8	$\dot{x}_8(t) = a_{81}x_8(t) + a_{82}x_8(t - \tau_8) + a_{83}x_1(t)x_{14}(t) + u_8(t, \tau_{u8})$
9	$\dot{x}_9(t) = a_{91}x_9(t) + a_{92}x_9(t - \tau_9) + a_{93}x_6(t)x_{12}(t)$
10	$\dot{x}_{10}(t) = b_{11}x_{10}(t) + b_{12}x_{10}(t - \tau_{10}) + b_{93}x_6(t) + b_{94}x_{12}(t)$
11	$\dot{x}_{11}(t) = b_{21}x_{11}(t) + b_{22}x_{11}(t - \tau_{11}) + b_{23}x_6(t)x_{13}(t)$
12	$\dot{x}_{12}(t) = b_{31}x_{12}(t) + b_{32}x_{12}(t - \tau_{12})x_6(t)$
13	$\dot{x}_{13}(t) = b_{41}x_{13}(t) + b_{42}x_{13}(t - \tau_{13}) + b_{43}x_4(t) + u_{13}(t, \tau_{u13})$
14	$\dot{x}_{14}(t) = b_{51}x_{14}(t) + b_{52}x_{14}(t - \tau_{14}) + b_{53}x_3(t)x_1(t) + u_{14}(t, \tau_{u14})$
15	$\dot{x}_{15}(t) = b_{61}x_{15}(t) + b_{62}x_{15}(t - \tau_{15}) + b_{63}x_4(t)x_9(t)$
	$u_k(t, \tau_{uh}) = \begin{cases} 1; & x_k < x_k^* \\ 0; & x_k^* \leq x_k \leq x_k^* \\ -1; & x_k > x_k^* \end{cases}$

2.2. Математична формалізація функцій змінних

Обсяг апаратури залежить від кількості передбачуваної до видачі (прийому) інформації, зручності сервісу, сенсорної гармонії та економічного показника:

$$\dot{x}_i(t) = f_i(x_i(t), x_i(t - \tau_i), x_6(t), x_{11}(t), x_{14}(t), x_{15}(t)), \quad i = \overline{1, 3}.$$

Число домашніх та службових користувачів апаратури залежить від обсягу апаратури, кількості споживаної інформації та показника зручності сервісу:

$$\dot{x}_j(t) = f_j(x_j(t), x_j(t - \tau_j), x_i(t), x_6(t), x_{12}(t)), \quad j = 4, 5, \quad i = 1, 2.$$

Кількість спожитої інформації залежить від інформативності центральної станції та сенсорної гармонії:

$$\dot{x}_6(t) = f_6(x_6(t), x_6(t - \tau_6), x_{14}(t), x_{11}(t)).$$

Експлуатаційна надійність залежить від обсягу апаратури; враховується тільки домашній абонентський комплект, так як службовий комплект та устаткування станції повинні мати більш високу надійність:

$$\dot{x}_7(t) = f_7(x_7(t), x_7(t - \tau_7), x_1(t)).$$

Рівень централізації визначається обсягом апаратури абонентського комплекту та інформаційним ресурсом центральної станції:

$$x_8(t) = f_8(x_8(t), x_8(t - \tau_8), x_1(t), x_{14}(t)).$$

Час користування визначається кількістю використаної інформації, сенсорної гармонії та зручністю сервісу.

Дещо по-іншому йде справа з часом, відданим службовому комплекту. Зокрема, головними факторами є: потреба, загальна регламентація службового часу, нормативні установки; потім – все інше:

$$\dot{x}_k(t) = f_k(x_k(t), x_k(t - \tau_k), x_6(t), x_{12}(t)), \quad k = 9, 10.$$

Показник сенсорної гармонії визначається можливою кількістю вхідної інформації, тобто кількістю використаної інформації та рівнем співучасті:

$$\dot{x}_{11}(t) = f_{11}(x_{11}(t), x_{11}(t - \tau_{11}), x_6(t), x_{13}(t)).$$

Показник зручності сервісу залежить від простоти отримання інформації:

$$\dot{x}_{12}(t) = f_{12}(x_{12}(t), x_{12}(t - \tau_{12}), x_6(t)).$$

Показник співучасті в основному залежить від абонентської та станційної апаратури:

$$\dot{x}_{13}(t) = f_{13}(x_{13}(t), x_{13}(t - \tau_{13}), x_4(t)).$$

Інформативний ресурс центральної станції залежить від кількості абонентів, які обслуговуються:

$$\dot{x}_{14}(t) = f_{14}(x_{14}(t), x_{14}(t - \tau_{14}), x_1(t), x_3(t)).$$

Темп подвоєння капіталовкладень визначається числом абонентів та часом, який кожен з них присвячує мережному контенту:

$$\dot{x}_{15}(t) = f_{15}(x_{15}(t), x_{15}(t - \tau_{15}), x_4(t), x_9(t)).$$

3. Основна система рівнянь конфлікту з початковими функціями

Важким є визначення коефіцієнтів рівнянь, оскільки немає повного прототипу мережі SDN, тому будемо виходити з таких передумов:

– темпоральну шкалу приймемо умовною (значною мірою темп розвитку залежить від інвестицій та державних субсидій, а вони невідомі);

– на інтервалі оцінки констант технічні показники – обсяг обладнання, експлуатаційна надійність, рівень централізації, показники сенсорної гармонії та зручності сервісу, показник активності управління, інформаційний ресурс центральної станції – приймемо постійними, їх оцінка можлива на підставі прототипів компонентів;

– інші показники ($x_4, x_5, x_6, x_9, x_{10}, x_{15}$) на цьому інтервалі будемо вважати мінливими лінійно зі швидкістю, запроєктованої для персональних комп'ютерів.

Оскільки нас цікавить методологічний аспект властивості конфлікту, низька достовірність чисельних значень коефіцієнтів не настільки вже важлива: використовується підхід “що буде, якщо”. Зміна значень констант потребують лише додаткового розрахунку, щоб з'ясувати, як це вплине на якісні властивості конфлікту [8].

Вирішальне значення має правильний вибір співвідношень між змінними на інтервалі початкових функцій. Будемо вважати, що початкові функції задані на інтервалі, рівному одній умовній одиниці часу, інтервал для обчислення констант – дві одиниці. Отже неважко записати алгебраїчні рівняння (наприклад, для $t=t_0$). Щоб визначити всі невідомі, рівняння складаються на інтервалі $(0; 2t_0)$ через $0, 1t_0$.

У результаті обробки Табл. 1 отримаємо основну систему рівнянь конфлікту з початковими функціями при $t_0 < t < 2t_0$ та чисельними значеннями коефіцієнтів. Результати моделювання представлені на Рис. 2.

Виникають скачки в розвитку. У реалії стрибків бути не може (при варіюванні коефіцієнтів скачки виникають при інших значеннях аргументу) тому на графіках вони згладжені. Скачки у розрахунках свідчать про швидку зміну деяких змінних, що пов'язано з

економічною кон'юнктурою та дисгармонією технічно-інформаційних показників. На Рис. 3 наведені характеристики обсягу апаратури та програмного забезпечення.

Станційне обладнання змінюється як за обсягом (досить суттєво), так і за змістом (головним чином, через програмне забезпечення). Чимале значення має тенденція до збільшення показника співучасті, що викликає потребу у збільшенні обчислювального ресурсу. Оплата обладнання центральних станцій йде за рахунок держави (або приватних компаній), через інерційність має місце нівелювання розвитку, так що стрибок не спостерігається.

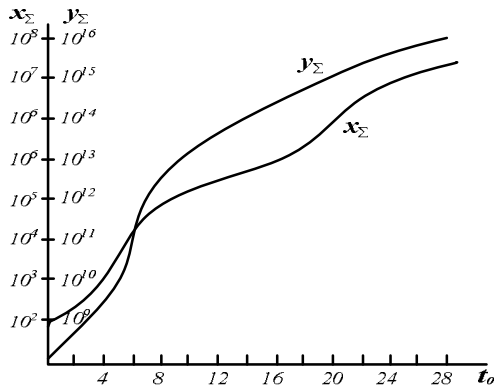


Рис. 2. Розвиток мережі:
 x_Σ – загальна кількість користувачів; y_Σ – загальна інформативність

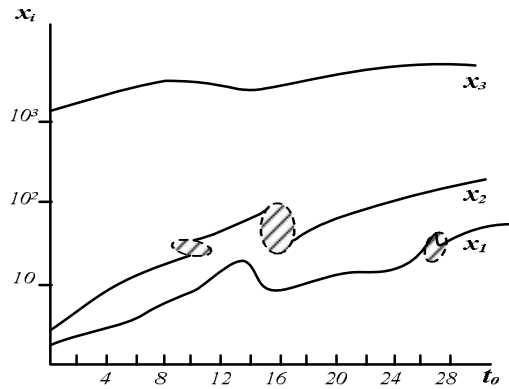


Рис. 3. Обсяг особової (x_1), службової (x_2) та центральної (x_3) апаратури та програмного забезпечення

Експлуатаційна надійність (Рис. 4) залежить від обсягу апаратури, величини серії та елементної бази. Навіть невелике зниження експлуатаційної надійності самим негативним чином позначається на популярності мережі: техніка коштує недешево, відбирає багато часу, відмови чреваті значними помилками.

Рівень централізації (Рис. 5) визначається, головним чином, пропускну здатністю каналів: якби вона була необмеженою, то абонентські комплекти слід було б зробити, мінімальними. Якщо канали матимуть значну пропускну здатність, різко скоротяться вимоги до процесорів (не вимагається згортання та розгортання інформації) та до оперативної пам'яті (можна використовувати оперативну пам'ять центральної станції).

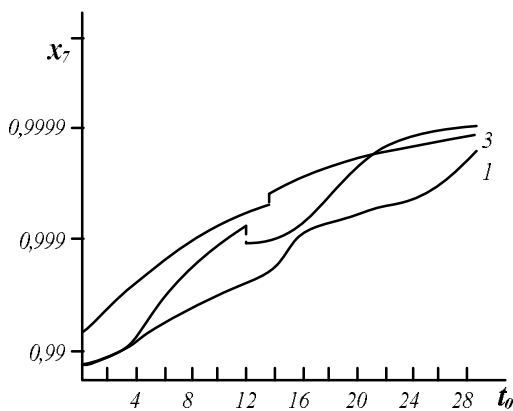


Рис. 4. Експлуатаційна надійність особової (1), службової (2) та центральної (3) апаратури

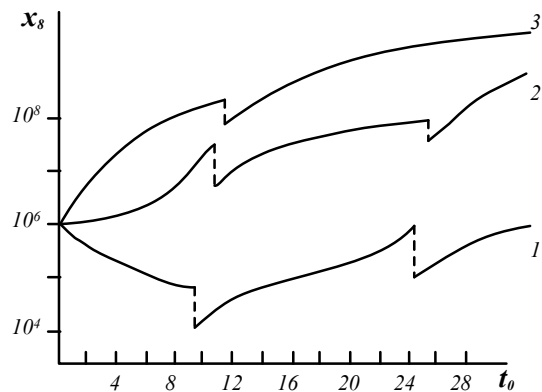


Рис. 5. Рівень централізації та залежність від пропускну здатність каналів зв'язку: 1 – 10^3 , 2 – 10^6 , 3 – 10^8

Драматична поведінка показників сенсорної гармонії та зручності сервісу (Рис. 6). Вони альтернативні: сенсорна гармонія досягається вартістю ускладнення апаратури та програмного забезпечення, а це веде до ускладнення управління, регулювання та налаштування, що неминуче позначається на зручності сервісу. Ідеал індивідуальної апаратури будь-якого типу – повна відсутність завантаження користувача управлінням [9].

Розвиток інформаційного ресурсу центральних станцій відбувається монотонно (Рис. 7); ця залежність має найменшу достовірність з усіх розглянутих, як з-за великої розбіжності початкових функцій, так і внаслідок сильної супераддитивності та нелінійності. Тенденція тут стабільна і це повчально: великомасштабна техніка розвивається головним чином за рахунок внутрішніх факторів.

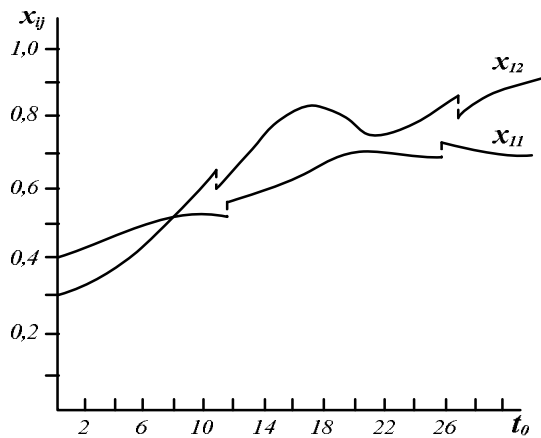


Рис. 6. Показники сенсорної гармонії (x_{11}) та зручності сервісу (x_{12})

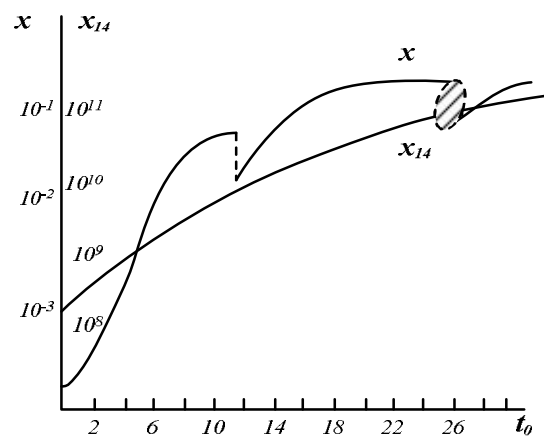


Рис. 7. Показники співучасті (x_{13}) та інформаційного ресурсу (x_{14}) центральних станцій

Спроби пояснити результати моделювання можуть здатися наївними: модель видає тільки те, що ми в неї вклали. Але системна модель розкриває безліч нюансів першорядного, вирішального значення, коли вони виявлені – стає можливим пояснення всього процесу, включаючи вихідні посилки.

4. Моделювання конфліктних тенденції через зміну системи рівнянь

Те, що модель охоплює принаймні деякі конфліктні аспекти ситуації – очевидно, наявне протиріччя тенденцій. Необхідно з'ясувати, що це за тенденції. Для цього виключимо з рівнянь усі змінні, пов'язані з економічним показником, тобто $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_7, x_8, x_{15}$, поклавши їх початкові значення та швидкість зміни рівними нулю. Тоді отримаємо нову систему рівнянь (інші коефіцієнти потребують зміни). Отже можна записати більш прості рівняння:

$$\begin{aligned} \dot{x}_6(t) &= c_{61}x_6(t) + c_{62}x_6(t - \tau_6) + c_{63}x_{11}(t)x_{14}(t), \\ \dot{x}_9(t) &= c_{91}x_9(t) + c_{92}x_9(t - \tau_9) + c_{93}x_6(t) + c_{94}x_{12}(t), \\ \dot{x}_{10}(t) &= d_{11}x_{10}(t) + d_{12}x_{10}(t - \tau_{10}) + d_{13}x_6(t) + d_{14}x_{12}(t), \\ \dot{x}_{11}(t) &= d_{21}x_{11}(t) + d_{22}x_{11}(t - \tau_{11}) + d_{23}x_6(t)x_{13}(t), \\ \dot{x}_{12}(t) &= d_{31}x_{12}(t) + d_{32}x_{12}(t - \tau_{12})x_6(t), \\ \dot{x}_{13}(t) &= d_{41}x_{13}(t) + d_{42}x_{13}(t - \tau_{13}) + d_{43}x_4(t), \\ \dot{x}_{14}(t) &= d_{51}x_{14}(t) + d_{52}x_{14}(t - \tau_{14}) + d_{53}x_9(t)x_{10}(t). \end{aligned}$$

Коефіцієнти тут будуть іншими, тому змінені позначення.

Результати моделювання наведені на Рис. 7, і вони істотно відмінні від попередніх; скачки згладжені сильніше, технічні тенденції виражені, весь процес розвитку більш регулярний. Конфлікт протидії виражений яскравіше: кількість споживаної інформації велика, сенсорна гармонія та зручність сервісу зростають, інформаційний ресурс центральної станції навіть більше – наче все в повному порядку, а час користування спадає.

Зробимо ще один крок до спрощення та представимо модель у вигляді системи рівнянь, що включає тільки інформаційні та сенсорно-сервісні характеристики:

$$\begin{aligned}\dot{x}_6(t) &= k_{61}x_6(t) + k_{62}x_6(t - \tau_6) + k_{63}(t)x_{11}(t), \\ \dot{x}_{11}(t) &= q_{21}x_{11}(t) + q_{22}x_{11}(t - \tau_{11}) + q_{23}(t)x_6(t), \\ \dot{x}_{12}(t) &= q_{31}x_{12}(t) + q_{32}x_{12}(t - \tau_{12}) + q_{23}x_6(t).\end{aligned}$$

Коефіцієнти $k_{63}(t)$, $q_{23}(t)$ залежать від часу, закон їх зміни визначений на підставі змінних x_{13} та x_{14} , які з рівнянь виключені.

Результати моделювання представлені на Рис. 8, всі показники зростають, але неоднаково: головний вплив на кількість сприйманої інформації надає не сенсорна гармонія, як можна було б очікувати, а зручність сервісу. У цьому полягає конфлікт.

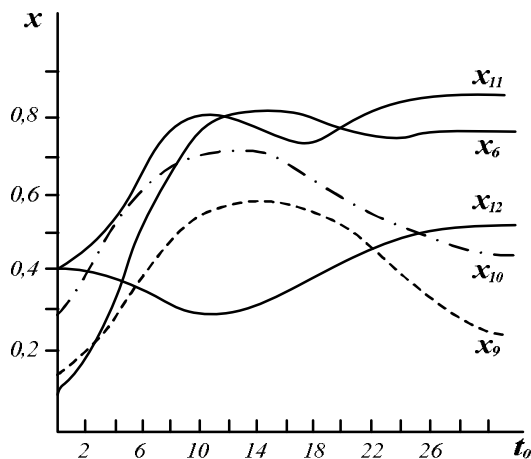


Рис. 7. Показники надсистеми мережі за виключенням економічного фактору

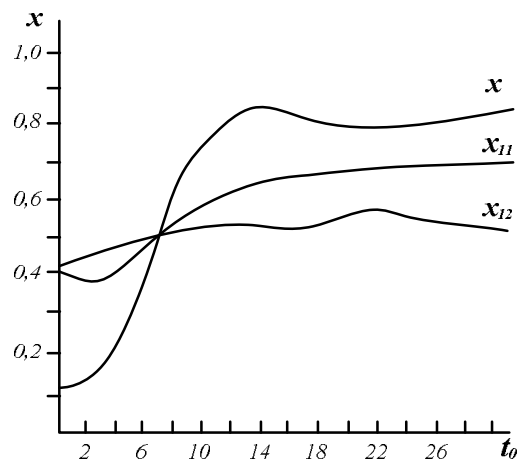


Рис. 8. Показники надсистеми мережі при зведенні опису системи до трьох рівнянь

Тепер абсолютно зрозумілим стає природа конфліктів. З одного боку, мережа ефективно задовольняє ряд потреб, забезпечуючи оперативність інформаційного забезпечення, зручність спілкування, всебічну регламентацію діяльності, високий рівень інтелектуального стимулювання, розважальність з широким діапазоном охоплення інтересів, універсальність застосування, швидке входження в звичний асортимент об'єктів першої необхідності, тощо. З іншого боку – поступове входження в запрограмований та зовні керований ритм життя і коло інтересів та потреб, обмеження свободи пошуку і оцінок, стримування та придушення реальних емоцій, як наслідок – посилення гіподинамії, інфантильності, типізація та нівелювання соціуму, обмеження та подрібнення творчого пошуку, формування соціальної пасивності та уповільнення суспільної еволюції. Комфорт та прискорення ціною деактивації суспільства – ось реальна причина загострення шкідливих конфліктів [10,11].

5. Висновки

У статті надається методика здійснення функціонального опису моделі розвитку програмно-кофігурованих мереж (SDN) із моделювання конфліктних тенденцій. Також,

наведені деякі рекомендації щодо оптимального вибору системи рівнянь для найбільш наглядного розуміння природи конфлікту всередині та довкола мережі.

Запропонована у даній роботі методика дозволяє виявляти скриті тенденції поведінки та взаємодії, а головним чином, перспективи розвитку мереж нового покоління. Альтернативність інтересів системи у взаємодії нерідко ілюзорна, теорія конфліктів дозволяє визначити та кількісно оцінити їх сутність.

Взаємодія систем та підсистем може змінюватися у широкому діапазоні, нерідко – у протиріччі з істинними інтересами та намірами. Парадоксальність ситуації посилюється у зв'язку з тим, що клас конфлікту може перетворюватися з часом, при цьому ефективність надсистеми (об'єднуючої взаємодіючі системи) може безпосередньо не реагувати на внутрішні конфлікти.

Література

1. Орлов Є. В. Програмно-конфігуровані мережі (SDN): архітектура, міжнародна стандартизація / Є. В. Орлов // Наукові записки Українського науково-дослідного інституту зв'язку. – 2014. – №4(32) – С. 85-91.
2. Толубко В. Б. Багатокритеріальна оптимізація параметрів програмно-конфігурованих мереж (SDN) / В. Б. Толубко, Л. Н. Беркман, Л. О. Комарова, Є. В. Орлов // Телекомунікаційні та інформаційні технології. – 2014. – №4. – С. 5-11.
3. Орлов Є. В. Упровадження адаптивного управління програмно-конфігурованою мережею (SDN) / Є. В. Орлов, І. Е. Похабова // Зв'язок. – 2014. – №2(108). – С. 11-16.
4. Наумов Г. Е. Субъективная вероятность: способы представления и методы получения / Г. Е. Наумов, В. В. Подиновский // Техническая кибернетика. – 1991. – №5. – С. 94-109.
5. Семко В. В. Модель конфлікту взаємодії об'єктів кібернетичного простору / В. В. Семко // Проблеми інформатизації та управління. – 2012. – №2(38). – С.88-92.
6. Зараковский Г. М. Введение в эргономику / Г. М. Зараковский, Б. А. Королев, А. И. Медведев, П. Я. Шлаен. – Москва : Сов. радио, 1974. – 352 с.
7. Зараковский Г. М. Закономерности функционирования эргатических систем / Г. М. Зараковский, В. В. Павлов. – Москва : Радио и связь, 1987. – 232 с.
8. Касьянов В. А. Субъективный анализ : монография / В. А. Касьянов. – Київ : НАУ, 2007. – 512 с.
9. Павлов В. В. Конфликты в технических системах / В. В. Павлов. – Київ : Вища школа, 1982. – 184с.
10. Берж К. Общая теория игр нескольких лиц / К. Берж. – Москва : Физматгиз, 1961. – 126 с.
11. Павлов В. В. Начала теории эргатических систем / В. В. Павлов. – Київ : Наук. думка, 1975. – 240с.

Автор статті

Орлов Євгеній Володимирович, аспірант кафедри телекомунікаційних систем, Державний університет телекомунікацій, м. Київ. Тел. +380 (96) 372 76 55. E-mail: evorlov@ukr.net

Дата надходження в редакцію: 6.10.2015 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Л. Н. Беркман