

## **МОДЕЛІ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ РЕГІОНАЛЬНОГО РІВНЯ**

### **1. Вступ**

Розбудова молодого держави вимагає відповідних змін у структурі та функціонуванні різних гілок влади. Перехід від централізованого до децентралізованого управління приводить до зміщення акцентів на регіони і вимагає детальних наукових досліджень. Це підтверджують і матеріали щорічної міжнародної науково-практичної конференції “Ефективність державного управління - регіональний аспект” [1].

В Україні виконавча влада регіонального рівня зосереджена в обласних адміністративних центрах, якими виступають обласні державні адміністрації (ОДА). В межах своїх повноважень ОДА здійснюють виконавчу владу на території області, а також реалізують повноваження, делеговані їм обласною радою. ОДА забезпечують на території області виконання державних і регіональних програм соціально-економічного та культурного розвитку, програм охорони довкілля, підготовку та виконання обласного бюджету; взаємодію з органами місцевого самоврядування, реалізацію інших наданих державою, а також делегованих обласною радою повноважень.

Свої задачі ОДА виконують через систему управління регіонального рівня (СУРР), яка, насамперед, є системою управління інформаційними потоками і використовує інформаційні технології для підвищення ефективності роботи регіональних адміністративних центрів.

На сучасному рівні розвитку інформаційних технологій одним із найбільш дієвих засобів підвищення якості і наукової обґрунтованості управління реально функціонуючих систем є задача формування відповідних моделей систем управління [2]. В той же час існуючі дослідження систем управління регіонального рівня враховують або структуру, або окремі процеси функціонування системи управління. Наприклад, у статті [3] розглянуто застосування імітаційних моделей для дослідження соціально-економічних процесів (споживчий вид діяльності населення), а в статті [4] розглянуті моделі для прийняття рішень по капітальному ремонту та реконструкції жилого фонду великого міста.

Метою даної статті є пошук загального підходу до моделювання СУРР, який би враховував одночасно і структуру, і процес функціонування системи управління. В рамках вирішення цієї задачі пропонується комплексне використання аналітичних та імітаційних моделей для оцінки ефективності СУРР. Розгляд запропонованого підходу проводиться на прикладі моделювання системи управління Чернігівської обласної державної адміністрації, яка вже має свою власну веб-сторінку в Інтернеті [5], до речі, вперше серед ОДА України.

### **2. Інформаційні потоки в ОДА**

Чернігівська ОДА має ієрархічну структуру, яка включає обласні управління, територіальні органи виконавчої влади, райдержадміністрації, райвиконкоми та міськвиконкоми. Всі інформаційні потоки, які проходять, повинні реєструватися у загальному відділі ОДА [6]. Для прикладу візьмемо Постанову Кабінету Міністрів (КМ) України, структурна схема проходження якої в ОДА зображена на рис. 1.

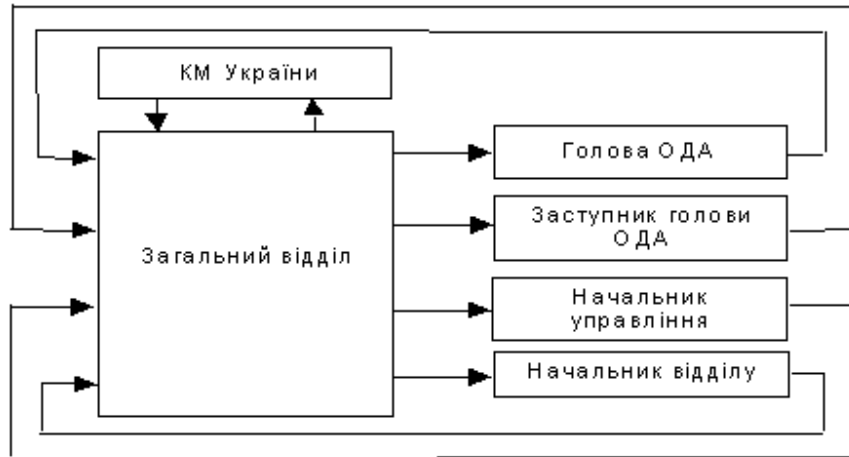


Рис. 1. Структурна схема проходження Постанови КМ України

Крім власних інформаційних потоків, ОДА опрацьовує інформацію, що надходить до неї від центральних та місцевих органів влади. Структурна схема зовнішніх інформаційних потоків Чернігівської обласної адміністрації зображена на рис. 2,

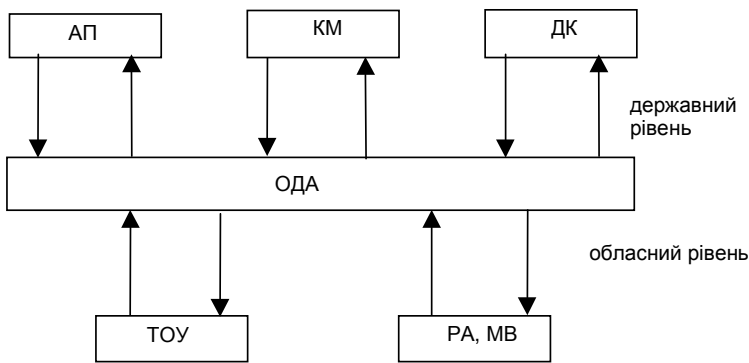


Рис. 2. Структурна схема зовнішніх інформаційних потоків

де АП – Адміністрація Президента України;

КМ – Кабінет Міністрів України;

ДК – міністерства, державні комітети, державні фонди, інші органи виконавчої влади;

ОДА – обласна державна адміністрація;

ТОУ – обласні управління, територіальні органи виконавчої влади;

РА, МВ – райдержадміністрації, райвиконкоми, міськвиконкоми.

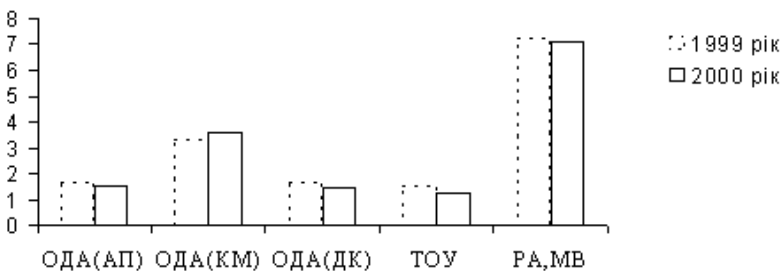


Рис. 3. Відношення вхідних потоків до вихідних

сною державною адміністрацією на обласному рівні. Це свідчить про значно більший потік документів суб'єкта управління до об'єкта на вертикалі управління Кабінет Міністрів України – обласна державна адміністрація – районна державна адміністрація.

### 3. Аналітична модель інформаційних потоків

Для дослідження інформаційної системи Держадміністрації скористаємось потоковою моделлю [6], вхідними елементами якої будуть інформаційні ресурси, що надходять із зовнішніх джерел інформації, а вихідними – інформація, що спрямовується в центральні і місцеві органи управління (рис. 4),

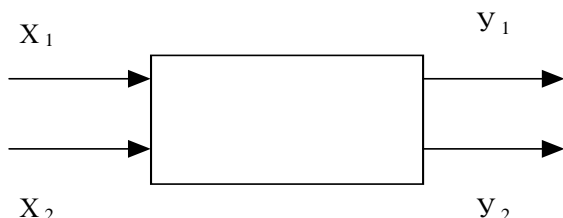


Рис. 4. Модель інформаційної системи держадміністрації

де  $X_1$  – документи, що надходять із місцевих органів управління (обласні управління, районні адміністрації);

$X_2$  – документи, що надходять із центральних органів управління (Адміністрація президента, Кабінет Міністрів, державні комітети);

$Y_1$  – документи до місцевих органів управління;

$Y_2$  – документи до центральних органів управ-

ління.

Як математична модель процесів проходження інформації була використана задача лінійного програмування. Цільова функція, що визначає корисність інформації для прийняття управлінських рішень, має вигляд

$$F = \sum_{i=1}^n V_i Y_i = V_1 Y_1 + V_2 Y_2 \rightarrow \max, \quad (1)$$

де  $V_1$  – коефіцієнт корисності інформації, що надходить у місцеві органи ( $0 < V_1 \leq 1$ );

$V_2$  – коефіцієнт корисності інформації, що надходить у центральні органи управління ( $0 < V_2 \leq 1$ ).

Обмеження, які має система, будуть мати такий вигляд:

$$\begin{aligned} c_{11} Y_1 + c_{12} Y_2 &\leq d_1; \\ c_{21} Y_1 + c_{22} Y_2 &\leq d_2; \\ c_{31} Y_1 + c_{32} Y_2 &\leq d_3, \end{aligned} \quad (2)$$

де  $c_{11}$  – норма використання інформації з місцевих органів управління для підготовки документів в місцеві органи, байт/байт;

$c_{12}$  – норма використання інформації з місцевих органів управління для підготовки документів в центральні органи, байт/байт;

$c_{21}$  – норма використання інформації з центральних органів управління для підготовки документів в місцеві органи, байт/байт;

$c_{22}$  – норма використання інформації з центральних органів управління для підготовки документів в центральні органи, байт/байт;

$c_{31}$  – норма часу на підготовку документа в місцеві органи управління, год/Кбайт;

$c_{32}$  – норма часу на підготовку документа в центральні органи управління, год/Кбайт;

$d_1$  – кількість інформації, що надходить в систему з місцевих органів управління за період дослідження, М байт, тобто  $d_1 = b_{11} + b_{21}$ ;

$d_2$  – кількість інформації, що надходить в систему з центральних органів управління за період дослідження, М байт, тобто  $d_2 = a_{11} + a_{21} + a_{31}$ ;

$d_3$  – час обробки всіх документів за період дослідження, тис. годин.

Норми використання інформаційних ресурсів визначалися з обсягів інформації, що надходить, і обсягів інформації на виході системи, а норми використання часу – засобом експертних оцінок шляхом опитування службовців Чернігівської облдержадміністрації.

Графічне зображення системи обмежень моделі інформаційної системи Чернігівської облдержадміністрації наведено на рис. 5.

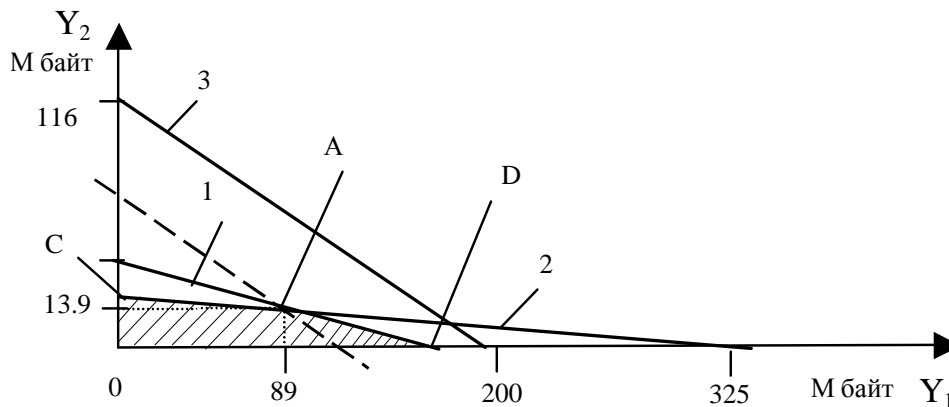


Рис. 5. Система обмежень моделі інформаційної системи облдержадміністрації

Представлений варіант відображає наявні інформаційні потоки за 2000 рік. Заштрихована частина – це область припустимих рішень. Обмеження 1 і 2, що накладені на інформаційні потоки, залежать від потреби в звітності перед вищестоящими органами Державного управління і потреб в інформації управління для місцевих органів. Обмеження 3 визначається часом обробки інформації.

Як видно із рис. 5, задача може мати оптимальне рішення в одній із трьох точок: А, С або D. Але точки С і D не підходять, тому що при рішенні в точці С система не буде мати зворотного зв'язку, а при рішенні в точці D не буде зв'язку з вищестоящими органами Державного управління. Тому залишається лише точка А. Область можливих уявлень функції F при її проходженні через точку А приведена на рис. 6.

Відповідні значення коефіцієнтів корисності інформації в цій зоні будуть дорівнювати

$$0.06 < \frac{V_1}{V_2} < 0.2. \quad (3)$$

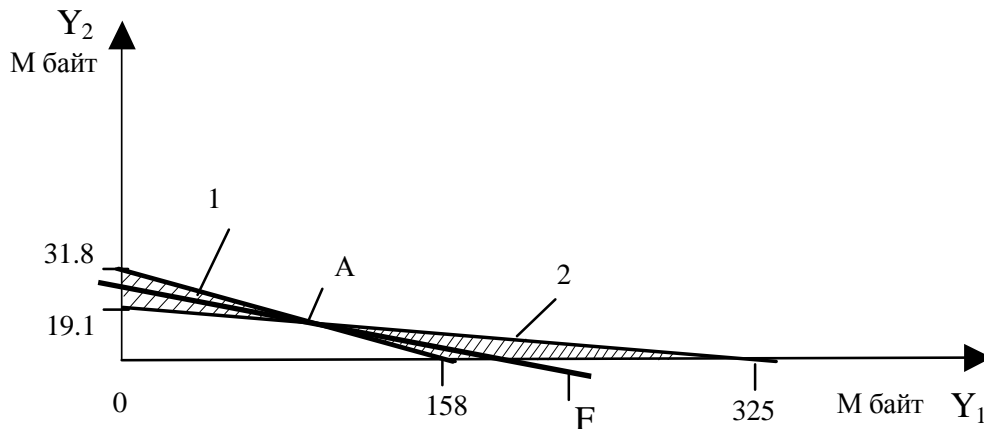


Рис. 6. Область возможных уявлень функції F в точці A

Таким чином, точка A характеризує оптимальний обсяг інформації, що обробляється в заданих обмеженнях. Обмеження, які накладаються часом обробки інформації, знаходяться за межами області припустимих рішень (рис.5). Це означає, що час обробки не є критичним параметром системи. До перетину з точкою A пряма 3 не накладає додаткових обмежень, тобто зменшення часу обробки інформації в цих межах не змінює оптимальних значень корисності інформації. Скорочення часу обробки інформації на 24.3 тис. годин приведе до паралельного переносу прямої 3 в напрямку припустимих рішень, і вона торкнеться точки A. Відповідно зміниться значення виразу (3), і він буде мати вигляд

$$0,06 < \frac{V_1}{V_2} < 0,6. \quad (4)$$

Подальше переміщення прямої 3 приведе до появи нової вершини багатокутника, який обмежує область припустимих рішень, тобто відбудеться зниження рівня корисності інформації, що опрацьовується.

Як видно із виразів (3) та (4),  $V_2 > V_1$ , тобто коефіцієнт корисності інформації, що надходить в центральні органи управління, не може бути меншим від коефіцієнта корисності інформації, що надходить в місцеві органи.

Для оцінки коефіцієнтів математичної моделі, зокрема, часу обробки документів ( $d_3$ ), необхідно використати імітаційне моделювання.

#### 4. Імітаційне моделювання СУРР

Імітаційне моделювання – це дослідження системи шляхом проведення статистичного експерименту із створеною математичною моделлю. У процесі розробки імітаційної моделі використовуються три рівні представлення системи, що підлягає моделюванню:

- концептуальний;
- формалізований;
- програмний.

Концептуальна модель – це опис системи, виконаний звичайною мовою. Формалізована модель – це опис концептуальної моделі формальними засобами за допомогою формул та алгоритмів. Програмна модель – це опис формалізованої моделі за допомогою мови програмування для безпосередньої реалізації на ЕОМ.

Для прикладу концептуальної моделі візьмемо структурну схему проходження Постанови КМ України, зображену на рис. 1.

#### 4.1. Формалізована модель ОДА

З точки зору показників, що використовуються при виборі методів та засобів побудови моделей СУРР [7], краще використати систему імітаційного моделювання (СІМ), описану в [8], тому що:

- 1) вже є практична реалізація СІМ;
- 2) СІМ дозволяє автоматизувати процес створення і дослідження імітаційних моделей;
- 3) СІМ дозволяє створювати формалізовані моделі, які описуються процедурами, доступними для розуміння спеціалістами різних галузей знань, що не мають відповідних знань в області імітаційного моделювання.

СІМ передбачає використання трьох архітектурних рівнів при побудові формалізованої моделі:

- рівень моделей для побудови агрегатної моделі;
- рівень агрегатів для опису внутрішньої структури агрегатів за допомогою Е-мережних переходів;
- рівень переходів для реалізації правил виконання Е-мережних переходів.

Як формальний апарат для опису внутрішньої структури агрегатів в СІМ вибрано Е-мережі [9]. В Е-мережних схемах агрегатів переходи та позиції позначаються символічними іменами, у яких буква характеризує перехід або тип позиції (Т – перехід, S – проста позиція, R – позиція, що дозволяє перехід), а число – порядковий номер переходу або позиції.

У нашому випадку агрегати – це об'єкти СУРР (загальний відділ, начальник відділу, начальник управління, заступник голови, голова), інформаційний обмін між якими здійснюється шляхом передачі міток з атрибутами (документів): Постанова КМ України (первинний документ) і листи та відповіді на неї (вторинні документи).

Кожний агрегат (голова ОДА, заступник голови ОДА, загальний відділ, начальник управління, начальник відділу) описується Е-мережею [10], яка відображає процес функціонування відповідного структурного елемента СУРР. Як приклад на рис. 7 зображена Е-мережа агрегату для загального відділу ОДА.

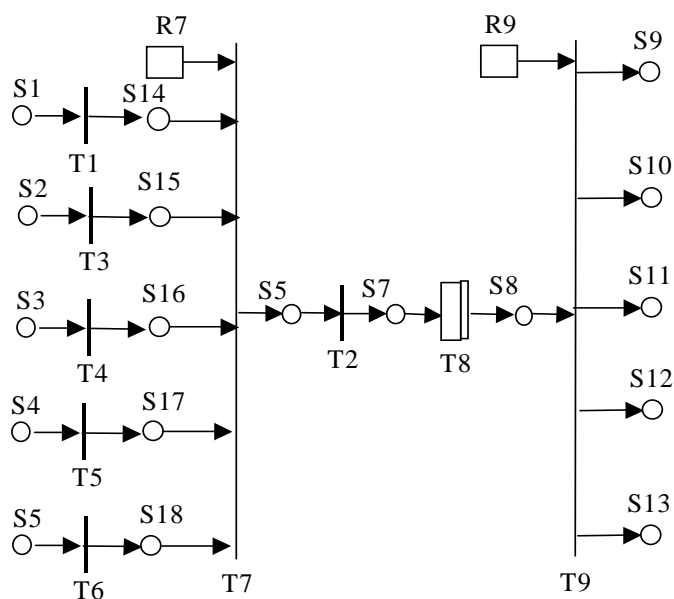


Рис. 7. Агрегат загального відділу

Процедура R7, що дозволяє перехід (рис. 7), керує опрацюванням позицій на переході T7, до якого надходить інформація з позицій: S1 – від КМ України, S2 – від голови, S3 – від заступника голови, S4 – від начальника управління, S5 – від начальника відділу. Після тимчасової затримки на переході T2 об'єкт потрапляє в чергу T8, яку опрацьовує процедура R9, що дозволяє перехід. Після цього інформація потрапляє через такі позиції: S9 – до КМ України, S10 – до голови, S11 – до заступника голови, S12 – до начальника управління, S13 – до начальника відділу.

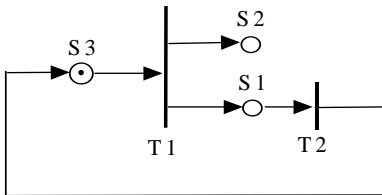


Рис. 8. Агрегат для генератора

Для приведення моделі до “руху” замінимо <КМ України> (рис. 1) на агрегат <генератор> (рис. 8). Маркірована позиція S3 в агрегаті для генератора означає посилання Постанови КМ України. Подальше переміщення мітки у моделі визначається її схемою та правилами спрацьовування переходів у елементарних мережах різних типів. Із <генератора> (КМ України) інформація надходить в загальний відділ, а обмін інформацією між головою ОДА, заступником голови ОДА, начальником управління, начальником відділу здійснюється через загальний відділ. Результати опрацювання Постанови КМ України в СУРР надсилаються до КМ України.

#### 4.2. Програмна модель ОДА

Використавши систему імітаційного моделювання, побудуємо програмну модель СУРР у графічному редакторі CIM. На вищому рівні представлена структурна схема СУРР (рис. 9), що складається із шести агрегатів для: генератора (GENERATOR\_1), голови (GL\_1), заступника голови (ZG\_1), загального відділу (ZV\_1), начальника управління (NU\_1), начальника відділу (NW\_1). Один із перелічених вище агрегатів приведений на рис. 10.

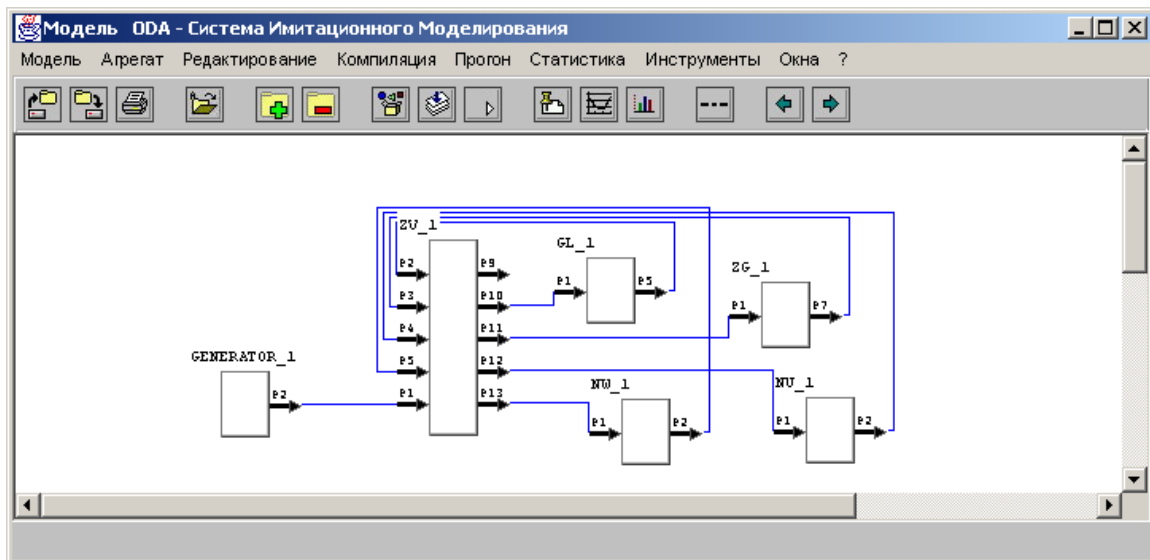


Рис. 9. Агрегатна модель проходження Постанови КМ України та вторинних документів

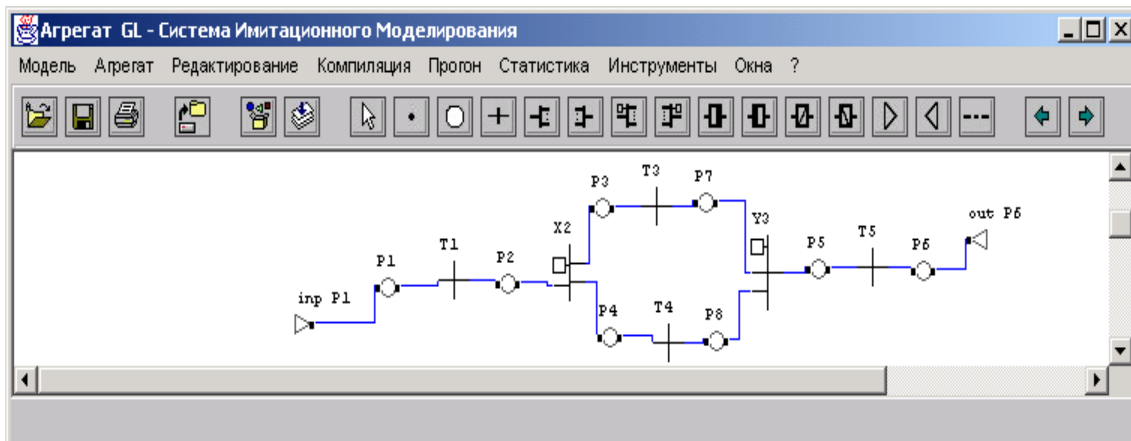


Рис. 10. Агрегат для голови ОДА

Під час роботи моделі для адресування інформації була використана мітка (pos.M[0] – pos.M[9]), яка має такі атрибути:

КМ України	Голова	Заст. голови	Нач. управління	Нач. відділу	Голова	Заст. голови	Нач. управління	Нач. відділу	КМ України
M[0]	M[1]	M[2]	M[3]	M[4]	M[5]	M[6]	M[7]	M[8]	M[9]
Від кого					Кому				

Для тимчасової затримки, перетворення та дозволу для переходу були створені відповідні процедури, одна з них наведена нижче.

Процедура, що дозволяє перехід для переходу Y1 (на рис. 7 перехід T7) агрегату загального відділу (ZV), працює таким чином. Якщо надійшла інформація від КМ України (flagKM = 2), то вона через перехід T7 надходить із позиції S14 у позицію S5. Аналогічно опрацьовується інформація, що надходить від голови (flagGL = 2), заступника голови (flagZG = 2), начальника управління (flagNU = 2), начальника відділу (flagNW = 2):

```

import proc.Procedure;
import util.*;
public class ZV_R1 extends Procedure
{
    ZV agg;
    public ZV_R1(ZV a)
    {
        agg = a;
    }
    public int run()
    {
        if (agg.flagKM == 2) return 1; // надходження інформації від КМ України
        else
            if (agg.flagGL == 2) return 2; // надходження інформації від голови ОДА
        else
            if (agg.flagZG == 2) return 3; // надходження інформації від заступника голови ОДА
        else
            if (agg.flagNU == 2) return 4; // надходження інформації від начальника управління ОДА
        else
            if (agg.flagNW == 2) return 5; // надходження інформації від заступника начальника управління ОДА
        else return -1;
    }
}

```

#### 4.3. Планування експерименту і аналіз результатів

Рис. 11. Параметри експерименту

При проведенні експериментів будемо оцінювати час проходження Постанови КМ України та вторинних документів по відділах ОДА. Цей процес є неорґадичний, нестаціонарний. Планування виконуємо для різних міток, різних умов роботи. Потім усереднюємо за сукупністю отриманих даних після 10 прогонів моделі. Параметри експерименту зафіксовано у вікні на рис. 11.

Використавши в процедурах тимчасової затримки пуасонівський закон розподілу випадкових величин для генератора, а для решти агрегатів – нормальний закон, отримаємо дані, що наведені у табл. 1 (час у хвиликах).

Згідно з даними, наведеними в табл. 1, мінімальний час обробки Постанови КМ України – 1701 хвилика, максимальний – 4450 хвилинок, а середнє значення часу обробки Постанови КМ України – 2891 хвилика. Ці дані можуть бути використані для обчислення коефіцієнта  $d_3$  аналітичної моделі,

розглянутої у розділі 3 даної статті.

Таблиця 1. Час проходження Постанови КМ України та вторинних документів у відділах ОДА

Прогон моделі	Загальний відділ	Голова	Заступник голови	Начальник управління	Начальник відділу	Разом
1	149	978	360	336	447	2270
2	131	2206	443	216	340	3336
3	156	2018	342	437	342	3295
4	146	686	293	360	341	1826
5	155	2806	502	535	472	4450
6	137	467	415	328	399	1701
7	142	2155	539	342	299	3459
8	154	2425	292	298	267	3398
9	172	1488	313	381	470	2794
10	163	1005	426	596	219	2385
Мінімум	131	467	292	216	219	1701
Максимум	172	2806	539	596	472	4450
Середнє значення	151	1623	393	383	360	2891

Порівняння екстремальних значень часу проходження Постанови КМ України та вторинних документів у відділах ОДА зображено на рис. 12.

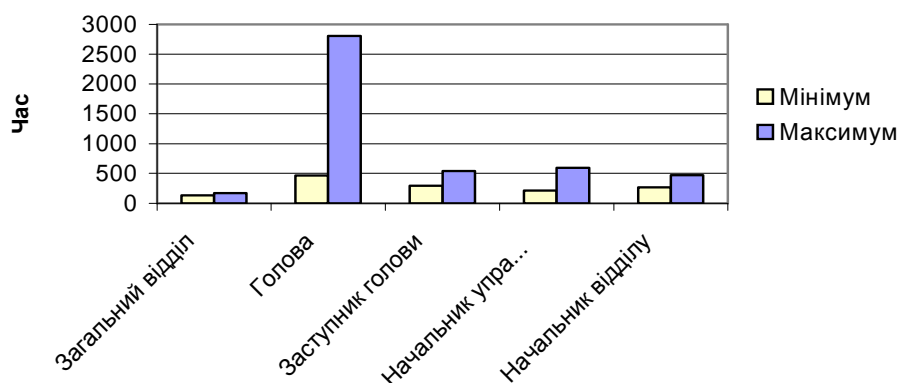


Рис. 12. Порівняння екстремальних значень часу проходження Постанови КМ України та вторинних документів у відділах ОДА

## 5. Висновки

В статті запропоноване загальне рішення щодо побудови моделей оцінки ефективності систем управління регіонального рівня, які враховують одночасно і структуру, і особливості процесу функціонування СУРР. Суть підходу полягає в комплексному використанні аналітичних та імітаційних моделей, коли останні використовуються, наприклад, для отримання оцінок коефіцієнтів, необхідних при аналітичному моделюванні.

На основі проведених досліджень інформаційних потоків в Чернігівській ОДА були розроблені аналітична та імітаційна моделі, які дозволяють оцінити витрати часу на обробку інформації у різних відділах ОДА і можуть бути використані при прийнятті рішень з метою удосконалення СУРР.

Наведені результати підтверджують широкі можливості та ефективність теоретичних методів та інструментальних засобів імітаційного моделювання складних систем, обґрунтованих і розроблених за участю одного з авторів. Агрегативні моделі у поєднанні з графічною мовою Е-мереж дозволяють точно відобразити інформаційні процеси в СУРР і отримати необхідні кількісні оцінки їх ефективності.

Отриманий досвід в моделюванні СУРР може стати основою більш глибоких досліджень у цій галузі і бути поширеним на організаційні системи іншого призначення.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Інформаційна агенція "Львівські новини" // <http://www.gopr.lviv.ua/01/23/index.htm>.
2. Оцінка якості та ефективності соціально-економічного моніторингу у складних системах / А.О. Морозов, В.Л. Косолапов, С.М. Смірнова, В.І. Суперсон // Математичні машини і системи. – 2001. – № 1, 2. – С. 169 – 185.
3. Буринская З.В., Фурсова Т.И. Система имитационного моделирования анализа и прогноза развития социально-экономических процессов // Проблемы управления и информатики. – 1999. – № 2. – С. 75 – 83.
4. Имитационная система сбалансированных решений по капитальному ремонту и реконструкции жилого фонда крупного города в условиях переходного периода / Н.Е. Егорова, А.Н. Кириллова, Е.Ю. Фаерман, К.А. Фонтана и др. // Экономика и математические методы. – 1997. – Т. 33. – Вып. 1. – С. 77 – 91.

5. Веб-сторінка Чернігівської обласної державної адміністрації // <http://www.regadm.cn.ua/cgi-bin/valmenu.sh?p0201.html>.
6. Моделювання інформаційних процесів в системі управління облдержадміністрацій / В.В. Казимир, І.М. Олійченко, О.В. Саво-стенко, В.П. Шемет // Вісник Черніг. держ. технол. ун-ту. Збірник. – 2001. – № 13. – С. 145 – 150.
7. Казимир В.В., Шемет В.П. Вибір показників та критерія ефективності інформаційної комп'ютерної системи управління регіона-льного управління економіки // Вісник Черніг. технол. інституту. Збірник. – 1998. – № 6. – С. 43 – 49.
8. Казимир В.В., Демшевская Н.В. Формальный объектно-ориентированный подход к моделированию сложных систем // Праці Першої міжнар. науково-практичної конф. з програмування УкрПРОГ'98. – Київ: Кібернетичний центр Національної академії наук України. – С. 593 – 598.
9. Nutt G. Evaluation Nets for Computer Systems Performance Analysis // FJCC, AFIPS PRESS.– 1972. — 41, Pt. 1.– P. 279 – 286.
10. Казимир В.В. Конкретизация кусочно-линейных агрегатов аппаратом Е-сетей // Тезисы докладов НТК. – Петродворец: ВВМУ-РЭ, 1988. – С. 104 – 107.