

ВІСНИК

ВІННИЦЬКОГО
ПОЛІТЕХНІЧНОГО
ІНСТИТУТУ

1 2000

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ
ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ВІСНИК ВІННИЦЬКОГО ПОЛІТЕХНІЧНОГО
ІНСТИТУТУ

НАУКОВИЙ ЖУРНАЛ

Заснований у 1993 році

1 (28) — 2000

АВТОМАТИКА ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА ТЕХНІКА

Боровська Т. М. Використання декомпозиційних структур для синтезу регуляторів..... 5

ГУМАНІЗАЦІЯ ТА ГУМАНІТАРИЗАЦІЯ ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ

Коваль М. Д. Сутність та особливості української науково-технічної термінології як бази україномовного інформаційного забезпечення комп'ютерних систем, засобу гуманізації технічної освіти 15

ЕКОНОМІКА, МЕНЕДЖМЕНТ ТА ЕКОЛОГІЯ

Новаковська Е. Г., Жилін О. В. Про задачу математичного прогнозу показників оборотності коштів підприємств 22

Криводубський О. О., Шушура О. М. Розробка динамічної моделі прогнозу собівартості продукції 25

ЕНЕРГЕТИКА ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІКА

Кутін В. М., Вашковський В. В. Визначення роботоздатності ізоляції розподільної мережі змінного струму 29

Заїка В. Т. Статистичні моделі для аналізу енергоефективності прохідницьких комплексів 36

Демов О. Д. Аналіз рентабельності установки батарей конденсаторів в промислових електричних мережах..... 40

Ткаченко С. Й., Степанова Н. Д., Степанов Д. В. Втрати тиску в місцевих опорах при течії двофазних потоків 43

Рогачов О. І., Дудник О. В. Дослідження вироджених керувань в енергозощаджувальному електроприводі постійного струму..... 46

Кацив С. Ш. Визначення умов однозначної детермінізації процесів в складних системах з лінійними функціональними зв'язками без попередніх обчислень 50

ЗАСТОСУВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Зозуля В. К., Дерібо О. В. Вимірювання параметрів руху виконавчого органу випробувального ударного стенда з пневмогідроприводом..... 55

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА КОМП'ЮТЕРНА ТЕХНІКА

Азаров О. Д., Біличенко Н. О., Захарченко С. М. Дослідження похибок самокаліброваних аналого-цифрових перетворювачів на основі надлишкових позиційних систем числення..... 59

- Яремчук Є. В.** Генератори послідовностей псевдовипадкових чисел на основі p -інверсій.....
- Казимир В. В., Демшевська Н. В., Азарова А. О.** Мова специфікацій імітаційного моделювання та методика її застосування.....
- Мартинюк Т. Б., Тарасова О. М., Аль-Хіярі М. М.** Особливості логіко-часового зображення числової інформації.....

МАШИНОБУДУВАННЯ

- Іскович-Лотоцький Р. Д., Вірник М. М., Рагозін О. А., Пішенін В. О.** Математична модель вібропресової машини з гідроімпульсним приводом.....
- Анісімов В. Ф., Барсуков С. І.** Математична модель дослідження динамічних процесів, що відбуваються в гідроприводі механізму повороту під час відкриття органа керування.....
- Сівак І. О., Чубатюк В. М.** Дослідження напружено-деформованого стану анізотропно-пористих матеріалів.....

РАДІОЕЛЕКТРОНІКА ТА РАДІОЕЛЕКТРОННЕ АПАРАТОБУДУВАННЯ

- Філінюк М. А., Анфілов Р. А.** Аналіз принципу дуальності у застосуванні до R-L-C негатронів.....
- Прокопов І. Д., Ревенок В. І.** Ефективний алгоритм спектральних оцінок періодограм в реальному масштабі часу.....
- Рудик В. Д., Чернига В. В.** Моделювання зони покриття локальних радіомереж.....

ФУНДАМЕНТАЛЬНІ НАУКИ

- Кадук Б. Г., Мугенов Д. Г., Пономарьова І. Д., Серeda В. В., Цепков Г. В.** Спектральний аналіз: швидкі методи.....
- Кравченко Ю. С.** Усереднені пружний та транспортний перерізи для молекул тетраедричної симетрії.....
- РЕФЕРАТИ.....

Редактор *В. Т. Голубева.*

Комп'ютерна верстка *Г. М. Багдасар'ян, Т. С. Криклива, О. О. Кушнір.*

Верстка та оригінал-макет виготовлені у видавництві «УНІВЕРСУМ-Вінниця»
21021, Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 93. ВДТУ, головний корпус.
Телефон: (0432) 44-05-32.

Підписано до друку 14.01.2000. Формат 29,7 × 42 1/2. Гарнітура Peterburg. Друк різнографічний. Умовн. друк
Тираж 365 прим. Зам. № 2000-0011.

Віддруковано в КІВЦ ВДТУ
21021, Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 93. Тел. 44-01-59.

ЛІТЕРАТУРА

1. Брикелл Э. Ф., Одлижко Э. М. Криптоанализ: обзор новейших результатов // ТИИЭР. — 1988. — № 5. — С. 75—94.
2. Месси Дж. Л. Введение в современную криптологию // ТИИЭР. — 1988. — № 5. — С. 24—42
3. Диффи У., Хеллман М.Э. Защищенность и имитостойкость: Введение в криптологию // ТИИЭР. — 1979. — № 3. — С. 71—109.
4. Кнут Д. Искусство программирования для ЭВМ. Т. 2. Получисленные алгоритмы. — М.: Мир, 1977. — 724 с.
5. Яремчук С. В. Шифрування інформації на основі різницевого кодування // Тези доповіді другої регіональної міжвузівської науково-практичної конференції студентів «Регіональна економіка: шляхи реформування в сучасних умовах трансформації суспільства». — Вінниця, 1997. — С. 61.

Стаття рекомендована до опублікування науково-технічною конференцією «Контроль і управління в складних системах» (КУСС-99), яка відбулася у ВДТУ 3—5 лютого 1999 року.

Надійшла до редакції 4.03.99 р.

Яремчук Євген Вікторович — аспірант кафедри обчислювальної техніки ВДТУ.

УДК 51:303.115

МОВА СПЕЦИФІКАЦІЙ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ТА МЕТОДИКА ЇЇ ЗАСТОСУВАННЯ

К. т. н., доц. В. В. Казимир, Н. В. Демшевська, Азарова А. О.

На даний час усе актуальнішою стає задача моделювання складних систем, основним засобом дослідження яких є імітаційне моделювання. Застосування відомих мов та систем імітаційного моделювання, наприклад GPSS, SIMULA, SIMSCRIPT, MODSIM для дослідження таких систем не завжди є прийнятним, тому що одержувані моделі виявляються занадто складними і не піддаються верифікації. У процесі розв'язання даної задачі авторами була розроблена візуальна система імітаційного моделювання (СІМ), що дозволяє інваріантно підходити до моделювання складних систем різноманітної природи [1]. В основу розробки СІМ покладена об'єктно-орієнтована формальна модель, що складає об'єднання формальної теорії Е-мереж і формальної теорії агрегатів [2]. У СІМ забезпечується безперервність циклу моделювання з використанням єдиного середовища, основним елементом якого є мова специфікацій (МС). У статті описується дана МС і методика моделювання, заснована на візуальній побудові моделей, яка визначає послідовність дій реалізації основних етапів моделювання — від побудови моделей до проведення експериментів із ними.

У процесі специфікації доводиться розв'язувати дві задачі: по-перше, вибрати хорошу теорію, і, по-друге, застосувати її до даної проблематики [3]. Виходячи з принципів системного підходу, МС імітаційного моделювання складних систем повинна забезпечувати чотири види опису:

1. Графічну нотацію опису концептуальних моделей — подання системи у вигляді структури зв'язаних між собою агрегатів (елементів системи). Система також має бути спроможною підтримувати концептуальний опис ієрархічних моделей, що можуть бути представлені сукупністю підсистеми нижчого рівня.

2. Графічну нотацію формального опису елементів складної системи (агрегатів), представлених у вигляді Е-мереж.

3. Опис окремих переходів агрегатів — визначення процедур тимчасової затримки, процедур перетворення і процедур керування Е-мережових переходів.

4. Задання експерименту з моделлю, тобто заповнення шаблону експерименту за однією з обраних схем.

Перший мовний рівень опису концептуальних моделей дозволяє проводити структурний аналіз складних систем на основі методу декомпозиції. Система може бути

представлена у вигляді багаторівневої ієрархічної структури, елементами якої виступають окремі агрегати. Кожний агрегат, у свою чергу, може бути підсистемою, побудованою за таким же принципом. Задачею МС на даному рівні є визначення основних властивостей (глобальних змінних) агрегатів і схеми сполучення через визначення об'єктів зв'язку. На другому рівні використовується графічна мова Е-мереж. За допомогою об'єктів переходів і позицій графічними засобами описується внутрішня структура агрегатів. Наступний рівень МС використовується для визначення процедур Е-мережових переходів. В цьому випадку розроблена контекстно-вільна мова, що включає: набір ключових слів, оператор присвоєння, логічні оператори, математичні і статистичні функції, у тому числі розроблений набір функцій реалізації різноманітних потоків випадкових величин. Останній мовний рівень забезпечує завдання умов проведення експерименту. Він передбачає заповнення запропонованих шаблонів із зазначенням необхідності збору первинної і вторинної статистики та задання параметрів експерименту.

Модель, що викладена МС, на кожному з рівнів перетворюється за допомогою СІМ у представлення мовою JAVA, що є основною мовою реалізації СІМ. Допускається й зворотна дія – модель, яка написана мовою JAVA з використанням основних класів й об'єктів МС, може бути конвертована в графічне представлення системи і переглянута за допомогою графічного редактора СІМ.

Методика імітаційного моделювання із використанням МС може бути продемонстрована на прикладі моделювання найпростішої системи масового обслуговування (СМО).

На концептуальному рівні така система складається з трьох агрегатів: генератора, черги і приладу обслуговування. На рис. 1 зображена модель найпростішої СМО, що побудована в графічному редакторі СІМ, яка складається з трьох агрегатів. Інформаційні зв'язки між агрегатами реалізуються через передачу позначок з одного агрегату в інший. На рисунку такі зв'язки показані покажчиками.



Рис. 1. Агрегатна модель найпростішої СМО

Конвертований опис моделі СМО мовою програмування записується таким чином:

```
GENERATOR generator_1 = new GENERATOR("GENERATOR_1", 107, 19, 0.0);
```

```
QUEUE queue_1 = new QUEUE("QUEUE_1", 299, 78);
```

```
DEVICE device_1 = new DEVICE("DEVICE_1", 448, 28, 0.0);
```

...

```
Link l_generator_1p2_queue_1p1 = new Link(generator_1, "P2", queue_1, "P1",  
"l_generator_1p2_queue_1p1");
```

```
Link l_queue_1p2_device_1p1 = new Link(queue_1, "P2", device_1, "P1",  
"l_queue_1p2_device_1p1");
```

...

На формальному рівні кожний агрегат відображається у вигляді Е-мережевої схеми. На рис. 2 зображений агрегат генератора, побудований у графічному редакторі СІМ, який включає три позиції і два переходи. Позиція Р2 позначена як вихідна позиція агрегату.



Рис. 2. Структурна схема агрегату генератора

Опис агрегату генератора мовою програмування має такий вигляд:

```
Position p1 = new Position("P1", 0, Position.S_POSS, 87, 122);
Position p2 = new Position("P2", 0, Position.S_POSS, 300, 44);
...
GenTimeDelay tp_f1 = new GenTimeDelay(this);
PASSF f1 = new PASSF("F1", 2, tp_f1, null, 133, 37);
f1.add(p1, 0);
f1.add(p2, 1);
...
setOutPosition(p2, 355, 42);
```

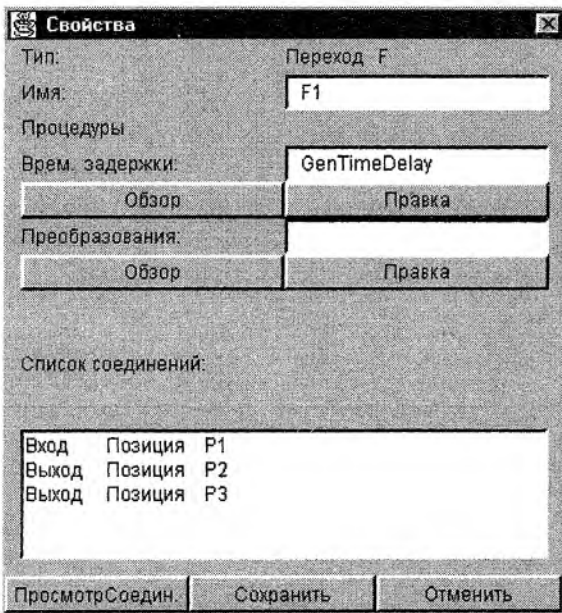


Рис. 3. Вікно властивостей переходу

На цьому рівні також задаються глобальні параметри агрегату. Додатково змінити значення цих параметрів і початкове маркірування для кожного агрегату моделі можна на рівні опису концептуальних моделей.

На наступному, програмному рівні, описуються окремі переходи агрегатів – визначається процедура тимчасової затримки, процедура перетворення і процедура керування. На рис. 3 зображено вікно властивостей переходу F1 агрегату генератора.

На кінцевому рівні задається спосіб організації експерименту з моделлю, вигляд збираної статистики і вигляд результатів моделювання. Проведення експерименту, в разі необхідності, може включати багаторазовий прогон моделі з метою одержання необхідної вибірки для визначення статистичних оцінок характеристик системи, що цікавлять дослідника. Кількість прогонів моделі в залежності від умов задачі може задаватися під час

створення моделі, або визначатися в процесі експерименту за допомогою процедури автоматичної зупинки. Допускається дослідження процесів із заданням умов регенерації.

На рис. 4 показані діалогові вікна задання експерименту

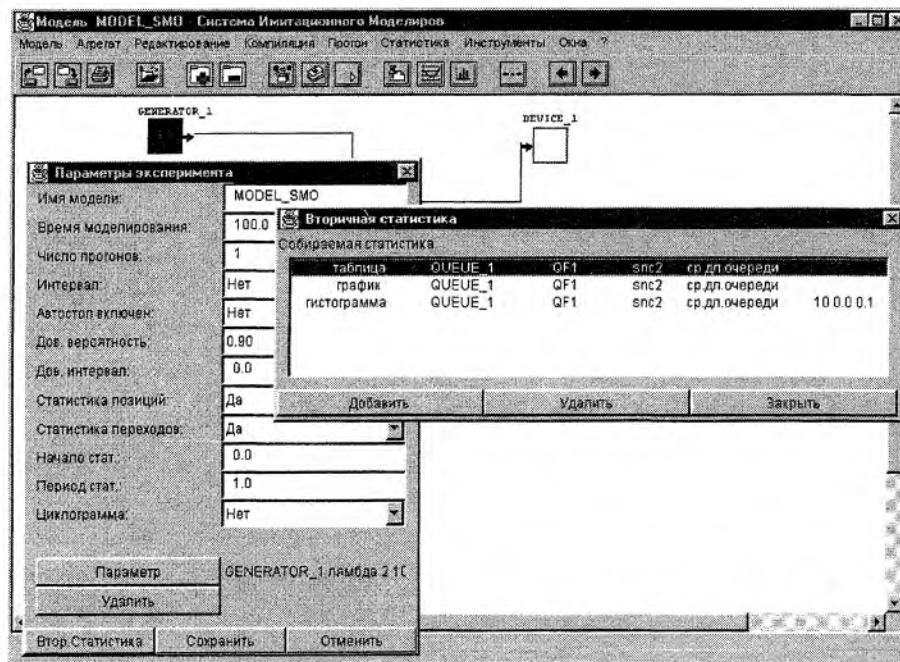


Рис. 4. Діалогові вікна задання експерименту

Аналогічно попереднім, на цьому рівні відбувається конвертація наведених шаблонів в код на мові JAVA.

Результати моделювання можуть бути подані у вигляді таблиць і графіків залежностей вхідних характеристик системи від параметрів, що змінюються в заданих межах, або це можуть бути гістограми випадкових величин. На рис. 5 показана отримана в результаті моделювання таблиця для відгуку «середня довжина черги», на рис. 6 – побудований за результатами моделювання графік залежності середньої довжини черги від інтенсивності потоку генерації заявок, і на рис. 7 – гістограма значень середньої довжини черги.

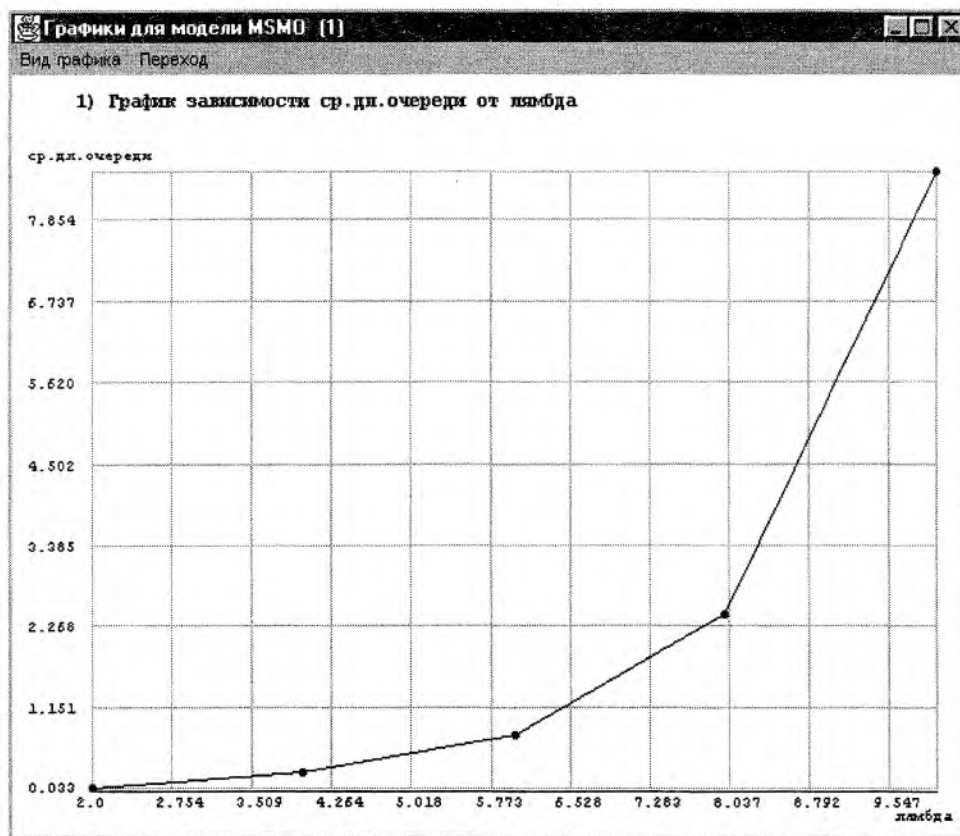


Рис. 5. Графік залежності середньої довжини черги від інтенсивності потоку генерації заявок

ДАНІ ПО ОТКЛИКУ ср.дл.очереди

Значение	Среднее	Дисперсия	Козф. вар.	Минимум	Максимум	Объем выб.
2.0	0.03371839	8.86496344	0.00262911	0.0	0.05312644	101.0
4.0	0.27105909	0.00279645	0.01031675	0.0	0.41696296	101.0
6.0	0.79198087	0.01928101	0.02434530	0.0	0.99026001	101.0
8.0	2.44254475	0.88289666	0.36146591	0.0	3.29560764	101.0
10.0	8.50288162	34.5235113	4.06021310	0.0	18.8077997	101.0

Рис. 6. Дані по відгуку «середня довжина черги»

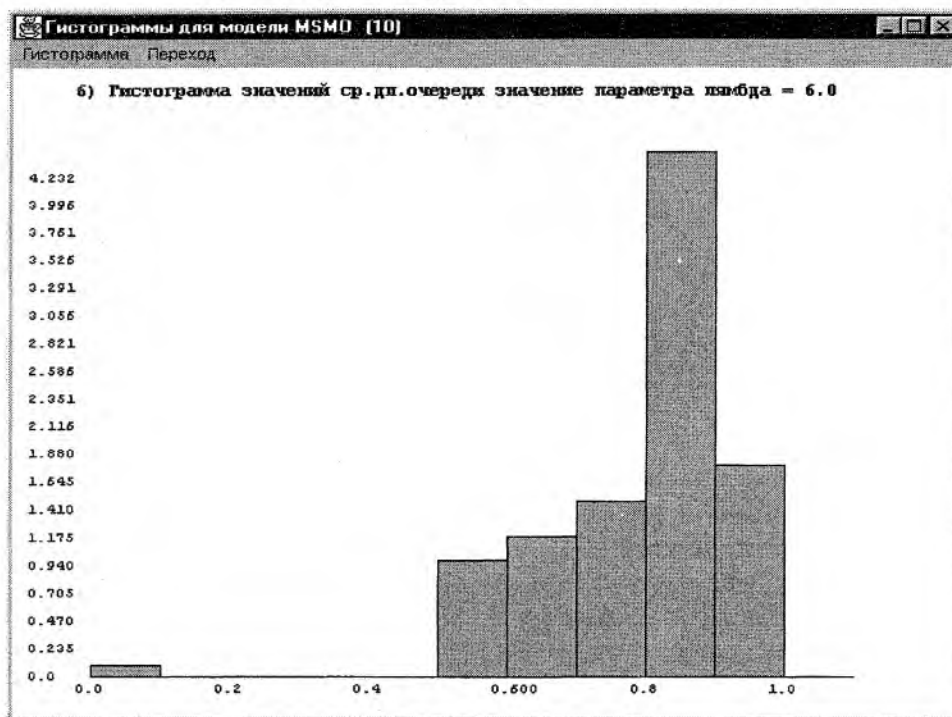


Рис. 7. Гистограма значень середньої довжини черги

Таким чином, у рамках СІМ надана можливість у зручній і наочній формі графічних конструкцій, що легко піддаються верифікації, охопити весь процес імітаційного моделювання, включаючи побудову концептуальної, формальної і програмної моделей.

Запропонована мова специфікацій була застосована для побудови та дослідження імітаційної моделі процесу функціонування корабельної системи керування зенітними вогневими засобами з метою оптимізації алгоритмів цілерозподілення. Модель була представлена складною системою із 6 агрегатів, які загалом включали 100 переходів та 150 позицій. Незважаючи на достатню складність моделі, було доведено її ефективність.

ЛІТЕРАТУРА

1. Казимир В. В., Демшевская Н. В. Internet-ориентированная система имитационного моделирования. – В сб.: Перша міжнародна науково-методична конференція «Методичні та організаційні аспекти використання мережі Інтернет в закладах науки та освіти» (Інтернет – Освіта – Наука – 98). – Вінниця: Універсум-Вінниця, 1998. – С. 177 – 183.
2. Казимир В. В., Демшевская Н. В. Формальный объектно-ориентированный подход к моделированию сложных систем. – В сб.: Перша міжнародна науково-практична конференція з програмування УкрПрог'98 – Киев: Кибернетический центр НАН Украины, 1998. – С. 593 – 598.
3. Sorensen I. H. A Specification Language. – Lecture Notes in Computer Science, 1982.

Рекомендована кафедрою інтелектуальних систем

Надійшла до редакції 6.07.99 р.

Рекомендована до опублікування 27.07.99 р.

Казимир Володимир Вікторович — доцент кафедри інформаційних та комп'ютерних систем Чернігівського технологічного інституту, **Демшевська Наталія Віталіївна** — асистент кафедри інформаційних та комп'ютерних систем Чернігівського технологічного інституту, **Азарова Анжеліка Олексіївна** — асистент кафедри інтелектуальних систем ВДТУ.