

УДК 004.942

ПАРАЛЕЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИСКРЕТНИХ ДИНАМІЧНИХ СИСТЕМ

Назаренко К.С., Святний В.А.

Донецький національний технічний університет

Моделювання за допомогою комп'ютерних систем на сьогоднішній день є важливим ланцюгом на етапі проектування систем на виробництві. Воно займає місце між теоретичними та експериментальними дослідженнями, та має свої переваги перед ними. У зрівнянні з теорією комп'ютерне моделювання дозволяє оперувати більшою кількістю ступенів свободи, а у зрівнянні з експериментом має більш широкий вибір умов дослідження. Наявність досить якісної моделі дає можливість зменшити вартість експерименту.

Дискретне моделювання є потужним інструментом для оцінки змін на виробництві. Воно допомагає приймати більш зважені рішення щодо того, як зміни будуть впливати на існуючі процеси, системи і операції.

Моделювання є необхідним інструментом як на етапі проектування, так і на етапі модернізації. На етапі проектування виробництва за допомогою симуляційної моделі дискретної динамічної системи можливо розробити оптимальні параметри системи для забезпечення рівномірного розподілу часу та роботи ресурсів, або ж можливо підібрати оптимальні параметри системи для досягнення мінімальної ціни виробу.

Оскільки масштаби сучасних виробничих систем досить великі, обчислювальних ресурсів комп'ютера з одним процесорним елементом є не достатньо для розробки моделі такої системи. Тому постає необхідність у створенні програмного продукту, що може використовувати багато процесорну архітектуру.

Програмне забезпечення для моделювання з'явилося на початку 50-х років [1]. На сьогоднішній день розрізняють 5 основних покоління моделювання:

1. Перше покоління було досить тривале, супроводжувалося багатим числом помилок, та вимагало для роботи спеціаліста з моделювання та інформатики взагалі.
2. На другому етапі з'явилися прості мови моделювання, наприклад GPSS, які дали можливість робити статистичний аналіз результатів.
3. На третьому етапі з'явилися різноманітні комбінації мов моделювання, наприклад GPSS та FORTRAN.
4. Четверте покоління в якості рішучих критеріїв успіху мало можливість відображати на екрані роботу моделі.
5. На п'ятому етапі моделювання має ціль не тільки моделювати процес, а також зробити оптимізацію через стандартний відчинений інтерфейс.

Представником системи моделювання 5-го покоління є ARENA. Ця система охоплює весь світ, понад 6000 областей практичного застосування, для яких є стандарти для дискретного моделювання.

Основою технології Arena [2] є мова моделювання SIMAN і система Cinema Animation. SIMAN, вперше реалізований в 1982г. - надзвичайно гнучка і виразна мова моделювання. Вона постійно удосконалюється шляхом додавання до неї нових можливостей. Для відображення результатів моделювання використовується анімаційна система Cinema animation, відома на ринку з 1984 р. Процес моделювання організований таким чином. Спочатку користувач крок за кроком будує у візуальному редакторі системи Arena модель. Потім система генерує по ній відповідний код на SIMAN, після чого автоматично запускається Cinema animation.

Інтерфейс Arena включає всілякі засоби для роботи з даними, зокрема електронні таблиці, бази даних, ODBC, OLE, підтримку формату DXF.

Особливості створення імітаційних моделей:

В цій системі моделювання інтуїтивно зрозумілий редактор блок-схем [3] для опису процесів, мається додаткова можливість зручного введення даних в електронні таблиці, досить потужні

засоби моделювання дорогих і критично значимих обмежень і ресурсів, таких як персонал та устаткування. За допомогою ієрархічної агрегації й декомпозиції, можливо скомбінувати або розширити системні компоненти. Освоїти систему допомагає безкоштовна бібліотека з більш ніж двохсот навчальних моделей.

Основні переваги Arena:

1. Природна й цілісна методика моделювання. Багато пакетів моделюючого ПЗ вимагають від користувачів вивчення й застосування різних непростих методик, що залежать від складності конкретної прикладної програми. Arena використовує для побудови моделі знайому технологію блок-схем – поза залежністю від складності прикладної програми.
2. Можливості розширення й настроювання. Стандартна відкрита архітектура дозволяє Arena дозволяє створювати власні інтерфейси й додатки. По мірі розвитку використання моделювання на підприємстві професійний випуск Arena здатний забезпечити йому платформу розробки для створення власних комплектів адаптованих інструментів моделювання.
3. Масштабована архітектура. Arena пропонує потужні засоби моделювання із природним графічним інтерфейсом. Спроектвана під потреби початківців, але досить потужна, щоб задовольнити вимоги найбільш досвідчених користувачів, система Arena адаптується під прикладну програму, що моделюється, та рівень досвідченості користувача.
4. Відкрита архітектура. Для посилення значимості моделювання й використання в ньому існуючих корпоративних інформаційних активів продукти Arena надають вбудовані гнучкі інтерфейси з розповсюдженими додатками, а також вбудовані засоби для створення власних інтерфейсів (VBA). Наприклад, за допомогою вбудованого в Arena шаблона Visio можна перенести логіку й дані

моделі щ рисунків Visio. Крім того, дані в моделі можна внести безпосередньо з Microsoft Excel або за допомогою зручного інтерфейсу даних у вигляді електронної таблиці.

5. Повна підтримка проекту моделювання. Arena надає повний набір інструментів для підтримки операцій проекту моделювання протягом усього його життєвого циклу, до числа яких належать:
 - статистичний аналіз вхідних даних;
 - велика бібліотека шаблонів і конструкцій моделювання;
 - засоби анімації для візуалізації роботи процесу й обміну інформацією про проведення системи з іншими співробітниками;
 - інструменти аналізу вихідних даних для статичного порівняння результатів прогонів моделі й ухвалення рішення;
 - засоби оптимізації для автоматичного визначення оптимальних рішень по обраних сценаріях;
 - можливості поширення моделі в процесі виконання для її перегляду або дослідження іншими співробітниками.

Arena також має можливість побудови паралельних моделей. Модель в системі Arena будується у ідеографічному режимі у вигляді блок-схем процесу, що моделюється. Ці блок-схеми інтерпретуються у набір конструкцій мови SIMAN. Процес моделювання відбувається у послідовній формі. Генерується об'єкт, який проходить крізь всі блоки моделі послідовно. У загальному випадку цей процес не може бути розпаралелений, бо це є порушенням природної послідовності процесу. Однак, окремі частини моделі можуть бути розпаралелені.

В моделюючому середовищі також мається інтегрована система оптимізації Issop/arena. Вона була розроблена на базі досвіду в моделюванні і оптимізації; вона здатна знаходити складні вирішення проблем оптимізації за допомогою могутніх математичних стратегій оптимізації. Можливості Issop/arena

дозволяють застосовувати ЕОМ будь-якого класу. Реалізація може бути здійснена на кластері або на зосередженій паралельній ЕОМ.

Для створення симулятора моделей дискретних динамічних систем необхідно мати еталону модель. В якості основи для моделі було взято модель роботи конвеєра зборки портативних ПК.

Завдання для еталонної моделі звучить наступним чином [4].

Радіозавод виконує заклази малих комп'ютерних фірм по зборці персональних комп'ютерів (ПК) під їх торговельними марками. Зборка виконується на конвеєрі.

На вхід конвеєра поступають повні набори комплектуючих з інтенсивністю 5 ± 2 хв. На першій ділянці відбувається паралельна збірка 4 ПК по 10 ± 2 хв. кожний. Потім кожний зібраний ПК проходить налаштування і перевірку на предмет працездатності апаратної частини по 5 ± 1 хв. кожний. Цю перевірку не проходять 20% ПК. Відбраковані ПК відправляють назад на ділянку зборки для усунення несправностей, яке займає 5 ± 3 хв.

За побажанням заказників на зібрані ПК може бути встановлене програмне забезпечення (операційна система та інше). Тому тільки 70% зібраних ПК направляються на ділянку пакування, а інші – ділянку встановлення та настройки програмного забезпечення (ПЗ), на якому паралельно працюють 5 інженерів. Встановлення ПЗ на один комп'ютер займає 60 ± 20 хв. В процесі цього на р3% ПК можуть бути виявлені непомічені раніше апаратні проблеми, внаслідок чього ці ПК відправляються на першу ділянку для усунення несправностей, яке займає 5 ± 3 хв. Справні комп'ютери поступають на ділянку пакування.

На ділянці пакування всі ПК попередньо складуються, а потім поступають на один з n пакувальних станків, упакування на кожному з яких займає m хв.

Паралельно на підприємство надходять зламани ПК 6 ± 1 год. Вони проходять налагоджування та перевірку працездатності 20 ± 2 хв., перевірку і повторно встановлення ПЗ 60 ± 10 хв. При цьому зламани ПК обробляються в першу чергу.

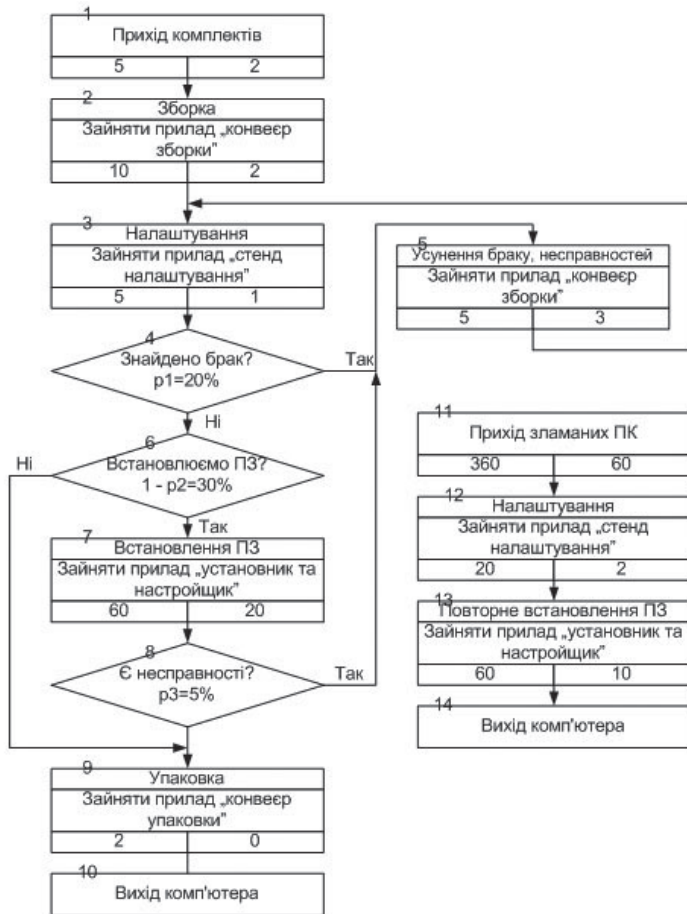


Рисунок 1 – Блок-схема моделі процесу зборки ПК

Промодельовати роботу заводу протягом 8 годин. Визначити середній час виконання.

Блок-схема роботи моделі процесу зборки ПК на основі заданих параметрів системи зображено на рис. 1.

Блок 1 імітує надходження наборів комплектуючих кожні 5 ± 2 хвилини. Вони поступають на блок 2 де відбувається зборка комплектуючих за 10 ± 2 хвилини, займається прилад «конвеєр

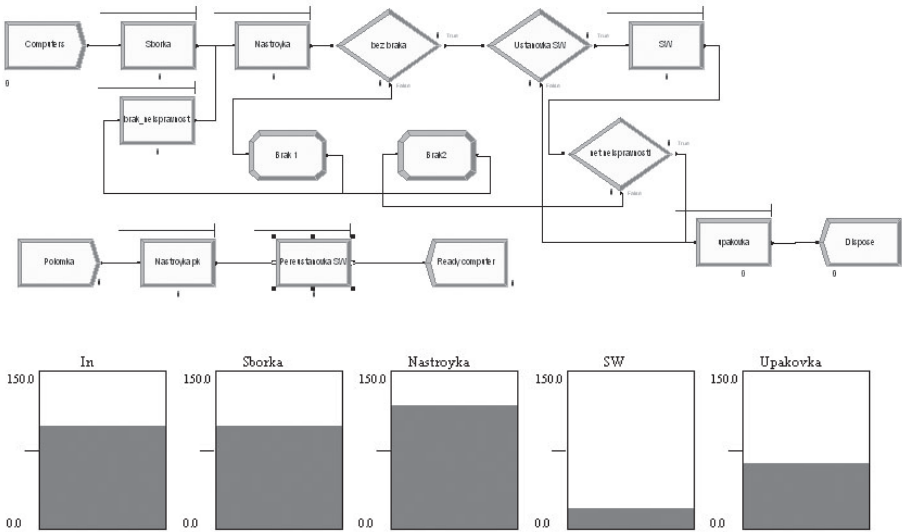


Рисунок 2 – Модель роботи процесу сборки ПК розроблена в системі Arena

зборки». В блоці 3 відбувається настройка комп'ютера за 5 ± 1 хв., займається прилад «стенд налаштування».

Блок 4. Якщо в процесі настройки було виявлено брак, з вірогідністю 20%, то комп'ютер поступає на блок 5, де відбувається усунення браку за 5 ± 3 хв., займається прилад «конвеєр зборки». Якщо ж браку не виявлено (блок 6), то на 30% ПК встановлюється програмне забезпечення (ПЗ) в блоці 7 за 60 ± 20 хвилин, займається ресурс «установник та настройщик». В процесі встановлення ПЗ можуть бути виявлені несправності (блок 8) у 5% відсотках випадків, після чого ПК знову поступають на блок 5 для усунення несправностей.

Після цього всі ПК поступають на блок 9, де відбувається упаковка за 2 хв, після чого готові ПК виходять з системи.

Паралельно надходять зламани ПК кожні 360 ± 60 хв. (блок 11). Відбувається налаштування та виявлення несправностей 20 ± 2

хв. (блок 12), займається прилад «стенд налаштування», при чому пріоритет вищий, ніж коли надходить комплект ПК.

Далі відбувається налаштування та повторне встановлення ПЗ (блок 13) за 60 ± 10 хв., займається ресурс «установник та настройщик». Після чого ПК виходять з системи.

Модель процесу зборки ПК розроблена в системі Arena зображено на рис. 2.

Література

- [1] Krug W. Intelligentes Simulations - und Optimierungssystem für Prozesse der Fertigung, Organisation und Logistik ARENA/ISSOP. - Ghent.: SCS-EUROPE BVBA, 1997. - pp. 1-4.
- [2] Имитационное моделирование с Arena. Маклаков С. Электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.interface.ru/sysmod/ar1.htm>
- [3] W. Krug "Intelligentes Simulations – und Optimierungssystem für Prozesse der Fertigung/ Organisation und Logistik ARENA/ISSOP", 1997, 204с
- [4] Томашевский В., Жданова Е. Имитационное моделирование в среде GPSS. – М.:Бестселлер, 2003, с. 260-279.