

УДК 338

DOI: <https://doi.org/10.32782/2415-8801/2024-2.12>**Мельник Я.В.**

заступник начальника центру,
начальник науково-дослідного відділу розробки моделей операцій та бойових дій,
Національний університет оборони України

Кулинич І.І.

старший науковий співробітник наукового дослідного відділу
розробки моделей операцій та бойових дій,
Національний університет оборони України

Загородніх В.В.

старший науковий співробітник науково-дослідного відділу
розробки моделей операцій та бойових дій
центру імітаційного моделювання,
Національний університет оборони України

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА СИСТЕМИ ІМІТАЦІЙНОГО МОДЕЛЮВАННЯ GPSS

У статті дано загальну характеристику системи імітаційного моделювання GPSS. Зазначено про те, що система імітаційного моделювання GPSS (General Purpose Simulation System) є широко використовуваною мовою та середовищем для моделювання та аналізу складних систем. Система імітаційного моделювання GPSS World представляє сучасний та потужний інструмент для дослідження та аналізу різноманітних систем, зокрема в області систем масового обслуговування. Завдяки своїй історії розвитку від оригінальної GPSS до новітньої версії GPSS World, вона набула ряду покращень, що роблять її унікальною та високоефективною. Ця система володіє високим рівнем інтерактивності, великою функціональністю та здатністю моделювати як дискретні, так і неперервні процеси. Засоби візуалізації та анімації, вбудовані в систему, сприяють зручній спостереженню та аналізу результатів моделювання. Загалом, GPSS пропонує потужну, але легку в управлінні платформу для моделювання та аналізу складних систем, що робить її цінним інструментом для прийняття рішень, проектування систем та покращення процесів у різних областях застосування.

Ключові слова: система, аналіз, моделювання, імітація, GPSS World.

GENERAL CHARACTERISTICS OF THE GPSS SIMULATION SYSTEM

Melnyk Yaroslav, Kulynych Ihor, Zahorodnykh Vytalii

National Defence University of Ukraine

The article examines the general characteristics of the GPSS simulation modeling system. Researching the topic is relevant because it is essential for comprehending and effectively utilizing a fundamental tool in the realm of simulation modeling. GPSS (General Purpose Simulation System) has been a prominent simulation language and environment for several decades, serving as a key instrument for modeling and analyzing complex systems across various domains. It is noted that the GPSS World simulation system is a modern and powerful tool for research and analysis of various systems, in particular in the field of mass service systems. Through its development history from the original GPSS to the latest version GPSS World, it has acquired a number of improvements that make it unique and highly effective. This system has a high level of interactivity, extensive functionality and the ability to model both discrete and continuous processes. Visualization and animation tools built into the system facilitate convenient observation and analysis of simulation results. Exploring the general characteristics of GPSS is essential for several reasons. Investigating the fundamental characteristics of GPSS provides insights into its underlying principles, methodologies, and computational mechanisms. By comprehensively studying the features and capabilities of GPSS, researchers can identify opportunities for enhancing its performance, scalability, and usability. GPSS offers a range of modeling constructs, simulation controls, and statistical analysis tools. Exploring its general characteristics allows researchers to uncover the full spectrum of modeling capabilities and adapt them to diverse application scenarios. As simulation modeling evolves, GPSS continues to evolve alongside new methodologies, techniques, and technologies. Investigating its general characteristics facilitates

integration with advanced modeling approaches such as agent-based modeling, discrete-event simulation optimization, or hybrid simulation paradigms. Researching the general characteristics of GPSS contributes to educational initiatives in simulation modeling and operations research. It provides valuable content for instructional materials, textbooks, and courses aimed at introducing students to simulation concepts, programming languages, and best practices.

Key words: system, evaluation, modeling, simulation, GPSS World.

Постановка проблеми. Серед сучасних методів наукового пізнання великого визнання набуло моделювання, яке є ефективним інструментом для вивчення різних об'єктів, процесів і явищ. Дослідження в цьому напрямку є складними процесами, що включають розв'язання численних взаємопов'язаних задач. Однією з основних задач є розробка моделі, аналіз її властивостей, визначення загальних закономірностей та прийняття управлінських рішень.

Застосування комп'ютерного моделювання має широкий спектр застосувань та вимагає розробки різноманітних методів і програмних засобів для теорії моделювання.

Більшість технічних систем, включаючи обчислювальні системи та мережі, піддаються дослідженню за допомогою імітаційного моделювання, яке використовує ймовірнісні підходи. Цей метод передбачає розробку комп'ютерних моделей і проведення експериментів на них.

Вибір програмних засобів та мов імітаційного моделювання є ключовим фактором з точки зору інформаційних технологій. Сучасні програмні системи моделювання включають спеціалізовані інструменти, що дозволяють прискорити розробку імітаційних моделей, використовуючи можливості організації модельних експериментів на комп'ютері та враховуючи фактор реального часу.

Спеціалізовані програмні інструментарії моделювання поділяються на три групи відповідно до видів моделювання: дискретні, неперервні та комбіновані. Наприклад, система GPSS World є ефективним інструментом для моделювання обох типів процесів. Маючи широкий набір функцій та інтерфейс, ця система дозволяє реалізувати високоінтерактивні модельні експерименти та проводити аналіз.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Тематиці про загальну характеристику системи імітаційного моделювання GPSS були присвячені праці таких вчених як Богуш К.Ю., Богуш Ю.П., Шиян А.І. та інших.

Богуш К.Ю., Богуш Ю.П., Шиян А.І. розглядали методи та засоби моделювання телекомунікаційних систем та мереж за допомогою програмного середовища GPSS World.

Я.І. Соколовський, Ю.В. Шабатура, Я.І. Виклюк розглядали основні принципи моделювання систем у програмному середовищі GPSS World та надали методичні рекомендації щодо його використання.

В.Н. Томашевський розглядав основні принципи та методи імітаційного моделювання систем і процесів, а також їх застосування для аналізу та оптимізації різноманітних системних структур.

Постановка завдання. Метою дослідження є висвітлення та аналіз системи імітаційного моделювання GPSS.

Виклад основного матеріалу дослідження. GPSS World є універсальною системою імітаційного моделювання, призначеною для професіоналів у галузі моделювання.

Цей потужний інструмент розроблено компанією Minuteman Software (США). GPSS World включає в себе можливості як дискретного, так і неперервного комп'ютерного моделювання, володіє високим рівнем інтерактивності та візуального подання інформації.

Розробники системи прагнули до оперативного отримання достовірних результатів з мінімальними зусиллями. GPSS World відзначається ефективною візуалізацією процесу моделювання та вбудованими інструментами для статистичної обробки даних. Ця система базується на оригінальній системі комп'ютерного моделювання GPSS.

General Purpose Simulation System (GPSS) – це загальноцільова система моделювання, розроблена Джефрі Гордоном у 1961 році для ЕОМ IBM, з метою моделювання процесів в системах масового обслуговування (СМО). GPSS World є прямим наслідком розвитку мови моделювання GPSS/PC для операційної системи Windows і має розширені можливості, включаючи інтегроване середовище з роботою в Інтернеті [1].

Сильною стороною GPSS World є його велика прозорість для користувача. Прозорість означає, що створені імітаційні моделі залишаються цінними та ефективними протягом тривалого періоду часу. Однією з найбільш ефективних, але досить мало відомих переваг комп'ютерного імітаційного моделювання є можливість глибокого розуміння поведінки системи. Досвідчений фахівець у галузі моделювання може вивчати внутрішню динаміку системи в ключові моменти часу під час процесу моделювання.

Остання версія GPSS World 5.2.2. (2007 рік) включає в себе ефективні інструменти моделювання, спрямовані на задоволення потреб користувача.

Високоєфективний транслятор є складовою частиною програми GPSS World, яка формує об'єкти "Процес моделювання". Перед включен-

ням в об'єкт "Процес моделювання" всі оператори моделі проходять процес трансляції. Так само, інтерактивні оператори транслюються в глобальній області видимості, перш ніж їх передадуть до існуючого об'єкта "Процес моделювання" [2].

На рівні інтерфейсу GPSS World представляє собою реалізацію архітектури "документ-вид", що загальна для всіх додатків операційної системи Windows. Об'єкти можуть бути відкриті в кількох вікнах, змінені і збережені на постійних носіях інформації. Звичайне меню головного вікна і блокування недоступних команд меню, не відволікаючи увагу, направляє користувача до кінцевої мети. GPSS World був створений для досягнення тісної інтерактивності, навіть у багатозадачному середовищі із використанням віртуальної пам'яті.

Багаторівнева архітектура GPSS World дозволяє одночасно запускати кілька процесів моделювання та експериментів. Одночасно виконуються не лише оновлення вікон, введення інформації користувачем, дискові операції введення-виведення, друк і процес моделювання. Також може бути запущено будь-яку кількість процесів моделювання.

Процеси моделювання не обмежуються прямою фізичною пам'яттю, в якій виконується об'єкт "Процес моделювання". За допомогою механізму віртуальної пам'яті моделі можуть досягати розміру до гігабайта. Кількість об'єктів також обмежується лише розміром файлу підкачки [3]. Для досягнення оптимальної продуктивності, необхідно використовувати значний обсяг реальної пам'яті, а виділення та управління пам'яттю для об'єктів відбувається автоматично і невидимо для користувача. Об'єкти автоматично створюються, поки не буде потрібна додаткова інформація.

GPSS World обладнаний зовнішнім інтерфейсом, який здатний підтримувати анімаційні пакети, управління даними, і створювати фотореалістичні анімації. Для використання цього інтерфейсу необхідно налаштувати вихідний потік з даними, який відповідає вимогам анімаційного пакету від стороннього розробника.

GPSS World включає в себе набір PLUS-процедур динамічного виклику, які дають можливість викликати функції зовнішніх виконуваних файлів (exe-файлів). Це забезпечує оперативний обмін даними з анімаційними пакетами інших розробників [4].

Мова програмування PLUS є компактною, але дієвою процедурною мовою, яка включає 12 типів операторів та обширну бібліотеку процедур для математичних обчислень, обробки рядків і роботи з ймовірнісними розподілами. Підсистема PLUS

дає можливість реалізовувати аналітичні розрахунки і алгоритмізацію процесів.

В порівнянні з GPSS / PC, GPSS World використовує концепцію текстового об'єкта "Модель", який формується або модифікується перед трансляцією для створення об'єкта "Процес моделювання". Також, GPSS World впроваджує новий метод завантаження моделі, використовуючи повноекранний текстовий редактор та команду Create Simulation (Створити процес моделювання) [5].

У GPSS World не потрібно нумерації рядків, їх ігнорують, що підтримує високий рівень інтерактивності під час ручного моделювання. Також в системі зберігається висока інтерактивність під час використання PLUS-процедур та можливість використовувати команди GPSS для управління об'єктами та процесами моделювання [6]. Архітектура мультизадачності в GPSS World дозволяє оперативне оновлення вікон за допомогою черги повідомлень від процесу моделювання.

Висновки з проведеного дослідження. Таким чином, система імітаційного моделювання GPSS World представляє сучасний та потужний інструмент для дослідження та аналізу різноманітних систем, зокрема в області систем масового обслуговування. Завдяки своїй історії розвитку від оригінальної GPSS до новітньої версії GPSS World, вона набула ряду покращень, що роблять її унікальною та високоефективною.

Загальна характеристика GPSS World вказує на те, що ця система володіє високим рівнем інтерактивності, великою функціональністю та здатністю моделювати як дискретні, так і неперервні процеси. Засоби візуалізації та анімації, вбудовані в систему, сприяють зручній спостереженню та аналізу результатів моделювання.

Крім того, важливим елементом є висока прозорість для користувача, що дозволяє досвідченим фахівцям глибше розуміти внутрішню динаміку системи під час моделювання. Такий підхід забезпечує надійні та цінні результати на протязі тривалого періоду часу.

Окрім того, система GPSS World підтримує анімаційні пакети, взаємодіючи зовнішніми програмами для створення різноманітних візуальних ефектів. Вона також забезпечує можливість розширеного використання за допомогою PLUS-процедур та відзначається мультизадачністю, що сприяє одночасному виконанню різних етапів моделювання.

Отже, на основі вищевикладеного, можна визначити GPSS World як інноваційний інструмент для розробки та вивчення моделей різних систем, що дозволяє отримувати надійні та точні результати з меншими зусиллями.

Список використаних джерел:

1. Богущ К.Ю., Богущ Ю.П., Шиян А.І. GPSS World Моделювання телекомунікаційних систем та мереж. Посібник для дипломного проектування. ІСЗЗІ НТУУ КПІ. 2010.
2. Соколовський Я.І., Шабатура Ю.В., Вихлюк Я.І. Моделювання систем в середовищі GPSS World: навч. посіб. / за ред. В.В. Пасічника. Львів : «Новий Світ – 2000». 2020. 288 с.
3. GPSS/PC general purpose simulation. Reference Manual. Minuteman software. P.O. Box 171. Stow, Massachusetts 01775. 1986.
4. Томашевський В.Н. Імітаційне моделювання систем та процесів. Київ: ІСДО, «ВІПОЛ». 1994. 124 с.
5. Неруш В.Б., Курдеча В.В. Імітаційне моделювання систем та процесів: Електронне навчальне видання. Конспект лекцій. Київ : НН ІТС НТУУ «КПІ», 2012. 115 с.
6. Литвинов А.Л. Теорія систем масового обслуговування: навч. посібник. Харків. нац. ун-т міського господарства ім. О. М. Бекетова. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 141 с.

References:

1. Bogush K. Yu., Bogush Yu. P., Shiyani A. I. (2010) GPSS World Simulation of telecommunication systems and networks. Guide for diploma design. ICZZI NTUU KPI.
2. Sokolovskiy Ya. I., Shabatura Yu. V., Vyklyuk Ya. I. (200) Modeling of systems in the GPSS World environment: training. manual / edited by V. V. Pasichnika. Lviv: "New World – 2000", 288 p.
3. GPSS/PC general purpose simulation. Reference Manual. Minuteman software. P.O. Box 171. Stow, Massachusetts 01775. (1986).
4. Tomashevskiy V. N. (1994) Simulation modeling of systems and processes. Kyiv: ISDO, "VIPOL", 124 p.
5. Nerush V. B., Kurdecha V. V. (2012) Simulation modeling of systems and processes: Electronic educational edition. Synopsis of lectures. Kyiv: NN ITS NTUU "KPI", 115 p.
6. Lytvynov A. L. (2018) Theory of mass service systems: teaching. manual. Kharkiv. national University of Urban Economy named after O. M. Beketov. Kharkiv: XNUMX named after O. M. Beketov, 141 p.

E-mail: alyonaivzhenko@gmail.com