



ЕКОНОМІКА ФІНАНСИ МЕНЕДЖМЕНТ

АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ НАУКИ І ПРАКТИКИ

ЕКОНОМІКА. ФІНАНСИ. МЕНЕДЖМЕНТ: АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ НАУКИ І ПРАКТИКИ





ЕФМ

**"ЕКОНОМІКА. ФІНАНСИ. МЕНЕДЖМЕНТ:
актуальні питання науки і практики"**

**"ECONOMY. FINANCES. MANAGEMENT:
Topical issues of science and practical activity"**

Всеукраїнський науково-виробничий журнал

"ЕКОНОМІКА. ФІНАНСИ. МЕНЕДЖМЕНТ: актуальні питання науки і практики"

Всеукраїнський науково-виробничий журнал

ЕФМ

3' 2018 (31)

Заснований у 1997 році під назвою "Вісник Вінницького державного сільськогосподарського інституту". У 2010 – 2014 роках виходив під назвою "Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету"
З 2015 року "Економіка. Фінанси. Менеджмент:
актуальні питання науки і практики"

Свідоцтво про державну реєстрацію
засобів масової інформації №21154-10954ПР від 31.12.2014 р.

Засновник

Вінницький національний аграрний університет

Редакційна колегія:

Головний редактор

доктор економічних наук, професор, академік НААН Калетнік Г.М.

Заступник головного редактора

кандидат економічних наук Кіреєва Е.А.

Члени редакційної колегії:

*доктор юридичних наук, професор Авдійський В.І. (Росія);
доктор, професор Белік П. (Словаччина); доктор економічних наук,
професор Буреннікова Н.В.; доктор економічних наук, доцент Вдовенко Л.О.;
кандидат економічних наук, доцент Гончарук І.В.; кандидат економічних наук, доцент
Гончарук Т.В.; доктор економічних наук, професор Горська О. (Словаччина);
доктор економічних наук, професор Гуцаленко А.В.;
доктор, професор Данн Дж. В. (США); доктор економічних наук,
професор, академік НААН Дем'яненко М.Я.; доктор економічних наук, професор,
академік НААН Жук В.М.; доктор економічних наук, професор,
академік НААН Кваша С.М.; доктор економічних наук, член-кореспондент НААН
Кириленко І.Г.; доктор економічних наук, професор Коляденко С.В.; доктор економічних
наук, професор Клепауці Б. (Польща); доктор економічних наук, професор Мазур А.Г.;
доктор економічних наук, професор, академік НААН Малік М.Й.; доктор економічних наук,
професор Масленнікова Н.П. (Росія); доктор юридичних наук, доцент Мельничук О.Ф.;
кандидат економічних наук, доцент Мулик Т.О.; доктор економічних наук, професор,
академік НААН Панасюк Б.Я.; доктор економічних наук, доцент Польова О.Л.;
доктор економічних наук, професор Прутська О.О.; доктор економічних наук,
професор Свиноус І.В.; доктор економічних наук, професор, академік НААН
Сичевський М.П.; кандидат економічних наук, доцент Томчук О.В.; доктор економічних
наук, доцент Ціхановська В.М.; кандидат економічних наук, доцент Шаманська О.І.;
доктор економічних наук, професор Шпикуляк О.Г.; доктор економічних наук, професор,
академік НААН Шпичак О.М.; кандидат економічних наук, доцент Янчук Г.В.*

Адреса редакції: **21008, Вінниця, вул. Сонячна, 3, тел. 52 - 07 - 37**
Сайт журналу: <http://efm.vsau.org/>, Електронна адреса: efm@vsau.vin.ua

Відповідальний секретар редакції, кандидат сільськогосподарських наук,
доцент – **Янчук В.І.**,
літературний редактор-коректор і переклад іноземною мовою – **Хомяковська Т.О.**,
технічний секретар і оператор комп'ютерного набору – **Пришляк Н.В.**

©Вінницький національний аграрний університет, 2018

"ECONOMY. FINANCES. MANAGEMENT:

Topical issues of science and practical activity"

Ukrainian Scientific and Production Journal



3' 2018 (31)

Founded in 1997 under the name "Herald of Vinnitsa State Agricultural Institute".

In 2010 - 2014 years was published under the name of "Collected Works of Vinnytsia National Agrarian University".

Since 2015 "Economy. Finances. Management: topical issues of science and practical activity".

Certificate of registration of mass media №21154-10954 PR from 31.12.2014

Founder:

Vinnytsia National Agrarian University

Editorial Board:

Chief editor

Doctor of Economic Sciences, professor, academician of NAAS of Ukraine **Kaletnik H.**

Assistant chief editor

Candidate of Economic Sciences **Kirieieva E.**

Editorial Staff Members:

Doctor in law, professor **Avdiyskyi V. (Russia)**; Doctor, professor **Belik P. (Slovakia)**; Doctor of Economic Sciences, professor **Buriennikova N.**; Doctor of Economic Sciences, associate professor **Vdovenko L.**; Candidate of Economic Sciences, associate professor **Honcharuk I.**; Candidate of Economic Sciences, associate professor **Honcharuk T.**; Doctor of Economic Sciences, professor **Horska E. (Slovakia)**; Doctor of Economic Sciences, professor **Hutsalenko L.**; Doctor, professor **Dann J.V. (USA)**; Doctor of Economic Sciences, professor, academician of NAAS of Ukraine **Demianenko M.**; Doctor of Economic Sciences, professor, academician of NAAS of Ukraine **Zhuk V.**; Doctor of Economic Sciences, professor, academician of NAAS of Ukraine **Kvasha S.**; Doctor of Economic Sciences, corresponding member of NAAS of Ukraine **Kyrylenko I.**; Doctor of Economic Sciences, professor **Koliadenko S.**; Doctor of Economic Sciences, professor **Klepatski B. (Poland)**; Doctor of Economic Sciences, professor **Mazur A.**; Doctor of Economic Sciences, professor, academician of NAAS of Ukraine **Malik M.**; Doctor of Economic Sciences, professor **Maslennikova N. (Russia)**; Doctor in Law, associate professor **Melnychuk O.**; Candidate of Economic Sciences, associate professor **Mulyk T.**; Doctor of Economic Sciences, professor, academician of NAAS of Ukraine **Panasiuk B.**; Doctor of Economic Sciences, associate professor **Polyova O.**; Doctor of Economic Sciences, professor **Prutska O.**; Doctor of Economic Sciences, professor **Svynous I.**; Doctor of Economic Sciences, professor, academician of NAAS of Ukraine **Sychevskiy M.**; Candidate of Economic Sciences, associate professor **Tomchuk O.**; Doctor of Economic Sciences, associate professor **Tsikhhanovska V.**; Candidate of Economic Sciences, associate professor **Shamanska O.**; Doctor of Economic Sciences, professor **Shpykuliak O.**; Doctor of Economic Sciences, professor, academician of NAAS of Ukraine **Shpychak O.**; Candidate of Economic Sciences, associate professor **Yanchuk H.**

Address of editorial office: **21008, 3. Sonyachna Str, Vinnytsia, 52 - 07 - 37,**

Web site: <http://efm.vsau.org/>, e-mail: efm@vsau.vin.ua

Editor secretary - Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor - **Yanchuk V.**,
language corrector, translator – **Khomyakovska T.**,
technical secretary and computer operator – **Pryshliak N.**

©Vinnytsia National Agrarian University, 2018

ЗМІСТ

РОЗВИТОК ПРОДУКТИВНИХ СИЛ І ВИРОБНИЧИХ ВІДНОСИН

A. MAZUR, O. KUBAI. SPATIAL ORGANIZATION OF REGIONAL ECONOMIC DEVELOPMENT	7
І.В. ГОНЧАРУК, В.І. СТАРОСУД, Т.О. МУЛИК. ФІНАНСОВІ РЕЗУЛЬТАТИ СІЛЬСЬКО-ГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ: МЕХАНІЗМ ФОРМУВАННЯ ТА АНАЛІТИЧНА ОЦІНКА (НА ПРИКЛАДІ ЯЛТУШКІВСЬКОЇ ДОСЛІДНО-СЕЛЕКЦІЙНОЇ СТАНЦІЇ ІБК І ЦБ НААН УКРАЇНИ)	18
ІННОВАЦІЙНА ТА ІНВЕСТИЦІЙНА ДІЯЛЬНІСТЬ Ю.В. СТАВСЬКА. ОСОБЛИВОСТІ ТА ЗМІСТ ІННОВАЦІЙ У СФЕРІ ГОСТИННОСТІ	35
МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ О.І. ПІДГУРСЬКИЙ. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ІМІТАЦІЙНОГО ТА МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СУПЕРПОЗИЦІЇ ПУАССОНІВСЬКОГО ТА РЕГУЛЯРНОГО ПОТОКІВ ТРАНЗАКЦІЙ	47
ІНСТИТУЦІЙНІ ПРОБЛЕМИ ЕКОНОМІКИ, ФІНАНСІВ, МЕНЕДЖМЕНТУ ТА ПРАВА О.Д. ШЕВЧУК. РАХУНКОВА ПАЛАТА УКРАЇНИ: НАБЛИЖЕННЯ ДО ВИМОГ МІЖНАРОДНИХ СТАНДАРТІВ	61
ФІНАНСОВО-КРЕДИТНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ І ПОДАТКОВА ПОЛІТИКА Ю.В. ДОВГАНЬ. АНАЛІЗ ФІНАНСОВОГО СТАНУ ЯК КЛЮЧОВИЙ ЕТАП ОЦІНКИ РІВНЯ ІНВЕСТИЦІЙНОЇ ПРИВАБЛИВОСТІ ПІДПРИЄМСТВА	76
БУХГАЛТЕРСЬКИЙ ОБЛІК, АНАЛІЗ ТА АУДИТ О.В. ТОМЧУК, В.Ю. ФАБІЯНСЬКА. ПОНЯТТЯ БІОМАСИ ЯК ОСОБЛИВОГО ОБ'ЄКТА ОБЛІКУ	91
Я.П. ІЩЕНКО, О.О. ЛЮБАР. ВИКОРИСТАННЯ ЗЕМЕЛЬ НА УМОВАХ ЕМФІТЕВЗИСУ: ПРАВОВИЙ ТА ОБЛІКОВИЙ АСПЕКТИ	103
І.М. ЛЕПЕТАН, Н.Г. ЗДИРКО. СТАТИСТИЧНА ЗВІТНІСТЬ ЯК ДЖЕРЕЛО ІНФОРМАЦІЙНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИРОЩУВАННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР В УКРАЇНІ	115
Т.Ф. ПЛАХТІЙ. ПОДАТКОВА ЗНИЖКА З ПОДАТКУ НА ДОХОДИ ФІЗИЧНИХ ОСІБ: ПОРЯДОК ЗАСТОСУВАННЯ ТА ДОКУМЕНТАЛЬНЕ ПІДТВЕРДЖЕННЯ	125
ДИСКУСІЇ К.І. ЛЕВЧУК. СТВОРЕННЯ І РОЗВИТОК ФЕРМЕРСЬКИХ ГОСПОДАРСТВ ВІННИЦЬКОЇ ОБЛАСТІ (1991-1992 РОКИ)	144
ДУМКА МОЛОДОГО ВЧЕНОГО К.В. БУРКО. ЗАВДАННЯ БУХГАЛТЕРСЬКОГО ОБЛІКУ В УМОВАХ РЕАЛІЗАЦІЇ СТРАТЕГІЧНИХ ЦІЛЕЙ ДЕРЖАВНОЇ ПОЛІТИКИ РЕГУЛЮВАННЯ ЗЕМЕЛЬНИХ ВІДНОСИН	153

Журнал внесено в оновлений перелік наукових фахових видань України з економічних наук під назвою **"ЕКОНОМІКА. ФІНАНСИ. МЕНЕДЖМЕНТ: актуальні питання науки і практики"** (підстава: Наказ Міністерства освіти і науки України 21.12.2015 №1328).

Включений до міжнародних наукометричних баз і каталогів наукових праць:
Національної бібліотеки ім. В.І. Вернадського, Україна, сайт: <http://nbuv.gov.ua>
Google Академія, сайт: <http://scholar.google.com.ua>

Матеріали друкуються українською, англійською і російською мовами.

Номер схвалено і рекомендовано до друку рішенням Вченої ради Вінницького національного аграрного університету, протокол № 11 від 12 квітня 2018 р.

Усі права застережені. Тексти статей, таблиці, графічний матеріал, формули захищені законом про авторські права. Передрук і переклад статей дозволяється за згодою авторів. Відповідальність за зміст публікацій і достовірність наведених в них даних та іншої інформації, несуть автори статей. Висловлені у надрукованих статтях думки можуть не збігатися з точкою зору редакційної колегії і не покладають на неї ніяких зобов'язань.

Підписано до друку 12 квітня 2018 року

Формат 60x84/8. Папір офсетний.

Друк офсетний. Ум. друк. арк. 15,0

Тираж 100.

Зам № 246

Віддруковано у
Вінницькому національному аграрному університеті
м. Вінниця, вул. Сонячна, 3, 21008.

Свідоцтво про внесення до державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції ДК № 5009 від 10.11.2015

CONTENTS

DEVELOPMENT OF PRODUCTIVE FORCES AND PRODUCTION RELATIONS

A. MAZUR, O. KUBAI. SPATIAL ORGANIZATION OF REGIONAL ECONOMIC DEVELOPMENT 7

I. HONCHARUK, V. STAROSUD, T. MULYK. FINANCIAL RESULTS OF AGRICULTURAL ENTERPRISES: THE MECHANISM OF FORMATION AND ANALYTICAL ASSESSMENT (ON THE EXAMPLE OF YALTUSHKIV EXPERIMENTAL BREEDING STATION OF THE INSTITUTE OF BIOENERGY CROPS AND SUGAR BEETS OF THE NATIONAL ACADEMY OF AGRARIAN SCIENCES OF UKRAINE) 18

INNOVATIONS AND INVESTMENT ACTIVITIES

Y. STAVSKA. THE FEATURES AND CONTENT OF HOSPITALITY INNOVATION 35

MATHEMATICAL METHODS, MODELS AND INFORMATION TECHNOLOGIES IN ECONOMICS

O. PIDHURSKYI. COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RESULTS OF SIMULATION AND MATHEMATICAL MODELING OF SUPERPOSITION OF POISSON AND REGULAR FLOW OF TRANSACTIONS 47

INSTITUTIONAL ISSUES OF ECONOMICS, FINANCE, MANAGEMENT AND LAW

O. SHEVCHUK. ACCOUNTING CHAMBER OF UKRAINE: APPROXIMATION TO THE REQUIREMENTS OF INTERNATIONAL STANDARDS 61

FINANCIAL AND CREDIT SUPPORT AND TAX POLICY

Y. DOVHAN. ANALYSIS OF THE FINANCIAL POSITION AS A KEY STAGE IN ASSESSING THE LEVEL OF INVESTMENT ATTRACTIVENESS OF THE ENTERPRISE 76

ACCOUNTING, ANALYSIS AND AUDIT

O. TOMCHUK, V. FABIYANSKA. CONCEPT OF BIOMASS AS A SPECIAL OBJECT OF ACCOUNTING 91

Y. ISHCHENKO, O. LIUBAR. USE OF LAND UNDER CONDITIONS OF EMPHYTEUSIS: LEGAL AND ACCOUNTING ASPECTS 103

I. LEPETAN, N. ZDYRKO. STATISTICAL REPORTING AS A SOURCE OF INFORMATION SUPPORT FOR GROWING ENERGY CROPS IN UKRAINE 115

T. PLAKHTII. TAX ABATEMENT ON PERSONAL INCOME TAX: APPLICATION PROCEDURE AND DOCUMENTARY ASSIGNMENT 125

DISCUSSION

K. LEVCHUK. ESTABLISHMENT AND DEVELOPMENT OF FARMS OF VINNYTSIA REGION (1991-1992) 144

VIEWPOINT OF A YOUNG SCIENTIST

K. BURKO. ACCOUNTING TASKS IN TERMS OF REALIZATION OF STRATEGIC OBJECTIVES OF STATE POLICY ON LAND RELATIONS REGULATIONS 153

The journal is entered on an updated list of scientific professional editions of Ukraine on economic sciences called "**Economy. Finances. Management: actual issues of science and practical activity**" (Resolution of Ministry of Education and Science of Ukraine №1328 from 21.12.2015).

Included with the international scientometric databases and directories of scientific publications:
The National Library V.I. Vernadsky, Ukraine , site: <http://nbuv.gov.ua>
Google Scholar website : <http://scholar.google.com.ua>

Materials are published in Ukrainian, English and Russian Languages.

Issue is approved and recommended to publish at the decision of the Academic Council of Vinnitsia National Agrarian University, Act № 11 from 12 April 2018

All rights are reserved. The texts of articles, tables, graphics, formulas are reserved by copyright. Reproduction and translation of articles are permitted with the consent of the authors. The authors of the articles are responsible for the content and accuracy of publications, presented data and other information. The views expressed in the articles do not necessarily reflect the views of the editorial board and do not impose any obligation on it.

Signed for printing 12 April 2018
Format 60x84 / 8. Offset paper.
Offset Printing. pp. 15,0
Circulation 100.
№ 246

Published by Vinnitsia National Agrarian University
21008, Vinnitsia, 3 Soniachna str.
Subject of publishing activity license
SK №5009 from 10.11.2015

**Тематична спрямованість
Всеукраїнського науково-виробничого журналу
"ЕКОНОМІКА. ФІНАНСИ. МЕНЕДЖМЕНТ:
актуальні питання науки і практики"**

наукові та виробничі аспекти економічної та фінансової діяльності
суб'єктів в агропромисловій сфері та суміжних галузях,
соціально-економічного розвитку села

Шановні автори публікацій!

Статті мають бути оформлені згідно нормативів МОН України і вимог журналу (вимоги розміщені на сайті журналу: <http://efm.vsau.org/>), прохання надсилати на електронну адресу: efm@vsau.vin.ua

**До друку приймаються статті українською, російською,
англійською мовами, за такими рубриками:**

- ❖ Сторінка головного редактора
- ❖ Теорія та історія економічної думки
- ❖ Розвиток продуктивних сил і виробничих відносин
- ❖ Економіка та ефективність виробничо-господарської діяльності
- ❖ Економіка природокористування і охорони навколишнього середовища
- ❖ Демографія, економіка праці, соціальна економіка і політика
- ❖ Інноваційна та інвестиційна діяльність
- ❖ Проблеми економічної і соціальної політики
- ❖ Бізнес і підприємництво.
- ❖ Ринок. Ціноутворення. Інфраструктура
- ❖ Логістика і транспорт
- ❖ Менеджмент та маркетинг
- ❖ Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці
- ❖ Соціальна сфера. Розвиток територій
- ❖ Світова економіка та зовнішньоекономічна діяльність
- ❖ Інституційні проблеми економіки, фінансів, менеджменту та права
- ❖ Практичні аспекти розвитку виробничих систем і соціуму
- ❖ Фінансово-кредитне забезпечення і податкова політика
- ❖ Бухгалтерський облік, аналіз та аудит
- ❖ Дискусії
- ❖ Думка молодого вченого
- ❖ Апробація економічних досліджень
- ❖ Новини економіки, фінансів і менеджменту
- ❖ Новини законодавства
- ❖ Видання з актуальних проблем економіки, фінансів і менеджменту
- ❖ Вітальні проєкти
- ❖ Повідомлення
- ❖ Наші дописувачі

■ МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІ

УДК 681.518.3

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ РЕЗУЛЬТАТІВ ІМІТАЦІЙНОГО ТА МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СУПЕРПОЗИЦІЇ ПУАССОНІВСЬКОГО ТА РЕГУЛЯРНОГО ПОТОКІВ ТРАНЗАКЦІЙ[©]

О.І. ПІДГУРСЬКИЙ,
*кандидат технічних наук, доцент,
доцент кафедри моделювання та
інформаційних технологій в економіці,
Вінницький національний
аграрний університет
(м. Вінниця)*

У роботі розроблені та випробувані дві імітаційні моделі неоднорідного гібридного потоку транзакцій, що є результатом суперпозиції пуассонівського та регулярного потоків. Одна з моделей відтворює процеси незалежної генерації двох потоків транзакцій (пуассонівського та регулярного) з наступною їх суперпозицією. Інша імітаційна модель використовує математичну модель суперпозиції пуассонівського та регулярного потоків транзакцій для створення на її основі генератора псевдовипадкових чисел, що визначає проміжки часу між транзакціями гібридного потоку. Проведено порівняльний аналіз результатів експериментів з імітаційними та математичною моделями гібридних потоків.

Ключові слова: потоки транзакцій, суперпозиція потоків, математичні моделі, імітаційні моделі, адекватність моделі, закони розподілу ймовірностей.

Табл. 7. Рис. 6. Літ. 6.

Постановка проблеми. Суттєвою складовою процесів дослідження логістичних систем є моделювання (симуляція) потоків транзакцій, що описують стохастичні інформаційні, матеріальні, фінансові та людські потоки. Такі потоки мають складний гібридний характер, тому що в багатьох випадках є результатом суперпозиції неоднорідних за своєю природою потоків.

Моделювання гібридних потоків надає можливість знаходити оптимальні рішення при побудові логістичної інфраструктури, що підвищує ефективність функціонування систем у цілому. Сучасні інструменти дослідження складних систем дозволяють створювати для цього математичні та імітаційні моделі.

Математичне моделювання є потужним інструментом дослідження суперпозиції потоків у логістичних системах, який дозволяє відносно швидко, недорого і, в окремих випадках, досить точно отримати бажаний результат. Але побудова математичної моделі гібридних потоків у логістичній системі досить часто передбачає цілий комплекс обмежень та припущень щодо їх природи, серед яких можуть бути і такі, що досить суттєво впливають на адекватність результатів такого

моделювання. Тому, незважаючи на усі переваги інструменту математичного моделювання, його слід застосовувати у поєднанні з імітаційним моделюванням потоків, що не вимагає суттєвих обмежень та припущень щодо досліджуваних стохастичних процесів.

Імітаційне моделювання потоків транзакцій доцільно використовувати також і з метою перевірки адекватності математичних моделей таких потоків. Це стає особливо важливим, коли для симуляції потоків транзакцій використовуються програмні генератори псевдовипадкових чисел, які побудовані на основі математичних моделей таких потоків. У цьому випадку для ґрунтовного аналізу досліджуваних стохастичних процесів потрібно створювати не одну імітаційну модель, а дві. Одна з них має відтворювати природній процес формування окремих потоків транзакцій з наступною їх суперпозицією. Інша ж має, на основі математичної моделі гібридного потоку транзакцій, відразу симулювати даний потік. Такий підхід забезпечує можливість порівняльного аналізу результатів математичного та імітаційного моделювання, дозволяє провести перевірку адекватності моделей і зробити висновок про їх спроможність відображати досліджувані процеси. Тому проблема всебічного дослідження гібридних потоків транзакцій у логістичних системах є досить актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Імітаційне моделювання потоків випадкових подій активно використовується науковцями при дослідженні складних систем, в тому числі і логістичних. Результати проведених досліджень викладені в роботах таких авторів, як Буреннікова Н.В. [7], Приставка О.П. [1], Сакунова І.С. [2], Поночовний Ю.Л. [3], Івасюк А.О., Харченко В.В. [4].

У роботі [1] досліджується модель системи інформаційного забезпечення з регулярним потоком вимог з абсолютним пріоритетом та пуассонівським потоком вимог без пріоритету, що шляхом суперпозиції утворюють сумарний гібридний потік. При цьому автори справедливо констатують, що гібридний потік не є марковським. Цей факт викликає ускладнення у процесах дослідження системи у цілому. Тому для спрощення задачі було застосовано метод вкладених ланцюгів Маркова, використання якого призвело до накладання обмежень на умови створення моделі. Так автори обмежились розглядом гібридного потоку у межах спеціально обраних дискретних моментів часу, в яких стан потоку утворює однорідний ланцюг Маркова. Такі моменти визначаються проміжками часу між надходженнями вимог регулярного потоку. При цьому автори погоджуються з тим, що такий перехід від реального процесу до імітованого призводить до деякої неточності результатів.

У роботі [2] автор при дослідженні матеріальних та інформаційних потоків логістичних систем також застосовує апарат теорії процесів Маркова. При цьому, описуючи модель у вигляді багатовимірного стохастичного процесу, автор формалізує її деяким багатовимірним ланцюгом Маркова. Далі, завдяки досить широким припущенням, багатовимірний ланцюг Маркова перетворюється на ланцюг, який має властивість так званої умовної незалежності компонент. Таке перетворення і використовується автором для обґрунтування принципової можливості побудови моделі логістичної системи.

У роботі [3] представлено імітаційну модель потоків зловмисних впливів на деяку інформаційну систему. На основі статистичних даних автори вирішують задачу визначення закону і параметрів розподілу проміжків часу між подіями таких потоків.

Для цього було застосовано математичний апарат аналізу Вейбулла, який дозволив авторам визначити необхідний закон розподілу у вигляді “Gumbel–“ (або низького розподілу Гумбеля). Далі, використовуючи стандартний генератор псевдовипадкових чисел та застосовуючи метод зворотних функцій, дослідники створили необхідний генератор для симуляції потоків зловмисних впливів на інформаційну систему.

У роботі [4] за допомогою імітаційного моделювання автори визначають оптимальну кількість інформаційних потоків між об’єктами структури аграрного формування. При генерації потоків в імітаційній моделі дослідники, посилаючись на центральну граничну теорему теорії ймовірностей, використовували багатовимірний нормальний закон розподілу.

Проте огляд останніх публікацій стосовно симуляції потоків випадкових подій дозволяє стверджувати, що питання імітаційного та математичного моделювання процесів суперпозиції пуассонівського потоку та потоку з довільним законом розподілу ймовірностей вивчені не досить докладно. Крім того, новостворені моделі (як імітаційні, так і математичні) потребують всебічного вивчення та аналізу з метою визначення ступеня їх адекватності, а, значить, і придатності для опису процесів функціонування реальних систем. Зокрема викликає інтерес порівняльний аналіз результатів імітаційного та математичного моделювання суперпозиції пуассонівського та регулярного потоку транзакцій. Подібність результатів такого аналізу дозволить сформулювати оціночні судження про придатність імітаційних та математичних моделей адекватно відображати досліджувані процеси.

Формулювання цілей статті. Проведення порівняльного аналізу результатів імітаційного та математичного моделювання суперпозиції пуассонівського та регулярного потоків транзакцій в логістичних системах.

Виклад основного матеріалу дослідження. Гібридний потік транзакцій в логістичній системі формується в результаті суперпозиції двох потоків: пуассонівського (з параметром λ) та регулярного (з параметром b). Необхідно створити дві імітаційні моделі гібридного потоку та експериментально їх випробувати. Одна з моделей має відтворювати процеси незалежної генерації двох потоків транзакцій з наступною їх суперпозицією (в подальшому Модель 1). Інша імітаційна модель має використовувати розроблену раніше математичну модель суперпозиції пуассонівського та регулярного потоків транзакцій [5] для створення на її основі генератора псевдовипадкових чисел, що має визначати проміжки часу між транзакціями гібридного потоку (в подальшому Модель 2). Після експериментів з обома імітаційними та математичною моделями досліджуваних гібридних потоків необхідно провести порівняльний аналіз отриманих результатів з метою перевірки адекватності моделей.

Для створення імітаційних моделей потоків транзакцій використаємо відкритий 32-розрядний компілятор FreeBasic, що вільно поширюється серед розробників програмного забезпечення.

У процесі симуляції потоків при кожній реалізації моделей генерувались 50000 транзакцій. Для експериментів з даними моделями конкретні одиниці виміру часу не мають жодного значення. Тому при генерації потоків транзакцій використовувалась деяка абстрактна часова одиниця.

Модель 1 та Модель 2 по черзі симулювали потоки з трьома парами параметрів: 1) $\lambda=1, b=1$; 2) $\lambda=0,5, b=1$; 3) $\lambda=2, b=1$.

Величина λ є інтенсивністю пуассонівського потоку транзакцій, а величина b задає проміжки часу між транзакціями регулярного потоку. Значення $b=1$ було прийнято для зручності подальших розрахунків за виразами математичної моделі. Також це значення зручне для співвідношення інтенсивностей регулярного та пуассонівського потоків, оскільки при $b=1$ інтенсивність регулярного потоку транзакцій теж дорівнює 1.

Задані пари параметрів дають можливість дослідити поведінку моделей при різних співвідношеннях інтенсивностей регулярного та пуассонівського потоків, а саме: при рівних інтенсивностях потоків (пара 1) та при вдвічі переважаючих інтенсивностях регулярного (пара 2) або пуассонівського (пара 3) потоків.

Обидві імітаційні моделі призначені для генерації проміжків часу між транзакціями, а також для визначення статистичних характеристик цієї випадкової величини. До таких характеристик належать оцінки математичного сподівання, дисперсії, а також коефіцієнтів варіації, асиметрії та ексцесу [6]. Крім того, для побудови гістограм у моделях визначається розподіл кількості транзакцій за частковими інтервалами. Оскільки регулярна складова гібридного потоку обмежує максимальну тривалість проміжків часу між транзакціями значенням b , то на часткові інтервали поділяється саме це значення.

З метою мінімізації випадкових впливів із кожною моделлю і для усіх зазначених пар параметрів були проведені по 3 експерименти, результати яких потім були усереднені.

Фрагменти програмних кодів алгоритмів функціонування імітаційної Моделі 1 та Моделі 2 показані на рис. 1 та рис. 2 відповідно. Фрагмент коду збору, накопичення та обробки статистичних даних зображений на рис. 3.

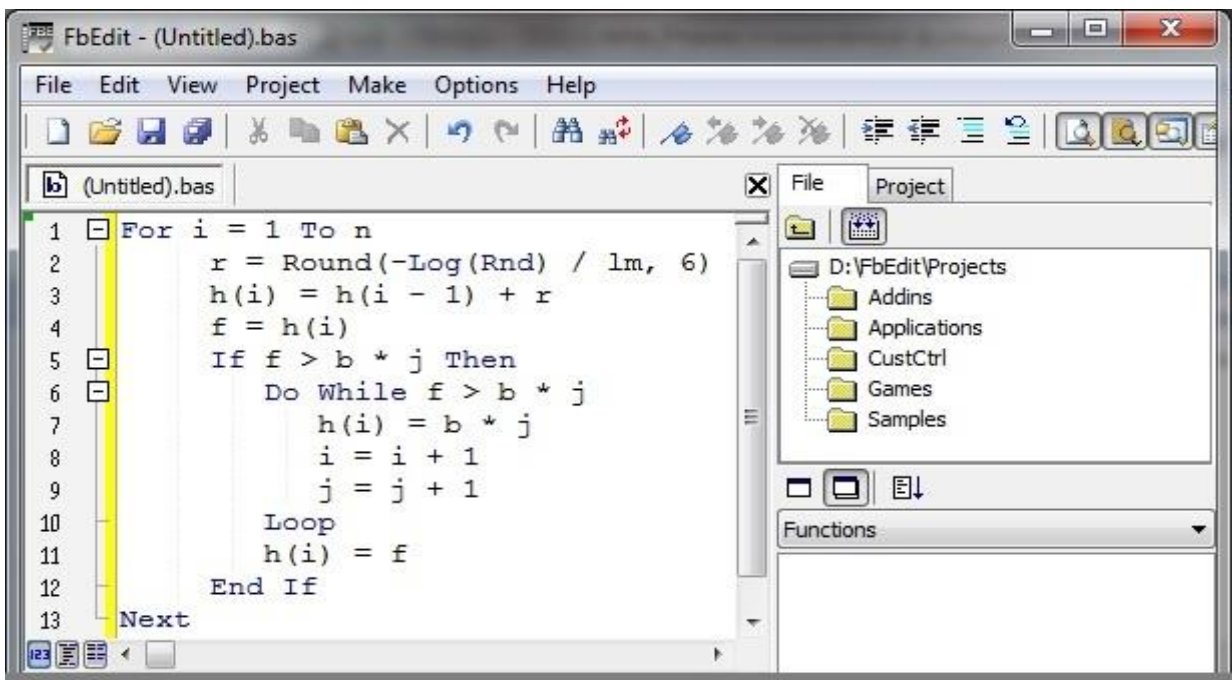


Рис. 1. Фрагмент програмного коду алгоритму функціонування Моделі 1

Джерело: власна розробка автора

```

1  p = (Exp(-lm * b)) / (1 + lm * b)
2  For i = 1 To n
3      eps = 1: b1 = b / 2: kr = b / 2: r = Rnd
4      If r <= 1 - p Then
5          Do While eps >= 0.001
6              ft = 1 - Exp(-lm * b1) + (lm * b1 * Exp(-lm * b1)) / (1 + lm * b)
7              kr = kr / 2
8              If ft >= r Then
9                  b1 = b1 - kr
10             Else
11                 b1 = b1 + kr
12             End If
13             eps = Abs(ft - r)
14         Loop
15     Else
16         b1 = b
17     End If
18 Next
    
```

Рис. 2. Фрагмент програмного коду алгоритму функціонування Моделі 2
Джерело: власна розробка автора

```

1  For i = 1 To n - 1
2  For j = 1 To n - i
3      If a(j) > a(j + 1) Then c = a(j): a(j) = a(j + 1): a(j + 1) = c
4  Next
5  Next
6  h = 1 / k
7  For i = 0 To k
8      g(i) = i * h: l(i) = 0
9  Next
10 j = 1
11 For i = 1 To n
12     If a(i) <= g(j) Then
13         l(j) = l(j) + 1
14     Else
15         If j < k Then j = j + 1: i = i - 1
16     End If
17 Next
18 a1 = Round(s1 / n, 6)
19 For i = 1 To n
20     s2 = s2 + (a(i) - a1) ^ 2
21     s3 = s3 + (a(i) - a1) ^ 3
22     s4 = s4 + (a(i) - a1) ^ 4
23 Next
24 a2 = Round(s2 / (n - 1), 6)
25 sg = Round(Sqr(a2), 6)
26 kv = Round(sg / a1, 6)
27 a3 = Round(s3 / ((n - 1) * sg ^ 3), 6)
28 a4 = Round(s4 / ((n - 1) * sg ^ 4) - 3, 6)
    
```

Рис. 3. Фрагмент коду збору, накопичення та обробки статистичних даних
Джерело: власна розробка автора

Розглянемо результати експериментів з імітаційними Моделлю 1 та Моделлю 2. Після 3-х реалізацій моделі при першій парі параметрів $\lambda=1$, $b=1$ усереднені результати експериментів з моделями мають такий вигляд.

Таблиця 1

Розподіл транзакцій по часткових інтервалах

Номер часткового інтервалу	Нижня межа інтервалу	Верхня межа інтервалу	Абсолютна кількість транзакцій в інтервалі		Відносна кількість транзакцій в інтервалі	
			Модель 1	Модель 2	Модель 1	Модель 2
1	2	3	4	5	6	7
1	0,0	0,1	7012	7025	0,14024	0,14082
2	0,1	0,2	6187	6230	0,12374	0,12536
3	0,2	0,3	5319	5429	0,10638	0,10750
4	0,3	0,4	4624	4689	0,09248	0,09378
5	0,4	0,5	4051	3973	0,08102	0,07946
6	0,5	0,6	3516	3506	0,07032	0,07012
7	0,6	0,7	3039	3082	0,06078	0,06164
8	0,7	0,8	2673	2662	0,05346	0,05324
9	0,8	0,9	2279	2283	0,04558	0,04566
10	0,9	1,0	11300	11121	0,22600	0,22242

Джерело: власна розробка автора

У таблиці 1 знаходяться дані для побудови гістограми розподілу транзакцій по часткових інтервалах. Слід зауважити, що величини відносної кількості транзакцій в інтервалі (колонки 6 та 7) отримані шляхом операції ділення значень із колонок 4 та 5 на загальну кількість згенерованих транзакцій (50000). Ці величини характеризують оцінки ймовірності того, що проміжки часу між транзакціями гібридного потоку будуть належати до i -го часткового інтервалу. Позначимо ці величини відповідно P_{1i}^* та P_{2i}^* і зазначимо, що дані оцінки мають апостеріорний характер.

Для порівняння результатів імітаційного та математичного моделювання проведемо тепер розрахунки апріорної ймовірності за допомогою функції розподілу $F(t)$, яка є основою математичної моделі суперпозиції пуассонівського та регулярного потоків транзакцій [5].

$$F(t) = \begin{cases} 0, & t < 0, \\ 1 - e^{-\lambda t} + \frac{\lambda t e^{-\lambda t} + H(t-b)e^{-\lambda b}}{1 + \lambda b}, & 0 \leq t \leq b, \\ 1, & t > b \end{cases}$$

Ймовірність того, що проміжок часу між транзакціями гібридного потоку буде належати до i -го часткового інтервалу дорівнює приросту функції розподілу на цьому інтервалі [6]. Позначимо дану ймовірність P_i і результати її розрахунків розмістимо в порівняльній таблиці 2.

Розміщені в таблиці 2 апріорні та апостеріорні значення є досить близькими. Якщо взяти за основу порівняння значення ймовірності P_i , то максимальне відхилення результатів імітаційного моделювання від результатів математичного моделювання не перевищує 2,5%. Якщо ж порівняти між собою результати симуляції, отримані за допомогою Моделі 1 та Моделі 2, то максимальне відхилення буде в межах 2,0%.

Таблиця 2

Порівняння апіорних та апостеріорних ймовірностей розподілу транзакцій за частковими інтервалами ($\lambda=1, b=1$)

Номер часткового інтервалу	Нижня межа інтервалу	Верхня межа інтервалу	Оцінка ймовірності P_{1i}^*	Оцінка ймовірності P_{2i}^*	Ймовірність P_i
1	0,0	0,1	0,14024	0,14082	0,14040
2	0,1	0,2	0,12374	0,12536	0,12274
3	0,2	0,3	0,10638	0,10750	0,10716
4	0,3	0,4	0,09248	0,09378	0,09344
5	0,4	0,5	0,08102	0,07946	0,08136
6	0,5	0,6	0,07032	0,07012	0,07073
7	0,6	0,7	0,06078	0,06164	0,06139
8	0,7	0,8	0,05346	0,05324	0,05318
9	0,8	0,9	0,04558	0,04566	0,04598
10	0,9	1,0	0,22600	0,22242	0,22361

Джерело: власна розробка автора

На рисунку 4 значення таблиці 2 подані сумісно у вигляді 3-х гістограм.

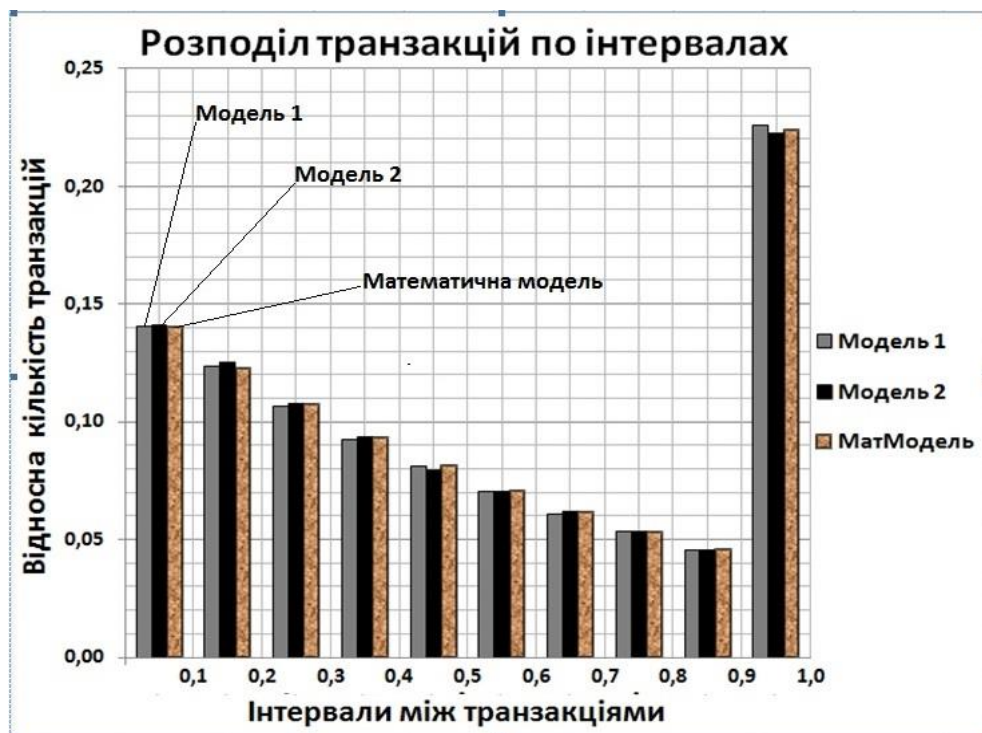


Рис. 4. Гістограми розподілу транзакцій за інтервалами ($\lambda=1, b=1$)

Джерело: власна розробка автора

Розглянемо тепер числові характеристики проміжків часу між транзакціями гібридного потоку. Обидві імітаційні моделі розраховують апостеріорні оцінки середнього значення, дисперсії, середньоквадратичного відхилення та коефіцієнтів варіації, асиметрії, ексцесу.

Математична модель за допомогою функції розподілу дає можливість розрахувати апріорні значення цих характеристик. Для розрахунку математичного сподівання та дисперсії скористаємось виразами з роботи [5], підставивши в них значення $\lambda=1, b=1$:

$$\bar{\alpha}_t = \frac{b}{1 + \lambda b} = 0,5$$

$$D_t = \frac{(\lambda b)^2 + 2\lambda b e^{-\lambda b} - 2(1 - e^{-\lambda b})}{[\lambda(1 + \lambda b)]^2} \approx 0,117879.$$

Середньоквадратичне відхилення та коефіцієнт варіації отримаємо з відомих виразів [6]:

$$\sigma_t = \sqrt{D_t} \approx 0,343336$$

$$k_v = \frac{\sigma_t}{\bar{\alpha}_t} \approx 0,686672.$$

Розрахунок апріорних коефіцієнтів асиметрії та ексцесу не наводиться через надмірну громіздкість математичних виразів.

Отримані таким чином апостеріорні та апріорні значення числових характеристик розмістимо в порівняльній таблиці 3.

Таблиця 3

Порівняння апріорних та апостеріорних значень числових характеристик проміжків часу між транзакціями гібридного потоку ($\lambda=1, b=1$)

	Середнє значення	Дисперсія	Середньоквадратичне відхилення	Коефіцієнт варіації	Коефіцієнт асиметрії	Коефіцієнт ексцесу
Модель 1	0,501157	0,118462	0,344183	0,686777	0,219620	-1,384780
Модель 2	0,498033	0,117905	0,343373	0,689458	0,223601	-1,377301
Математ. модель	0,5	0,117879	0,343336	0,686672	0,224741	-1,378441

Джерело: власна розробка автора

Апріорні та апостеріорні значення числових характеристик, що розміщені в таблиці 3, між собою суттєво не відрізняються. Максимальне відхилення значень при попарному порівнянні відповідних числових характеристик не перевищує 2,5%.

За аналогією проведемо тепер порівняння результатів імітаційного та математичного моделювання гібридного потоку для інших комбінацій параметрів λ та b . Зокрема при $\lambda=0,5$ та $b=1$ порівняльна таблиця апріорних та апостеріорних ймовірностей розподілу транзакцій за частковими інтервалами буде мати такий вигляд.

Розрахунки показують, що максимальне відхилення результатів імітаційного моделювання від результатів математичного моделювання не перевищує 4,5%. Якщо ж порівняти між собою результати, отримані за допомогою імітаційних Моделі 1 та Моделі 2, то максимальне відхилення буде в межах 4%.

Таблиця 4

Порівняння апріорних та апостеріорних ймовірностей розподілу транзакцій за частковими інтервалами ($\lambda=0,5$ та $b=1$)

Номер часткового інтервалу	Нижня межа інтервалу	Верхня межа інтервалу	Оцінка ймовірності P_{1i}^*	Оцінка ймовірності P_{2i}^*	Ймовірність P_i
1	0,0	0,1	0,08005	0,08044	0,08048
2	0,1	0,2	0,07509	0,07312	0,07501
3	0,2	0,3	0,06855	0,07114	0,06988
4	0,3	0,4	0,06431	0,06554	0,06507
5	0,4	0,5	0,06238	0,06098	0,06057
6	0,5	0,6	0,05824	0,05722	0,05635
7	0,6	0,7	0,05152	0,05014	0,05239
8	0,7	0,8	0,04716	0,04882	0,04869
9	0,8	0,9	0,04480	0,04630	0,04523
10	0,9	1,0	0,44790	0,44630	0,44634

Джерело: власна розробка автора

На рис. 5 значення таблиці 4 подані сумісно у вигляді 3-х гістограм.

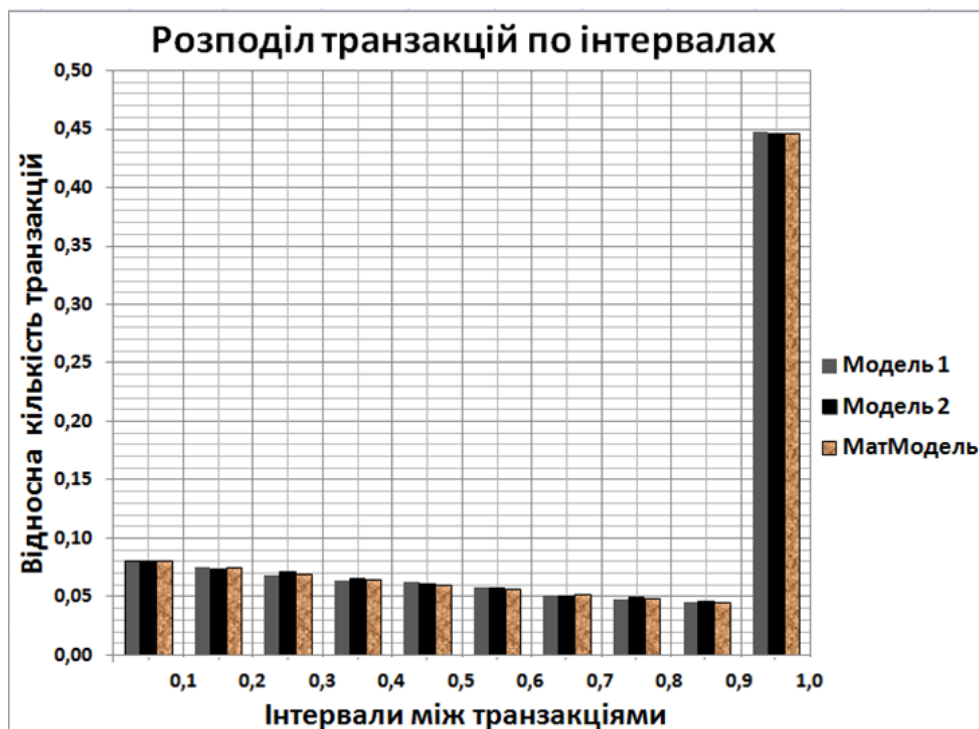


Рис. 5. Гістограми розподілу транзакцій за інтервалами ($\lambda=0,5$ та $b=1$)

Джерело: власна розробка автора

При цьому порівняльна таблиця апріорних та апостеріорних значень числових характеристик проміжків часу між транзакціями гібридного потоку набуде такого вигляду.

У цьому наборі даних максимальне відхилення значень при попарному порівнянні відповідних числових характеристик становить близько 0,5%.

Таблиця 5

Порівняння апріорних та апостеріорних значень числових характеристик проміжків часу між транзакціями гібридного потоку ($\lambda=0,5$ та $b=1$)

	Середнє значення	Дисперсія	Середньо-квдратичне відхилення	Коефіцієнт варіації	Коефіцієнт асиметрії	Коефіцієнт ексцесу
Модель 1	0,667405	0,123491	0,351413	0,526536	-0,490700	-1,317568
Модель 2	0,666963	0,123604	0,351574	0,527127	-0,490712	-1,319200
Математ. модель	0,666667	0,123719	0,351737	0,527606	-0,489051	-1,322308

Джерело: власна розробка автора

Розглянемо тепер результати імітаційного та математичного моделювання гібридного потоку при значенні пари параметрів $\lambda=2$, $b=1$. Порівняльна таблиця апріорних та апостеріорних ймовірностей розподілу транзакцій за частковими інтервалами в цьому випадку буде містити такі дані.

Таблиця 6

Порівняння апріорних та апостеріорних ймовірностей розподілу транзакцій за частковими інтервалами ($\lambda=2$, $b=1$)

Номер часткового інтервалу	Нижня межа інтервалу	Верхня межа інтервалу	Оцінка ймовірності P_{1i}^*	Оцінка ймовірності P_{2i}^*	Ймовірність P_i
1	0,0	0,1	0,23694	0,23692	0,23585
2	0,1	0,2	0,18484	0,18260	0,18320
3	0,2	0,3	0,14252	0,14094	0,14189
4	0,3	0,4	0,10706	0,10770	0,10954
5	0,4	0,5	0,08388	0,08362	0,08425
6	0,5	0,6	0,06368	0,06446	0,06454
7	0,6	0,7	0,04978	0,05038	0,04920
8	0,7	0,8	0,03788	0,03610	0,03730
9	0,8	0,9	0,02874	0,02954	0,02810
10	0,9	1,0	0,06468	0,06774	0,06612

Джерело: власна розробка автора

Розрахунки показують, що максимальне відхилення результатів імітаційного моделювання від результатів математичного моделювання та максимальна різниця в результатах між імітаційними Моделлю 1 та Моделлю 2 складають близько 5%.

На рисунку 6 значення таблиці 6 подані сумісно у вигляді 3-х гістограм.

У цьому випадку порівняльна таблиця апріорних та апостеріорних значень числових характеристик проміжків часу між транзакціями гібридного потоку буде містити такі дані, у таблиці 7 максимальне відхилення значень при попарному порівнянні відповідних числових характеристик становить близько 4%.

Проведені експерименти з імітаційними та математичною моделями показали, що значення контрольованих величин в усіх реалізаціях моделей є досить близькими. Дані з наведених таблиць свідчать, що відхилення в значеннях числових характеристик інтервалів часу між транзакціями гібридного потоку знаходяться в межах 5%. Гістограми на рисунках 1, 2, 3 також свідчать про те, що кожна з моделей відтворює один і той самий процес.

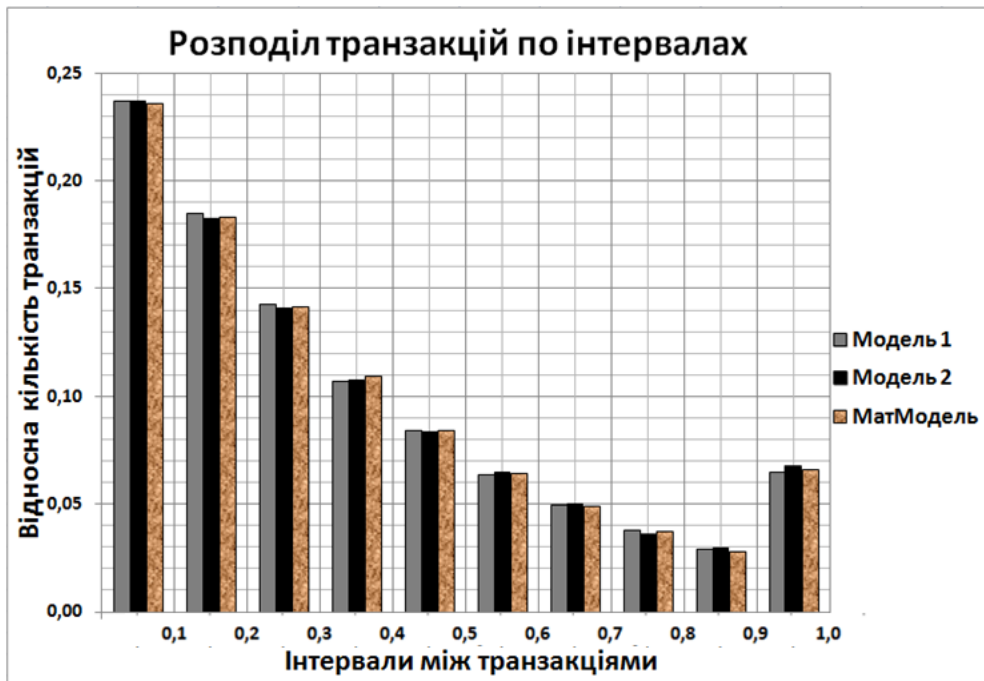


Рис. 6. Гістограми розподілу транзакцій за інтервалами ($\lambda=2, b=1$)
 Джерело: власна розробка автора

Подібність результатів математичного моделювання та результатів симуляції потоків за допомогою Моделі 2 має логічне пояснення. Оскільки імітаційна Модель 2 для формування гібридного потоку використовує генератор псевдовипадкових чисел, що побудований на основі математичної моделі цього потоку, то результати і мають бути подібними.

Таблиця 7

Порівняння апріорних та апостеріорних значень числових характеристик проміжків часу між транзакціями гібридного потоку ($\lambda=2, b=1$)

	Середнє значення	Дисперсія	Середньо-квдратичне відхилення	Коефіцієнт варіації	Коефіцієнт асиметрії	Коефіцієнт ексцесу
Модель 1	0,332057	0,077915	0,279133	0,840618	0,925648	-0,104641
Модель 2	0,333214	0,078229	0,279694	0,839382	0,925948	-0,100436
Математ. модель	0,333333	0,078111	0,279484	0,838453	0,924696	-0,103405

Джерело: власна розробка автора

Але це можливо лише при коректній побудові імітаційної Моделі 2 відносно математичної моделі гібридного потоку загалом і генератора псевдовипадкових чисел зокрема. Генератор у Моделі 2 будується на основі функції розподілу випадкових інтервалів часу між транзакціями гібридного потоку $F(t)$ [5].

Випадкові числа в Моделі 2 генеруються шляхом знаходження зворотної до $F(t)$ функції методом половинного поділу, що можна побачити на рисунку 2.

Схожість результатів математичного моделювання та результатів симуляції потоків за допомогою Моделі 1 можна пояснити адекватністю побудови як математичної, так і самої імітаційної моделі гібридного потоку.

Висновки. Таким чином, провівши порівняльний аналіз результатів експериментів з імітаційними та математичною моделями гібридного потоку транзакцій в логістичній системі, можна засвідчити їх подібність, що підтверджено програмною реалізацією, математичними розрахунками та графічними ілюстраціями. Це дозволяє сформулювати оціночні судження про придатність побудованих моделей адекватно відображати досліджувані процеси, оскільки вони цілком відтворюють процеси формування гібридних потоків і не мають протиріч із їх фізичною природою.

Практична цінність розроблених моделей полягає у можливості побудови більш продуктивних генераторів псевдовипадкових чисел в імітаційних моделях систем масового обслуговування з гібридним потоком транзакцій. У таких моделях заміна двох генераторів псевдовипадкових чисел одним дасть можливість підвищувати продуктивність процесів моделювання, що і буде предметом майбутніх досліджень.

Список використаних джерел

1. Імітаційне моделювання: монографія / О.П. Приставка, О.Г. Байбуз, П.О. Приставка; Дніпропетр. нац. ун-т ім. Олесь Гончара. – Дніпропетровськ: Вид-во ДНУ, 2011. – С.168-171.
2. Імітаційне моделювання в задачах дослідження матеріальних потоків логістичних систем / І.С. Сакунова // Економіко-математичне моделювання соціально-економічних систем: Збірник наукових праць. – К.: МННЦІТС НАН та МОН України, 2009. – Вип. 14. – С. 91-114.
3. Поночовний Ю. Л. Имитационное моделирование потоков злонамеренных воздействий на информационные системы / Ю.Л. Поночовний, А.О. Ивасюк // Системи обробки інформації. – 2008. – № 3. – С. 123-125.
4. Харченко В.В. Моделювання інформаційних потоків аграрного формування / В.В. Харченко, Ю.О. Нам'ясенко // Науковий вісник Міжнародного гуманітарного університету. Серія: Економіка і менеджмент. – 2017. – № 25. – Ч. 2. – С. 172-176.
5. Підгурський О.І. Дослідження суперпозиції пуассонівського та регулярного потоків транзакцій / О.І. Підгурський, Л.О. Волонтир // Економіка. Фінанси. Менеджмент: актуальні питання науки і практики. – 2017. – № 5. – С. 71-84.
6. Вентцель Е.С. Теория вероятностей: Учеб. для вузов. – 6-е изд. стер. – М.: Высш. шк., 1999. – 576 с.
7. Буреннікова Н. В. Управління розвитком: модель формування сучасної інформаційної системи / Н.В. Буреннікова, В.А. Фостолович // Бізнес-інформ. – 2017. – № 4. – С. 138 - 144.

Список використаних джерел у транслітерації/References

1. Imitatsiine modeliuвання: monohrafiia / O.P. Prystavka, O.H. Baibuz, P.O. Prystavka; Dnipropetr. nats. un-t im. Olesia Honchara. – Dnipropetrovsk: Vyd-vo DNU, 2011. – Pp.168-171.
2. Imitatsiine modeliuвання v zadachakh doslidzhennia materialnykh potokiv lohistychnykh system / I.S. Sakunova // Ekonomiko-matematychne modeliuвання sotsialno-ekonomichnykh system: Zbirnyk naukovykh prats. – K.: MNNTsITS NAN ta MON Ukrainy, 2009. – Vyp. 14. – Pp. 91-114.
3. Ponochovnyi Yu. L. Ymytatsyonnoe modelyrovanye potokov zlonamerennykh vozdeistvyi na ynformatsyonnye systemy / Yu. L. Ponochovnyi, A. O. Yvasiuk // Systemy obrobky informatsii. – 2008. – № 3. – Pp. 123-125.

4. Kharchenko V.V. Modeliuvannia informatsiinykh potokiv aharnoho formuvannia / V.V. Kharchenko, Yu.O. Nam'iasenko //Naukovyi visnyk Mizhnarodnoho humanitarnoho universytetu. Seriya: Ekonomika i menedzhment. – 2017. – № 25. – Ch. 2. – Pp. 172-176.
5. Pidhurskyi O.I. Modeliuvannia superpozytsii neodnorodnykh potokiv tranzaktsii / O.I. Pidhurskyi // Rehionalna biznes-ekonomika ta upravlinnia. – 2017. – №3. – Pp. 126-135.
6. Venttsel E.S. Teoriya veroyatnostey: Ucheb. dlya vuzov. – 6-e izd. ster. – M.: Vyssh. shk., 1999. – 576 p.
7. Buriennikova N. V. Upravlinnia rozvytkom: model formuvannia suchasnoi informatsiinoi systemy / N.V. Buriennikova, V.A. Fostolovych // Biznes-inform. – 2017. – № 4. – Pp. 138 - 144.

ANNOTATION
COMPARATIVE ANALYSIS OF THE RESULTS OF SIMULATION AND
MATHEMATICAL MODELING OF SUPERPOSITION OF POISSON AND
REGULAR FLOW OF TRANSACTIONS

PIDHURSKYI Oleksandr,
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor of the Department of Modelling
and Information Technologies in Economics,
Vinnitsia National Agrarian University
(Vinnitsia)

In this paper we developed and tested two simulation models of heterogeneous hybrid transaction flow that is the result of superposition of Poisson and regular flows. One of the models reproduces the process of independent generation of two streams of transactions (regular and Poisson) and their subsequent superposition. The other simulation model uses the mathematical model of superposition of Poisson and regular flow of transactions to create on its basis a pseudo-random number generator that determines the time intervals between the transactions of the hybrid flow. A comparative analysis of the results of the experiments with both simulation and mathematical models of hybrid flows have been conducted.

Keywords: transaction flows, superposition of flows, mathematical models, simulation model, model adequacy, the laws of probability distribution.

Tabl. 7. Fig. 6. Lit. 6.

АННОТАЦИЯ
СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИМИТАЦИОННОГО И
МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ СУПЕРПОЗИЦИИ
ПУАССОНОВСКОГО И РЕГУЛЯРНОГО ПОТОКОВ ТРАНЗАКЦИЙ

ПОДГУРСКИЙ Александр Игоревич,
кандидат технических наук, доцент кафедры моделирования и
информационных технологий в экономике,
Винницкий национальный аграрный университет
(г. Винница)

В работе разработаны и испытаны две имитационные модели неоднородного гибридного потока транзакций, являющиеся результатом суперпозиции пуассоновского и регулярного потоков. Одна из моделей воспроизводит процессы независимой генерации двух потоков транзакций (пуассоновского и регулярного) с

последующей их суперпозицией. Другая имитационная модель использует математическую модель суперпозиции пуассоновского и регулярного потоков транзакций для создания на её основе генератора псевдослучайных чисел, который определяет интервалы времени между транзакциями гибридного потока. Проведен сравнительный анализ результатов экспериментов с имитационными и математическими моделями гибридных потоков.

Ключевые слова: потоки транзакций, суперпозиция потоков, математические модели, имитационные модели, адекватность модели, законы распределения вероятностей.

Табл. 7. Рис. 6. Лит. 6.

Інформація про автора

ПОДГУРСЬКИЙ Олександр Ігорович – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри моделювання та інформаційних технологій в економіці, Вінницький національний аграрний університет (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3, 21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3, e-mail: paraplane@meta.ua).

PODHURSKYI Oleksandr – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Modelling and Information Technologies in Economics, Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, 3, Soniachna Str., e-mail: paraplane@meta.ua).

ПОДГУРСКИЙ Александр Игоревич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры моделирования и информационных технологий в экономике, Винницкий национальный аграрный университет (21008, г. Винница, ул. Солнечная, 3, e-mail: paraplane@meta.ua).

