



ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Donetsk National Technical University
Department of higher mathematics and physics

**1st INTERNATIONAL SCIENTIFIC
AND PRACTICAL CONFERENCE**
for Students and Young Scientists

**“Mathematics and
Mathematical Simulation in a
Modern Technical University”**

Abstracts of 1st International
Scientific and Practical Conference

Lutsk, Ukraine
November 30, 2022

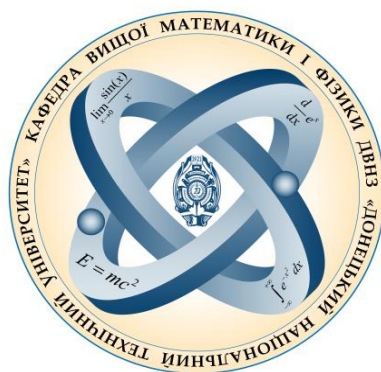
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

ФАКУЛЬТЕТ МАШИНОБУДУВАННЯ, ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ХІМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

КАФЕДРА ВИЩОЇ МАТЕМАТИКИ І ФІЗИКИ

**І Міжнародна науково-практична конференція студентів та
молодих вчених «Математика та математичне моделювання у
сучасному технічному університеті»**

30 ЛИСТОПАДА 2022 РОКУ



ЛУЦЬК, 2022

УДК 519.86(082)

Математика та математичне моделювання у сучасному технічному університеті. [Електронний ресурс]: Збірник тез доповідей I Міжнародної науково-практичної конференції студентів та молодих вчених, 30 листопада 2022 р. – Луцьк: ДонНТУ – 123 с.

ISBN 978-966-377-250-9

Організаційний комітет конференції

Голова організаційного комітету:

Новікова Ю.В., к.ф.-м.н., доцент.

Члени організаційного комітету:

Артеменко Юрій Анатолійович, к.т.н., доцент; Власенко Микола Миколайович, к.т.н., доцент; Волков Сергій Володимирович, к.ф.-м.н., доцент; Гоголева Наталія Федорівна, к.ф.-м.н., доцент; Лесіна Євгенія Вікторівна, к.ф.-м.н., доцент; Сергієнко Людмила Григорівна, к.п.н., доцент.

У збірнику опубліковано доповіді учасників I Міжнародної науково-практичної конференції студентів та молодих вчених, яка відбулася 30 листопада 2022 року на базі ДВНЗ «Донецький національний технічний університет». У збірник увійшли матеріали секцій конференції: «Математичне моделювання та дослідження процесів у сучасних технологіях та техніці»; «Математичне моделювання та дослідження економічних процесів у контексті сучасних проблем та вимог суспільства»; «Технології та методика викладання математики у сучасному технічному університеті, особливості викладання за умов дистанційного навчання»; «Розвиток та становлення математики і фізики як сучасного апарату моделювання технічних та економічних процесів».

У матеріалах конференції молоді науковці з України та Європи досліджували питання, що стосуються застосування математичного апарату у різних галузях науки. Видання може бути корисним здобувачам вищої освіти, молодим науковцям та викладачам.

Усі матеріали публікуються в авторській редакції.

Розглянуто на засіданні Вченої ради ДВНЗ «ДонНТУ»,
протокол №11 від 27.12.2022 р.

Відповідальна за випуск: к.ф.-м.н., доцент Гоголева Н.Ф.

Відповідальність за зміст та виклад матеріалів у тезах доповідей несуть автори

© Донецький національний технічний університет, 2022

Members of the committee

Alexander Zuyev, Dr. in Physical and Mathematical Sciences, Professor, Max Planck Institute for Dynamics of Complex Technical Systems, Magdeburg (Germany).

Igor Potapov, Professor of Computer Science, University of Liverpool, Liverpool (Great Britain).

Debdas Paul, Dr.-Ing., Postdoctoral researcher AG-Claassen, Innere Medizin I Universitätsklinikum Tübingen, Tübingen (Germany).

Iaroslav Liashok, Dr. of Economic Sciences, Professor, Rector "DonNTU" (Ukraine).

Oleksii Shushura, Dr. of technical sciences, Associate Professor, National Technical University of Ukraine Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute (Ukraine).

Larysa Prodanova, Dr. of Economics, Professor, Cherkasy State Technological University (Ukraine).

Olga Dmytriyeva, Dr. of Technical Sciences, Professor National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute" (Ukraine), University of Stuttgart, Institute for modelling hydraulic and environmental systems (Germany).

Mykhailo Kuzheliev, Doctor of Economics, Professor, National University of Kyiv Mohyla Academy (Ukraine).

Valeriy Lozovsky, Dr. in Physical and Mathematical Sciences, Professor, Institute of High Technologies, Taras Shevchenko National University of Kyiv (Ukraine).

Volodimir Svyatniy, Dr. of Technical Sciences, Professor, "DonNTU" (Ukraine).

Olga Popova, Dr. of Economics, Professor, "DonNTU" (Ukraine).

Valentna Khobta, Dr. of Economics, Professor, "DonNTU" (Ukraine).

Victoria Grushkovskaya, PhD in Physical and Mathematical Sciences, Institute of Mathematics, Alpen-Adria University of Klagenfurt (Austria).

Iryna Vasylieva, PhD in Physical and Mathematical Sciences, Institute of Mathematics, Alpen-Adria University of Klagenfurt (Austria).

Nataliya Maslova, PhD of Technical Sciences, Associate Professor, Donetsk National Technical University (Ukraine).

Andriy Surzhenko, PhD of Technical Sciences, Associate Professor, Dean of the Faculty of mechanical engineering, electrical engineering and chemical technology "DonNTU" (Ukraine).

Viktor Kyrychenko, PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor, Department of Computer Science, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (Ukraine).

Oksana Zolotukhina, PhD of Technical Sciences, Associate Professor, State University of Telecommunications (Ukraine).

Oleksiy Beskrovny, PhD of Technical Sciences, Associate Professor, Military Institute of Telecommunications and Informatization (Ukraine).

Inga Syvytska, PhD of Economic Sciences, Associate Professor, Vasyl Stus Donetsk National University (Ukraine).

Anatoliy Vasiliev, PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Institute of High Technologies of Taras Shevchenko National University of Kyiv (Ukraine).

Oleksandr Kadubovsky, PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor, Donbass State Pedagogical University (Ukraine).

Svitlana Virich, PhD of Technical Sciences, Associate Professor, "DonNTU" (Ukraine).

Elbaum-Cohen Avital, high-school mathematics & physics teacher researcher – mathematics education teachers' educator, Feldman Yossef st. Ness-ziona (Israel).

ЗМІСТ

Section 1. Mathematical modeling and research of processes in modern technologies and techniques

СИСТЕМА ТЕСТ-МЕНЕДЖМЕНТУ ЯК ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ТЕСТУВАННЯМ <i>В.О. Читулян, О.А. Золотухіна</i>	11
РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ДЛЯ МЕНЕДЖМЕНТУ СЕРВІСНОГО ЦЕНТРУ <i>О.О. Сергієнко, Л.Г. Сергієнко</i>	13
MATHEMATICAL MODELLING OF FORM CHANGE PROCESSES IN PALADIUM PLATE <i>О.М. Lyubimenko, E.P. Feldman</i>	16
STRONG TOPOLOGICAL EQUIVALENCE OF RANDOM DYNAMICAL SYSTEMS <i>I. Vasylieva</i>	18
БІОІНФОРМАТИКА – НАУКА ЧИ МЕТОД <i>Н.О. Кузьмич, Ю.В. Новікова</i>	20
КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ВІТРОГЕНЕРАТОРА <i>О.М. Любименко, О.А. Штена</i>	22
МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ МОНІТОРИНГУ ДАНИХ З НЕЗАЛЕЖНИМ АГРЕГАТОРОМ <i>М.В. Оболонський, О.А. Дмитрієва</i>	24
РІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ОПРАЦЮВАННЯ ДОВГИХ ЧИСЕЛ В АСИМЕТРИЧНИХ КРИПТОСИСТЕМАХ <i>Є.В. Павловський</i>	26
РОЗВИТОК СВІТОВОГО РИНКУ ІТ-ТЕХНОЛОГІЙ <i>С.О. Савукова, Н.Ф. Гоголева</i>	28
ПОБУДОВА АНАЛІТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ АЛГОРИТМІВ ТА ОЦІНКА ЇХ СКЛАДОВИХ <i>О.О. Сергієнко, І.А. Назарова, Л.Г. Сергієнко</i>	30
ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ WEB-СЕРВЕРУ <i>Д.А. Стреляєв, В.І. Костін</i>	33
АСИМЕТРИЧНИЙ МЕТОД ШИФРУВАННЯ. АЛГОРИТМ RSA, ВИКОРИСТАННЯ ПАКЕТУ WOLFRAM MATHEMATICA ДЛЯ ГЕНЕРУВАННЯ ВЕЛИКИХ ПРОСТИХ ЧИСЕЛ В КРИПТОГРАФІЇ <i>Є.Р. Терехов, Т.В. Скрипник</i>	37
ЗАСОБИ ТОПОЛОГІЧНОГО АНАЛІЗУ МІМД-СИМУЛЯТОРА МЕРЕЖЕВОГО ДИНАМІЧНОГО ОБ'ЄКТУ З ЗОСЕРЕДЖЕНИМИ ПАРАМЕТРАМИ (МДОЗП) <i>Ю.Г. Тихонова</i>	40

МАТЕМАТИЧНИЙ ПАРАДОКС МОНТІ ХОЛЛА В PYTHON <i>М.В. Тютюнник, Ю.В. Новікова</i>	43
ПРО ДОВЖИНУ СПІРАЛІ АРХІМЕДА ТА ПАРАБОЛИ <i>О.О. Циплаков, С.В. Волков</i>	45
МОДЕЛЮВАННЯ ТА РОЗРОБКА СИСТЕМИ АНАЛІЗУ ЗВОРОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ КОРИСТУВАЧІВ МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ <i>І.В. Ярош, Т.О. Черняк</i>	47
РОЗРОБКА НЕЧІТКОЇ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ КІЛЬКОСТІ РОБІТ В ПРОЦЕСІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ НА ПІДПРИЄМСТВІ <i>І.В. Ярош, Т.О. Черняк</i>	49
ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДХОДІВ ДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ТА ЗАХИСТУ WEB-ДОДАТКІВ НА ОСНОВІ JS <i>О. Ясинський, Н. О. Маслова</i>	52
 Section 2. Mathematical modeling and research of economic processes in the context of modern problems and requirements of society	
ЛОГІСТИЧНА МОДЕЛЬ ЗАКОНУ РОЗМНОЖЕННЯ ПОПУЛЯЦІЇ <i>А.О. Деркунська, Є.В. Лесіна</i>	56
МЕТОДИ МАКСИМІЗАЦІЇ ПРИБУТКУ НА ПІДПРИЄМСТВІ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНОСТІ РЕСУРСІВ <i>К.К. Кузнецова, Л.Д. Сарбаш</i>	58
ECONOMIC AND STATISTICAL ANALYSIS OF THE UNEMPLOYMENT RATE IN SOME COUNTRIES OF THE EUROPEAN UNION <i>Sofiia Burian, Nataliia Hoholieva</i>	60
ESTIMATION OF ALL PARAMETERS IN THE VASICEK MODEL BY LOW- FREQUENCY DATA <i>O.D. Prykhodko, K.V. Ralchenko</i>	62
МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ЕКОНОМІЦІ ТА УПРАВЛІННІ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ ФАХОВОЇ КОМПЕТЕНЦІЇ ЗДОБУВАЧІВ ЕКОНОМІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ <i>А.О. Бондаренко, А.В. Тарасенко, О.Г. Ровенська</i>	64
ОПТИМІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ РЕСУРСІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ЗА ДОПОМОГОЮ ДИНАМІЧНОГО ПРОГРАМУВАННЯ <i>Т.В. Ворона, Л.Д. Сарбаш</i>	68
МАТЕМАТИЧНІ ОСНОВИ НА СТРАХОВОМУ РИНКУ <i>М.О. Єнін, Ю.В. Новікова</i>	70

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ РОЗВИТКУ ЕПІДЕМІЇ <i>Є.А. Мерзлікіна, Є.В. Лесіна</i>	73
SPAIN QUALITY OF LIFE INDEX ANALYSIS <i>V.M. Ponchko, N.F. Hoholieva</i>	76
SPAIN ECONOMIC DEVELOPMENT: REGRESSION ANALYSIS OF GDP <i>A.O. Chub, N.F. Hoholieva</i>	78
ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ДОСЛІДЖЕННІ ІНФЛЯЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ <i>В.О. Христюк, І.Г. Сивицька</i>	80
ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ НАЙМЕНШИХ КВАДРАТІВ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ЛІНІЙНОЇ БАГАТОФАКТОРНОЇ МОДЕЛІ <i>Т. Г. Поначевна, Є.В. Лесіна</i>	82
 Section 3. Technologies and methods of teaching mathematics at a modern Technical University, features of teaching in distance learning	
ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ ОНЛАЙН-ДОШОК ПРИ ВИКЛАДАННІ МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ <i>Ю.С. Дерябіна, Н.В. Кравченко</i>	85
ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМИ «STUDENT» У ПРОЦЕСІ ВИКЛАДАННЯ ФІЗИКИ <i>Ю.М. Лимарєва, В.В. Недоступ, О.Я. Белошапка</i>	88
ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ГРАФА ЗНАНЬ У НАВЧАННІ <i>Є.В. Ролдугін, О.А. Золотухіна</i>	90
ОСОБЛИВОСТІ ДЕМОНСТРАЦІЙНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ НА УРОКАХ ФІЗИКИ <i>Ю.М. Лимарєва, Д.Н. Саакян, О.Я. Белошапка</i>	92
МОДЕЛЮВАННЯ ГАРМОНІЧНИХ КОЛИВАНЬ ФІЗИЧНОГО МАЯТНИКА ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМИ SOLIDWORKS <i>О.В. Сергієнко, М.М. Власенко</i>	94
КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ І ДОСЛІДЖЕННЯ ЗГАСАЮЧИХ КОЛИВАНЬ ПРУЖИННОГО МАЯТНИКА <i>М.І. Сінявський, М.М. Власенко</i>	97
СТВОРЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ МОДЕЛІ МАШИНИ АТВУДА І ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕМАТИКИ І ДИНАМІКИ ПОСТУПАЛЬНОГО РУХУ <i>С.Є. Федоренко, М.М. Власенко</i>	100

Section 4. Development and formation of mathematics and physics, as a modern apparatus for modeling of technical and economic processes

ГУСТИНА ВОДИ <i>А.Ю. Варнавська, Ю.А. Артеменко</i>	104
ІСТОРИКО-ПЕДАГОГІЧНИЙ ДОСВІД ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ СЕРЕДНЬОЇ ЛАНКИ ПРОМИСЛОВOSTІ КАТЕРИНОСЛАВЩИНИ В КІНЦІ ХІХ – НА ПОЧАТКУ ХХ СТ. <i>М.В. Вірич, М.О. Бабенко</i>	107
ВОДНЕВІ ПАЛИВНІ ЕЛЕМЕНТИ <i>В.М. Дем'яненко, Ю.А. Артеменко</i>	109
РОЗПОДІЛ ДИСЛОКАЦІЙ У КРИСТАЛАХ ПРИ ПРУЖНІЙ ДЕФОРМАЦІЇ КРУЧЕННЯМ <i>С.О. Попова, О.Ю. Попова</i>	111
ЛОГІЧНИЙ ПАРАДОКС НЬЮКОМА <i>М.В. Тютюнник, Ю.В. Новікова</i>	114
МЕТОДИ ТА АЛГОРИТМИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ АВТОПІЛОТУ МАШИНИ <i>Д.Ю. Сердюков, І.А. Назарова</i>	116
ОЛІМПІАДНІ ЗАДАЧІ НА КРАТНІСТЬ 5. ПРИЙОМИ РОЗВ'ЯЗКУ <i>Є.Р. Терехов, О.А. Тихонова</i>	118
ЩОДО АЛГОРИТМІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ІТ-ПРОЄКТУ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ <i>Ю.В. Крута, О.А. Золотухіна</i>	121

Section 1.

Mathematical modeling and research of processes in modern technologies and techniques

Математичне моделювання та дослідження процесів у сучасних технологіях та техніці

- ❖ *«The uniform character of mathematics is the essence of science, for mathematics is the foundation of all exact scientific knowledge».*
- ❖ *«Єдиний характер математики є суттю науки, бо математика є основою всіх точних наукових знань».*

DAVID HILBERT, 1862 – 1943

- ❖ *«Mathematics is the language in which the gods speak to people».*
- ❖ *«Математика — це мова, якою боги розмовляють з людьми».*

PLATO, C. 427 BC – C. 347 BC

- ❖ *«In my experience most mathematicians are intellectually lazy and especially dislike reading experimental papers».*
- ❖ *«З мого досвіду, більшість математиків інтелектуально ліниві і особливо не люблять читати експериментальні статті».*

FRANCIS CRICK, 1916 – 2004

- ❖ *«I am not insensible of the advantage which accrues to Applied Mathematics from the co-operation of the Pure Mathematician, and this co-operation is not infrequently called forth by the very imperfections of writers on Applied Mathematics».*
- ❖ *«Я не забув про переваги, які отримує прикладна математика від співпраці з чистим математиком, і ця співпраця нерідко викликається недосконалістю авторів прикладної математики».*

RONALD FISHER, 1890 – 1962

СИСТЕМА ТЕСТ-МЕНЕДЖМЕНТУ ЯК ІНСТРУМЕНТ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ТЕСТУВАННЯМ

В.О. Читулян, студент ОП «Інженерія програмного забезпечення»
О.А. Золотухіна, к.т.н., доцент, доцент кафедри інженерії програмного забезпечення

Державний університет телекомунікацій, м. Київ, Україна

Анотація. Ефективні системи тест-менеджменту в складних бізнес-середовищах вимагають інтегрованих наборів управлінських інструментів і процесів, підкріплених обґрунтованими концептуальними основами. Розуміння того, як функціонують такі системи і як найкраще їх впроваджувати, є постійним викликом, особливо з огляду на міждисциплінарний і багатофункціональний характер управління технологіями. У цій роботі описується поняття системи тест-менеджменту та перелік систем, які краще використовувати як інструмент керування тестуванням.

Ключові слова: тест-менеджмент, система тест-менеджменту, тестування ПЗ, управлінські інструменти.

Актуальність. Інтерес промислових і наукових сфер до більш ефективного управління технологіями зростає в міру збільшення складності, вартості і темпів технологічних інновацій в умовах посилення організаційних і промислових змін у глобальному масштабі. Нові технології, такі як нано-, біо- та інформаційно-комунікаційні технології, надають значні можливості для впровадження інновацій, отримання прибутку і зростання діяльності компаній. У великих ІТ-компаніях, важливою умовою для реалізації різних проєктів є якісна система управління тестуванням, адже для успішного проходження повного циклу тестування продукту, необхідно відповідне середовище, що зберігає всю інформацію про те, як потрібно проводити тестування, звіт про якість та стадію тестування [1].

Система тест-менеджменту є складною темою з точки зору підбору доцільних засобів управління для різних типів завдань. Існує великий ряд популярних інструментів для керування тестуванням. Саме технологічні функції є критично важливим для того, щоб інноваційні та успішні продукти і послуги були доставлені на ринок. Тому постає завдання підібрати системи тест-менеджменту, які допоможуть оптимізувати процес тестування та забезпечити швидкий доступ до аналізу даних.

Мета дослідження. Підбір систем тест-менеджменту, для покращення процесу тестування та забезпечення швидкого доступу до аналізу даних.

Основні положення. Впровадження ефективних рішень з управління технологіями вимагає наявності низки елементів. Необхідні практичні інструменти для підтримки управлінських рішень і дій, а також методи їх застосування.

Важливо, щоб інструменти, процеси та структури, які впроваджуються для підтримки управління технологіями, були надійними (теоретично обґрунтованими); економічними та практичними у впровадженні (не надто складними та ресурсоємними); інтегрованими (працювали разом та були пов'язані з іншими структурами, процесами та інструментами, що використовуються в певній сфері); та гнучкими (адаптувалися до конкретного контексту, з точки зору поставлених цілей, ринкового середовища, наявних ресурсів та інформації, а також корпоративної культури).

Вибір найкращого інструменту управління тестуванням для проектів є важливим (а іноді і складним) рішенням. Є кілька факторів, які необхідно враховувати при виборі інструменту, а саме:

- чи підтримує інструмент управління тестуванням всі методи тестування, які будуть використовуватися;
- чи інтегрується він з існуючими інструментами, такими як відстеження проблем і CI/автоматизація;
- наскільки швидким і продуктивним є інтерфейс для ручного тестування;
- чи масштабується продукт відповідно до розміру команди та кількості тестів;
- чи створений і підтримується інструмент авторитетним постачальником [2].

Беручи до уваги усі вищевказані фактори було підібрано перелік інструментів для керування тестуванням з перевагами у використанні:

1. PractiTest [3]. Проста у використанні наскрізна платформа для управління тестуванням, яка забезпечує командам тестувальників повну видимість їхніх проектів тестування. Система включає в себе вимоги, набори тестів, модулі запуску та видачі тестів, а також можливості детального звітування, щоб забезпечити контроль над статусом тестування.
2. TestRail [4]. Програмне забезпечення, яке використовується для написання тестових кейсів у відповідному форматі, надає всі відповідні функції для створення тест-кейсів. Є можливість: прикріпити скріншоти, вибрати тип тестування, написати передумови, кроки та очікуваний результат. Наявна інтеграція з Jira.
3. Kualitee [5]. Інструмент управління тестуванням, який допомагає командам QA та розробників планувати, створювати, виконувати та підтримувати тестові кейси та управляти дефектами.

Висновки. Отже, у складних бізнес-середовищах необхідно приймати рішення в складних і динамічних умовах. Для підтримки працівників у таких ситуаціях існує багато інструментів, систем та процесів, що призвело до поширення таких підходів, з незначною узгодженістю термінології та теоретичного підґрунтя, а також відсутністю розуміння того, які саме інструменти для керування тестуванням краще всього використовувати відповідно до поставлених завдань. Як крок до вирішення цих проблем було запропоновано розглянути загальні аспекти системи тест-менеджменту та підібрати перелік кращих інструментів для покращення процесу тестування.

Перелік посилань

1. Воскобойник Д.В. Система управління тест-кейсів. 2020.
2. Бондаренко О. В. Дослідження інструментів тестування веб додатків. 2020.
3. PractiTest - Test Management Platform to Manage all Your QA Efforts. URL: https://www.practitest.com/sub/?utm_medium=listings&utm_source=QALead&utm_campaign=test+management+tools. (Дата звернення: 17.11.2022р.).
4. TestRail: Test Management & QA Software for Agile Teams. URL: https://www.gurock.com/testrail/?utm_source=qalead&utm_medium=referral%20&utm_campaign=best_test_management_tools_2022. (Дата звернення: 17.11.2022р.).
5. What Is Kualitee? Overview and Tour Of Features - The QA Lead. URL: <https://theqalead.com/tools/kualitee-overview-tour-features/>. (Дата звернення: 17.11.2022р.).

РОЗРОБКА ПРОГРАМИ ДЛЯ МЕНЕДЖМЕНТУ СЕРВІСНОГО ЦЕНТРУ

О.О. Сергієнко, студент ОП «Інженерія програмного забезпечення»

Л.Г. Сергієнко, к. пед. н., доцент, доцент кафедри ВМФ

Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Анотація. В даній роботі зроблена спроба модернізувати роботу сервісних центрів за допомогою програми C++.

Ключові слова: модернізація, ремонт, обслуговування, сервісні центри, програма C++.

В організаціях з обслуговування та ремонту авто- і мототехніки, таких як СТО, автоцентри, автосервіси доводиться працювати з великою кількістю людей, багато з яких є частими клієнтами, з великою кількістю автозапчастин та співробітників-фахівців. В таких організаціях стоїть завдання вести повний облік по кожному з перерахованих вище факторів. Правильно організована робота автосервісу, сприяє ефективному розвитку підприємства. Для таких рішень задач і призначена наша програма для автосервісу.

Розробка та проектування систем класів. Для реалізації даної системи нам необхідно розробити систему довідників які будуть зберігатися у файлах, та перезаписуватися при редагуванні. Нам знадобляться довідник усіх об'єктів. У програмі повинні бути такі класи: замовлення, призначення декількох механіків на одне замовлення, задання послідовності дій.

РОЗРОБКА ІНТЕРФЕЙСУ ПРОГРАМИ. Опис користувацького інтерфейсу. Запустивши програму можна побачити меню, яке складається з 6 пунктів в які входять 4 довідника (робітники, менеджери, клієнти, автомобілі). (див. рис.1).

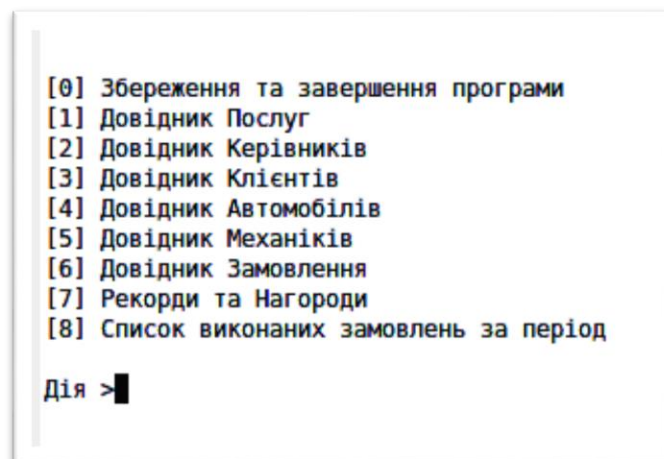


Рис. 1. Головне меню.

Щоб вибрати потрібний довідник чи функцію, вводимо відповідну цифру меню. Розглянемо роботу програми на прикладі обробки довідника послуг. Пропонується вибрати, що саме ви хочете зробити с цим довідником (додати, видалити, редагувати, переглянути вже існуючих). (див. рис. 2)

```

    ● ● ● /media/alex/SeagateExpansionDrive
Виберіть дію, яка стосується каталогу робіт:
[1] Читати все
[2] Додати новий
[3] Оновити один
[4] Видалити один
Дія >

```

Рис. 2. Робота з довідником послуг.

Якщо ви вибрали «Додати новий», то вам буде запропоновано додати нову послугу до довідника та ввести усі дані (назву, ціну). (див.рис.3)

```

    ● ● ● /media/alex/SeagateExpansionDrive
Виберіть дію, яка стосується каталогу робіт:
[1] Читати все
[2] Додати новий
[3] Оновити один
[4] Видалити один
Дія >2
Введіть назву:
Балансування коліс
Введіть ціну:
800

```

Рис. 3. Додавання послуг.

Якщо ви вибрали «Видалити», то вам буде виведено список з послуг які є в наявності та з яких ви зможете видалити послугу під певним номером. (Див. рис.4)

```

    ● ● ● /media/alex/SeagateExpansionDrive
Виберіть дію, яка стосується каталогу робіт:
[1] Читати все
[2] Додати новий
[3] Оновити один
[4] Видалити один
Дія >4
Номер: 0
Назва замовлення: Діагностування автівки
Ціна замовлення: 800
Номер: 1
Назва замовлення: Заміна шин
Ціна замовлення: 600
Номер: 2
Назва замовлення: Заміна дисків
Ціна замовлення: 700
Номер: 3
Назва замовлення: Балансування коліс
Ціна замовлення: 800
Введіть номер у списку: 2

```

Рис. 4. Видалення послуг

Обравши функцію – Вихід з програми (див.рис.5), програма завершить свою роботу та усі внесені зміни будуть збережені у файли.

```
[0] Збереження та завершення програми
[1] Довідник Послуг
[2] Довідник Керівників
[3] Довідник Клієнтів
[4] Довідник Автомобілів
[5] Довідник Механіків
[6] Довідник Замовлення
[7] Рекорди та Нагороди
[8] Список виконаних замовлень за період

Дія >0
Збереження даних. Кінець програми.
Process returned 0 (0x0)   execution time : 14.086 s
Press ENTER to continue.
█
```

Рис.5. Вихід з програми.

Програмна реалізація інтерфейсу. Інтерфейс даної програми був реалізований в консольному вигляді. Даний вибір був зроблений, покладаючись на простоту реалізації та економії часу, що дало можливість більш детально поглибитись в концепції розробки засобами ООП. Весь інтерфейс заснований на виведенні на екран користувачеві текстових повідомлень і меню в текстовому вигляді, а також своєчасного зчитування необхідної для введення і навігації інформації. Завдяки своєчасному очищенню екрана, даний інтерфейс став виглядати більш живим і динамічним, а також не напружує при експлуатації. Лістинг реалізації інтерфейсу представлений у додатку Б. Під час виконання індивідуального завдання було розроблено програмний додаток з використанням об'єктно-орієнтованого підходу, що реалізує функції замовлення, призначення декількох механіків на одне замовлення, задання послідовності дій та запису основної інформації у файли.

Програма дозволяє отримати інформацію про список поточних замовлень, список виконаних замовлень за період, найбільш завантажений механік, найбільш популярний тип робіт, найбільш продуктивний менеджер. Для подальшого поліпшення програми можна:

- реалізувати графічний інтерфейс користувача;
- додати ініціали замовникам, менеджерам, механікам.

Ці та багато інших функцій можна додати для поліпшення й удосконалення роботи даного програмного продукту.

Перелік посилань

1. Robert, C. M. *Clean Code: A Handbook of Agile Software Craftsmanship*. / Michael C. Feathers Timothy R. Ottinger Jeffrey J. Langr Brett L. Schuchert James W. Grenning Kevin Dean Wampler Object Mentor Inc. – United States : U.S. Corporate and Government Sales, 2009. – 462 с.

2. Методичні вказівки до виконання індивідуального завдання із дисципліни «Об'єктно-орієнтоване програмування» для студентів освітнього ступеню «бакалавр» галузі знань 12 «Інформаційні технології» / Укладачі С.О. Цололо, Ю.Л. Дікова. – Покровськ: ДонНТУ, 2019. – 44 с.

MATHEMATICAL MODELLING OF FORM CHANGE PROCESSES IN PALADIUM PLATE

***O.M. Lyubimenko, Ph.D. in Physics and Mathematics, Associate Professor
of the Elin Department***

Donetsk National Technical University, Luts'k, Ukraine

***E.P. Feldman, professor, Department for Physics of Mining Processes,
Institute of Geotechnical Mechanics NAS of Ukraine, Dnipro, Ukraine***

The equation of time-space dependence of change in the hydrogen atom concentration in palladium with corresponding initial and limiting conditions was mathematically obtained. The theoretical dependences were calculated and constructed in LabVIEW. A comparative analysis of theoretical and experimental dependences of the forms of changes in the palladium plate at hydrogen saturation has been performed. It is shown that the calculation of the concentration difference makes it possible to calculate the value of the membrane bending; the calculation result almost completely coincides with the experiment.

Keywords: palladium-hydrogen system, palladium membrane, shape change, diffusion, concentration.

In some countries, the development of "hydrogen" transport stimulates the development of hydrogen energy. Fuel cells consist of several parts: two electrodes and a membrane coated with platinum or palladium.

The study was conducted on a palladium membrane of thickness (h) and length (l), which can be conventionally divided into several layers during hydrogen saturation: hydrogen saturated layers and hydrogen saturated layers (Fig. 1).

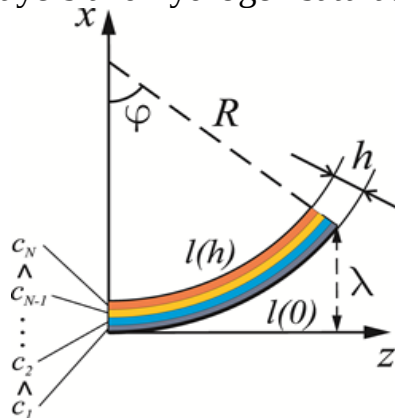


Fig. 1. Sketch of a plate bend

The results of the experiments [1-3] show that the elongation of the layers (ε) is proportional to the concentration (c), so the empirical form of the relation between the elongation of the free palladium plate and the uniform hydrogen concentration in palladium is valid:

$$\varepsilon_c = \alpha \cdot c = 0,068 \cdot c, \quad 0 \leq c \leq 1$$

Hydrogen elastic stress is proportional to elastic strain.

$$\sigma(x) = -\alpha \cdot E [c(x) - c_m],$$

where E is the Young's modulus for palladium.

The strain stresses in the membrane when the concentration is inhomogeneous are redistributed, and the nature of the redistribution depends on the diffusion process:

$$\frac{dc(x,t)}{dt} = D_{eff}(c) \cdot \frac{d^2c(x,t)}{dx^2}, \quad 0 \leq x \leq h \quad \text{ma} \quad 0 \leq t \leq h,$$

Where $D_{eff} = D_0 \left[1 - \frac{4T_c}{T} \cdot c(1-c) \right]$ - is the effective diffusion coefficient,

T_c – critical temperature for hydrogen in palladium,

D_0 – true diffusion coefficient;

M – mobility of hydrogen atoms, independent of concentration.

The estimation of the membrane bending arrow "y" is possible by the following expression [3]:

$$y = 2R \cdot \sin^2 \frac{l}{2R} \approx \frac{l^2}{2R} = \frac{\alpha(c_s - c_m)l^2}{h}$$

where R is the radius of curvature of the membrane;

$c_m(t)$ – average concentration of hydrogen in the plate;

$c_s(t)$ – surface concentration of hydrogen in the plate.

Numerical calculation of the dependence $c_s(t) - c_m(t)$ at $p = 0.25$, $c_e = 1$ is shown in Fig.2.

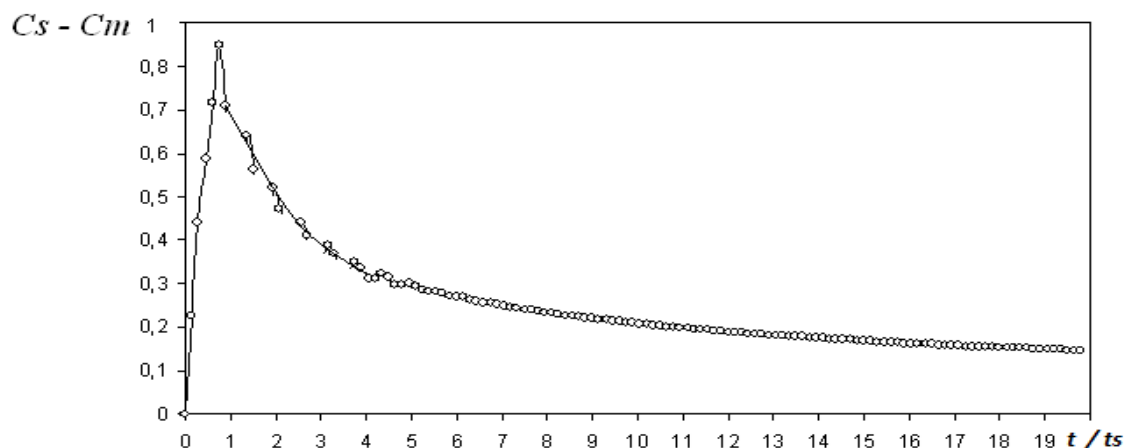


Fig.2. Numerical calculation of the relation $c_s(t) - c_m(t)$ at $p = 0.25$, $c_e = 1$

These dependencies are confirmed by experimental data [1-3], when the boom - bend first increases rapidly and then decreases slowly almost to and.

Reference

1. Goltsova, M. V. Influence of temperature on the shape change of palladium plate at its one-sided hydrogen saturation / M. V. Goltsova, E. N. Lyubimenko // Physics of metals and metallurgy. - 2012. - P. 113, No. 2. - P. 162-169.
2. Lyubymenko O.M., Feldman E.P., Shtepa O.A. Mathematical modeling of the behavior of a palladium membrane in hydrogen fuel cells in interaction with hydrogen / O.M. Lyubymenko, E.P. Feldman, Shtepa O.A. // Synergetics, mechatronics, telematics of road machines and systems in the educational process and science. Collection of scientific papers based on the materials of the international scientific and practical conference. - Kharkiv, KhNADU. - 2017, - P. 145 - 150
3. E. P. Feldman, E. N. Lyubimenko, K. V. Gumennyk, J. of Applied Physics. (2020) <https://doi.org/10.1063/5.0011826>

STRONG TOPOLOGICAL EQUIVALENCE OF RANDOM DYNAMICAL SYSTEMS

I. Vasylieva, Junior Researcher

*Institute of Applied Mathematics and Mechanics of NAS of Ukraine, Sloviansk,
Ukraine,*

University of Klagenfurt, Klagenfurt, Austria

Summary. Considered random dynamical systems, generated by continuous differential equations. For these systems, sufficient conditions of strong topological equivalence obtained. Moreover, one of the main contributions is the proof that the conjugating map between nonlinear random dynamical system and its linearization belongs to the C^k class.

Keywords: random dynamical system, topological equivalence, uniform homeomorphism.

Mathematical models of real-life problems often lead to nonlinear differential or difference equations. In general, nonlinear equations cannot be solved explicitly and even a qualitative analysis might be difficult. At the same time, we have a well-studied and quite complete theory of linear systems. Therefore, a very powerful and useful tool for investigating the qualitative properties of systems of nonlinear differential equations is the Hartman-Grobman theorem [1, 2], also known as linearization theorem. It states that the behavior of a given dynamical system near a hyperbolic fixed point is qualitatively the same as a behavior of its linearization close to origin.

We focused on considering random dynamical systems, which describe the behavior of real-world problems taking into account random perturbations, and obtained the sufficient conditions for the differentiability of topological equivalence between the random dynamical system and its linearization.

By random dynamical system (RDS) we understand the next object.

Let $(\Omega, \mathfrak{F}, P)$ be a probability space and (θ_s) , $s \in T$ be a measurable P –measure preserving dynamical system on Ω . A random dynamical system on state space X over the measurable dynamical system (θ_s) is a measurable mapping $\varphi: T \times \Omega \times X \rightarrow X$, $(s, \omega, x) \rightarrow \varphi(s, \omega, x)$, such that: the mapping $\varphi(s, \omega) := \varphi(s, \omega, \cdot)$ forms a cocycle over (θ_s) :

$$\varphi(0, \omega) = I, \text{ for all } \omega \in \Omega,$$

$$\varphi(s + t, \omega) = \varphi(t, \theta_s \omega) \circ \varphi(s, \omega),$$

for all $t, s \in T$, $\omega \in \Omega$, where $T = \mathbb{R}$ or $T = [0, +\infty)$.

Consider the RDS, generated by the next differential equation:

$$\dot{x} = A_\omega(t)x + F_\omega(t, x), \tag{1}$$

where $A_\omega(t) \in L(X)$ and $DF_\omega(t, 0) = 0$. The nonlinearity $F_\omega(t, x): T \times \Omega \times X \rightarrow X$ are assumed to be continuous.

Together with the system (N) consider the next linear RDS, generated by:

$$\dot{y} = A_\omega(t)y. \tag{2}$$

We will say that the systems (1) and (2) are T –topologically equivalent if there exist a function $H_\omega: T \times \Omega \times X \rightarrow X$ and its inverse $G_\omega(t, u) = H_\omega^{-1}(t, u)$ with the following properties for P –a.e. $\omega \in \Omega$:

- (a) if $y(t)$ is a solution of (2), then $H_\omega(t, y(t))$ is a solution of (1);
- (b) $H_\omega(t, u) - u$ is bounded in $T \times \Omega \times X$;
- (c) for each fixed $t \in T$ $u \rightarrow H_\omega(t, u)$ is a homeomorphism of X ;
- (d) $G_\omega(t, u)$ has properties (b)-(c) and maps solutions of (1) into solution of (2).

Moreover, if H_ω is a uniform homeomorphism, we will say that systems (1) and (2) are T –strongly topologically equivalent

Before giving a main result let us introduce hypothesis we need.

(i) We denote by $\Phi_\omega(t, x) \in L(x)$, $s \leq t$ transition operator of system (2) and assume that there exist $a > 0$ such that for P –a.e. $\omega \in \Omega$

$$\|\Phi_\omega(t, x)\| \leq K e^{-a(t-s)} \text{ for all } s \leq t.$$

(ii) A_ω satisfies

$$\begin{aligned} \sup_{0 \leq t \leq 1} \log^+ \|A_\omega(\cdot)\| &\in L^1(\Omega, \mathfrak{F}, P), \\ \sup_{0 \leq t \leq 1} \log^+ \|A_\omega^{-1}(\cdot)\| &\in L^1(\Omega, \mathfrak{F}, P), \end{aligned}$$

and

$$\sup_{t \in T} \log^+ \|A_\omega^{-1}(\cdot)\| := D < \infty.$$

(iii) The identities $F_\omega(t, 0) = 0$ on T hold the mapping F_ω satisfy the global assumptions

$$\begin{aligned} \sup_{t \in T} \text{lip } F_\omega(t, \cdot) &:= l < \infty, \\ \sup_{(t, x) \in T \times X} \|F_\omega(t, x)\| &:= M < \infty. \end{aligned}$$

(iv) The function $F_\omega(t, x)$ and it's derivatives with respect to x up to order k –th are continuous function of x for P –a.e. $\omega \in \Omega$.

Moreover, for any $\varepsilon > 0$ there exists $\delta > 0$ such that

$$\begin{aligned} \|D_2 F_\omega(t, x) - D_2 F_\omega(t, \bar{x})\| &< \varepsilon \\ \text{when } \|x - \bar{x}\| &< \delta. \end{aligned}$$

Then we can formulate the next results, which shows us the sufficient conditions for C^k –topological equivalence of systems (1) and (2).

Theorem. Assume that hypothesis (i)-(iv) are satisfied then the systems (1) and (2) are C^k –strongly topological equivalent.

References

1. D.M. Grobman. Homeomorphisms of systems of differential equations (in Russian) / Doklady Akademii Nauk SSSR. – 1959. – C. 880-881.
2. P. Hartman. A lemma in the theory of structural stability of differential equations / Proc. AMS. – 1960. – № 11(4). – P. 610-620.

БІОІНФОРМАТИКА – НАУКА ЧИ МЕТОД

Н.О. Кузьмич, студент ОП «Кібербезпека»

Ю.В. Новікова, к.ф.- м.н., доцент, зав. кафедри ВМФ

Донецький національний технічний університет, м. Луцьк, Україна

Анотація: Про біоінформатику чули багато хто. Хтось знає більше, хтось менше. У роботі ми пригадаємо, що таке наука, метод та біоінформатика. Та спробуємо відповісти на питання, яке не має точної відповіді, біоінформатика – це наука чи метод?

Ключові слова: біоінформатика, науковий метод, біологія, інформатика.

Наука – це особливий вид пізнавальної діяльності людини, спрямований на отримання, обґрунтування та систематизацію об'єктивних знань про світ, людину, суспільство і саме пізнання, на основі яких відбувається перетворення людиною дійсності [1]. Знання створюються і використовуються у будь-якій сфері людської діяльності, але тільки у сфері науки виробництво нових знань виступає не лише засобом, а й основною метою та основним продуктом праці. При цьому, як самі наукові знання, так і процес їх отримання, мають низку специфічних ознак, які, взяті в сукупності, не характерні для знань, які отримують інші сфери діяльності. Безпосередні функції науки – вивчення, опис, пояснення та прогнозування дійсності.

Наука ставить своєю кінцевою метою передбачити процес перетворення предметів практичної діяльності (об'єкт у вихідному стані) у відповідні продукти (об'єкт у кінцевому стані).

Метод – це сукупність раціональних дій, які необхідно зробити, щоб вирішити певне завдання або досягти певної мети. Застосування того чи іншого методу визначається метою діяльності та умовами, в яких вона здійснюється [2].

Будь-який метод спирається на певне знання про об'єкти пізнання чи практичної дії. Методи складаються в ході раціональної рефлексії над об'єктним (предметним) змістом у певній абстрактній області всередині певних орієнтацій та закріплюються у принципах, нормах та методиках діяльності. Предметне розгортання методу здійснюється у процедурі, що доводить дію факторів, синтезованих у методі, до окремих операцій.

Біоінформатика – це біологія, яка робиться не в полі і не в пробірці, а на комп'ютері.

З розвитком інформаційних технологій з'явилося безліч зручностей різного характеру. Не минули ці зручності й наукові дослідження. Цілком не дивно, що і в біології з'явився і знайшов застосування величезний розділ науки – біоінформатика. Хоча слід зазначити, що це сталося зовсім недавно. Так, датою початку використання біоінформатики у біології можна назвати 1970 рік. Тоді Поліна Хогеверг (нідерландський біолог) та Бен Хеспер запровадили термін «біоінформатика», визначивши його як вивчення інформаційних процесів у біотичних системах [3].

Біоінформатика стала невід'ємною частиною багатьох сфер біології. У рамках експериментальної молекулярної біології методи біоінформатики, такі як обробка зображень та сигналів, дозволяють отримувати корисні результати з

великих обсягів необроблених даних. У генетиці вони допомагають упорядковувати і анутовати геном та мутації, що спостерігаються. Відіграє роль в аналізі експресії та регуляції генів та білків. Інструменти біоінформатики допомагають порівнювати, аналізувати та інтерпретувати генетичні та геномні дані та у більш загальному плані розуміти еволюційні аспекти молекулярної біології. На вищому інтеграційному рівні вона допомагає аналізувати, а також каталогізувати біологічні шляхи та мережі, які є невід'ємною частиною системної біології. У структурній біології вона допомагає в моделюванні ДНК, РНК, білків та біомолекулярних взаємодій [4, с.5].

Було закладено основну модель біоінформатики: розробка інструментів комп'ютерного представлення біологічних даних, забезпечення їх зберігання та доступності; статистична обробка результатів експериментів та реконструкція на цій основі математичних та комп'ютерних моделей біологічних процесів [4, с.4]. Це визначило місце нового напрямку серед інших біологічних дисциплін: за допомогою біоінформаційного підходу з'явилася можливість уточнювати існуючі моделі біологічних систем та створювати нові, на основі яких можна планувати експерименти.

Найзагальнішим питанням біоінформатики залишається вдосконалення алгоритмів обчислень та різного роду розрахунків за моделями, збільшення статистичної підтримки тих чи інших обчислень і, як не дивно, накопичення емпіричних даних традиційними методами біології. Це все робиться для того, щоб згодом ці дані могли бути застосовані для навчання різноманітних нейромереж.

Отже, біоінформатика має величезний вплив на медицину та біологію, як фундаментальну, так і практичну. Статистичні методи відкривають небувалі перспективи багатьох галузей цих наук. При цьому нове застосування знаходять багато моніторингових досліджень, які не мали великого застосування в минулому. Тепер ці величезні масиви даних можуть бути проаналізовані із застосуванням обчислювальної техніки. Як це нерідко буває, застосування методів на стику дисциплін та міждисциплінарні дослідження приносять часом найнесподіваніші результати, які мають великий вплив на розвиток науки.

Біоінформатику неможливо однозначно назвати наукою чи методом. Це група методів для аналізу та інтерпретації біологічних даних, які формуються на основі біології та інформаційних технологій.

Перелік посилань

1. Посібник з філософії [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://subject.com.ua/philosophy/philosophy/50.html>
2. Наукове дослідження: методи та методологія. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://osvita.ua/vnz/reports/pedagog/14098/>
3. The Roots of Bioinformatics in Theoretical Biology [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3068925/>
4. Горобець С.В., Горобець О.Ю., Хоменко Т.А. Основи біоінформатики. Підручник для студентів напрямку підготовки 6.051401 «Промислова біотехнологія» факультету біотехнології і біотехніки. – Київ. – НТУУ «КПІ». – 2010. – 156 с.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОТИ ВІТРОГЕНЕРАТОРА

О.М. Любименко, к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри «ЕлІн»

О.А. Штепа, к.т.н., доцент, доцент кафедри «Електронної техніки»

Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Анотація. Проведено теоретичний аналіз принципу роботи вітроустановки з індукційним генератором та комп'ютерне моделювання впливу швидкості вітру на основні параметри роботи генератора. Протестовано алгоритм виконання послідовних операцій для дослідження процесів в середині вітрогенератора. Модель дозволяє здійснювати порівняння параметрів роботи вітроустановки при різних режимах та заданих швидкостях вітру. Результати моделювання дозволяють отримувати необхідну інформацію для впровадження заходів по компенсації реактивної потужності. Складена модель дозволяє отримувати шляхи вдосконалення вітрогенератора та системи отримання електричної енергії.

Ключові слова: комп'ютерна модель, моделювання, вітрогенератор, швидкість вітру, параметр.

Моделювання роботи вітрогенератора відбуватиметься в програмному пакеті plescs [1-2]. Структурна схема керування вітрогенератором представлена на рис. 1.



Рис.1 . Структурна схема керування вітрогенератором

Комп'ютерна модель для тестування роботи вітрогенератора та отримання електричної енергії від енергії вітру (DFIG) представлено на рис.2.

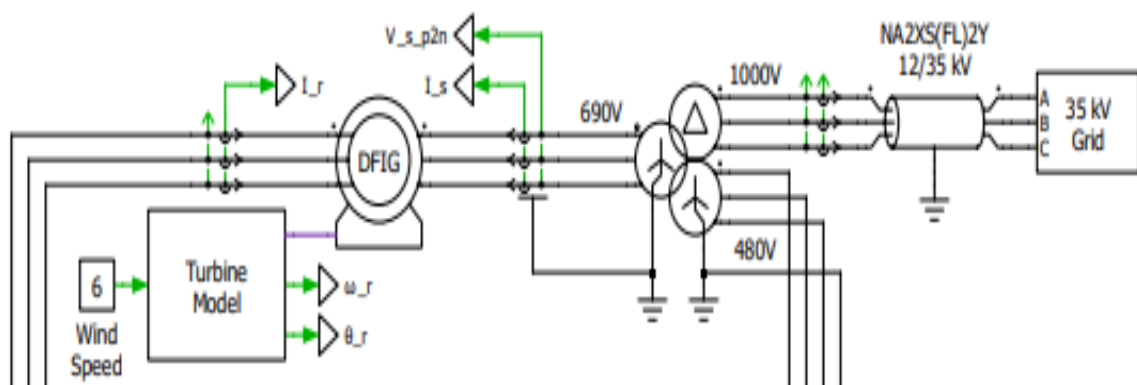


Рис.2. Система з індукційним генератором

Ця комп'ютерна модель вітрогенаратора з індукційним генератором демонструє підключену до електромережі систему вітрової турбіни. Модель

системи включає в себе механічну модель лопатей, втулки та вала, зворотний перетворювач, включаючи обчислення теплових втрат, магнітну модель трифазного трансформатора, а також лінію електропередачі та мережу. Електрична схема живлення складається з двигуна, статор якого безпосередньо підключений до мережі через трансформатор, а обмотка ротора підключена через контактні кільця до зворотного перетворювача. З боку мережі перетворювач підключений до третинної обмотки трансформатора, який подає вироблену електроенергію в мережу середньої напруги 35 кВ через кабель довжиною 20 км. Лінія передачі моделюється за допомогою компонента лінії з розподіленими параметрами.

Лопаті вітряної турбіни вловлюють енергію вітру і перетворюють її в механічну енергію, а потім генератор DFIG перетворює її в електричну енергію для мережі завдяки встановленим перетворювачам, які максимально намагаються перетворити усю механічну енергію (яка залежить від швидкості вітру та напрямку вітрового потоку). Для цього на вході подається різне значення швидкості вітру, а спроектована модель здійснює пошук необхідних значень. Провели розрахунок для швидкості вітру 6 м/с та 7 м/с (це середнє значення по регіону) та визначили характер зміни поведінки швидкості обертання: 1- ротор; 2 – втулки; 3 – лопатей (рис.3).

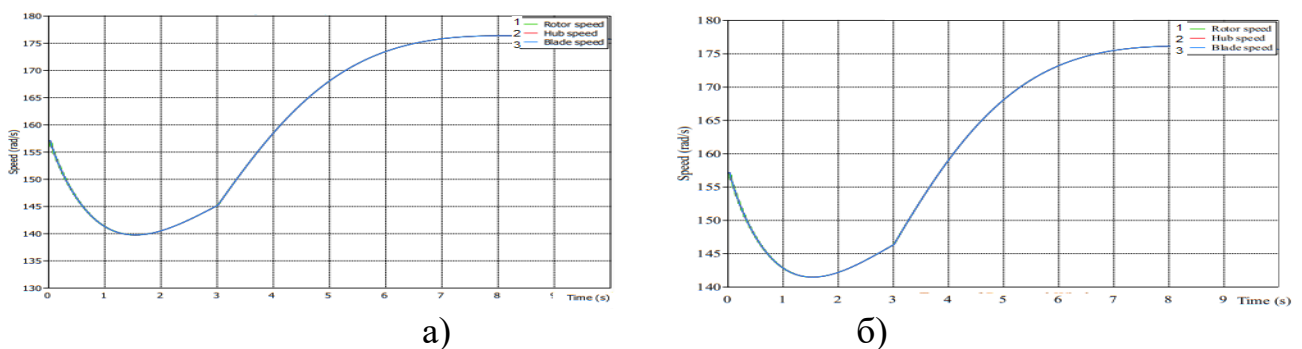


Рис. 3. Поведінка швидкості обертання: 1- ротор; 2 – втулки; 3 – лопатей при швидкості вітру 6 м/с(а) та 7 м/с(б)

На початку моделювання можна спостерігаємо затухаючі коливання внаслідок пружного зв'язку та зв'язку з пов'язаного втратами енергії на тертя. Після проведення оцінки впливу швидкості вітру 6 м/с та 7 м/с, оцінено поведінку швидкості обертання і обертового моменту.

Перелік посилань

1. Dongran Song, Junbo Liu, Yinggang Yang, Jian Yang, Mei Su, Yun Wang, Ning Gui, Xuebing Yang, Lingxiang Huang, Young Hoon Joo, Maximum wind energy extraction of large-scale wind turbines using nonlinear model predictive control via Yin-Yang grey wolf optimization algorithm, Energy, Volume 221, 2021, 119866, <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.119866>.
2. G.M. Joselin Herbert, S. Iniyan, E. Sreevalsan, S. Rajapandian, A review of wind energy technologies, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 11, Issue 6, 2007, Pages 1117-1145, <https://doi.org/10.1016/j.rser.2005.08.004>.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ МОНІТОРИНГУ ДАНИХ З НЕЗАЛЕЖНИМ АГРЕГАТОРОМ

М.В. Оболонський, ОП «Інженерія програмного забезпечення»

Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна

О.А. Дмитрієва^{1,2}, доктор технічних наук, професор.

¹*Дослідницький центр моделюючих технологій (SimTech) університету
Штутгарта, Німеччина*

²*НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського», Київ, Україна,*

Анотація. Роботу присвячено питанням розробки методів та алгоритмів функціонування системи моніторингу даних з незалежним агрегатором. В якості предметної області моделювання обрано динамічні процеси зміни курсів криптовалют, конвертування, обґрунтування пропозицій щодо обміну. Розроблено та протестовано програмну систему для месенджера Telegram, основними завданнями якої є здійснення моніторингу та прогнозування змін у курсах валют, візуалізація динаміки поведінки. Методи дослідження, які використані при розробці телеграм-боту, базуються на основних положеннях теорії алгоритмів і структур даних, емпіричних методів програмної інженерії, принципах об'єктно-орієнтованого програмування.

Ключові слова: моделювання процесів, моніторинг даних, незалежний агрегатор, Telegram-бот, проектування програмної системи, тестування.

Згідно з інформацією від платіжної платформи Triple-A [1] Україна посіла перше місце у списку країн, значна частина населення яких володіє цифровими активами. Більше 5.5 мільйонів українців, а це 12.7% від загальної кількості, володіють криптовалютами. За останніми оцінками Україна має найбільший обсяг транзакцій із цифровими активами та займає 4 місце у списку країн з високою популярністю криптовалют. У зв'язку з бурхливим інтересом українців до світу криптовалют з'являються запити на прості системи, які дозволять швидко та легко зорієнтуватися на ринковому полі. Користувачі все більш намагаються відходити від концепції отримання цифрової інформації від персонального комп'ютера та переходять до компактних смартфонів. Через це постає необхідність розробки кросплатформного додатку для програмної системи моніторингу даних з незалежним агрегатором.

Програмна система моделювання процесів моніторингу даних з незалежним агрегатором, що пропонується в роботі, передбачає збір та обробку даних про курси криптовалют, а саме, ціни, ринки, об'єми торгів, добові зміни курсу та ретроспективні дані за певний проміжок часу, візуалізацію поведінки та прогнозування змін.

Розробці системи моделювання передував ретельний об'єктний аналіз предметної області. Було розглянуто існуючі алгоритми розробки систем моніторингу даних та досліджено особливості систем моніторингу, які застосовуються на криптовалютному ринку, проведено порівняльний аналіз розглянутих систем, обрано і обґрунтовано сучасні інформаційні технології для створення телеграм-боту.

Теоретичним підґрунтям для складової обробки великих обсягів даних, виявлення закономірностей та прогнозування подальшої поведінки динамічних

процесів у роботі стали основні положення теорії емпіричних методів [2]. Для отримання доступу до необхідних даних певного ресурсу був застосований прикладний програмний інтерфейс (API) [3], який дозволив фільтрувати інформацію про цифрові активи, обробляти таку інформацію у відповідності до вимог та виводити через створений інтерфейс користувачеві.

Через необхідність зберігання великих обсягів даних про цифрові активи програмна система використовувала кінцевий автомат з обмеженою кількістю станів. Архітектурне проектування системи [4] здійснювалося за допомогою UML-діаграм класів, варіантів використання, кооперації, станів, розміщення, послідовностей реалізації функцій (пошуку валют, конвертування і т.п.). При проектуванні інтерфейсу основна увага приверталася до організації взаємодії між програмною системою та користувачами, пристроями та іншими системами, з якими вона взаємодіяла. Макети інтерфейсу (рис. 1-2) та UML діаграми створювалися за допомогою графічного сервісу DrawIo. Лише після цих етапів відбувалося детальне проектування, яке було орієнтовано на реалізацію конкретних завдань, процесів, об'єктів, класів та модулів. Програмна реалізація системи моніторингу здійснювалася в середовищі PyCharm мовою Python з бібліотекою Aioogram та з незалежним агрегатором CoinGecko, який дозволяє відстежувати дані про криптовалюту. Для обробки даних та візуалізації результатів було застосовано бібліотеки Pandas, Numpy, Altair та програмну платформу Node.js.

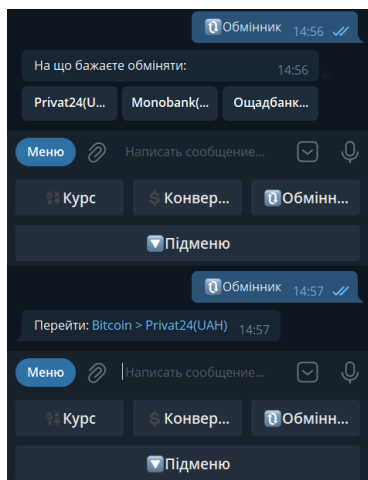


Рис. 1. Вигляд екрану у діалозі та посилання на сервіс



Рис. 2. Варіант візуалізації динаміки монети Ethereum

Перелік посилань

1. Triple-A. Cryptocurrency information about Ukraine [електронний ресурс] – Режим доступу: <https://triple-a.io/crypto-ownership-ukraine/>.
2. Felderer M. Contemporary Empirical Methods in Software Engineering/ M. Felderer, G. Travassos. – Springer, 2020. – 535 с.
3. Лоре А. Проектування веб-API/ А. Лоре. – К.: ДМК Прес, 2020. – 440 с.

РІШЕННЯ ПРОБЛЕМИ ОПРАЦЮВАННЯ ДОВГИХ ЧИСЕЛ В АСИМЕТРИЧНИХ КРИПТОСИСТЕМАХ

Є.В. Павловський, ст. викладач кафедри ПМІ

Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Анотація: Актуальною проблемою в сучасних алгоритмах криптографії є опрацювання довгих чисел, які виходять за рамки діапазону вбудованих в мову програмування числових змінних. К таким мовам програмування, наприклад належить C та C++.

Ключові слова: криптографія, довга арифметика, переповнення, довгі числа, мова програмування.

Вступ. На сьогоднішній день в сучасних алгоритмах криптографії є потреба в опрацюванні та зберіганні великих чисел, які виходять за рамки діапазону значень самої великої числової змінної. К таким мовам програмування, належить C та C++. Рішенням проблеми переповнення даних можуть бути або класи, в яких інкапсульована робота з такими числами: арифметичні дії, зведення в ступінь, квадратний корінь і т.і., або створення заголовкового файлу мови програмування C, C++, який дозволить підключати його до вихідного коду та використовувати числовий тип даних розміром понад 8 байт.

Основна частина. Сучасні алгоритми криптографії працюють з числами які виходять за межі навіть 64-бітних чисел. Це обумовлена тим, що, наприклад, асиметричний алгоритм RSA (рис. 1) використовує розкладання на прості множники та зведення в ступінь за модулем.

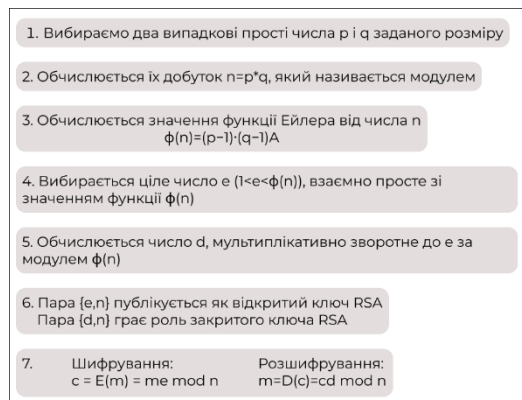


Рис. 1. Схема роботи алгоритму RSA

Для початку потрібно обрати два простих числа. Візьмемо відносно невеликі числа p та q : 3557 та 2579 відповідно. Навіть при таких числах при розшифруванні тексту алгоритм повинен здійснювати зведення числа в ступінь 61111579. Зрозуміло що число в цій степені буде виходити за рамки діапазону, змінної типу `long long` (максимум 8 байт) мови програмування C++. Таким чином, для представлення таких чисел в стандартних комп'ютерних типах даних не вистачає кількості двійкових розрядів, тобто маємо справу з довгими числами. Реалізація арифметичних операцій над такими довгими числами повинна здійснюватися засобами довгої арифметики. Таким чином виникає

проблема не тільки зберігання чисел з подібним порядком, а й програмне здійснювання арифметичних операцій над ними.

Отже, стикаємося з проблемою здійснення операцій над числами, розрядність яких перевищує 64 біт. Одним із рішень подібної проблеми є виконання базових арифметичних операцій над програмними структурами даних, такими як масиви.

Будь-яке велике число можна представити у вигляді рядка, а саме у вигляді масиву символів, або чисел, кожне з яких є цифрою числа. Наведемо число у вигляді масиву (рис. 2).

число 579 223 372 036 854 775 807																
20	19	18	17	16	15	14	13-6	5	4	3	2	1	0			
5	7	9	2	2	3	3	...	7	7	5	8	0	7			

Рис. 2. Представлення числа у вигляді масиву символів

Тобто, кожна цифра цього числа заноситься в масив, який містять цілі числа або символи. Арифметичні дії з числами, які представлені у вигляді масиву, зводяться до виконання дій «у стовпчик». Такі обчислення здійснюються не апаратними засобами, а програмними.

Опис пропозиції. Пропонується створення типу даних, який можна підключати до вихідного коду командою `include` і оголошувати тип змінних, які можуть містити беззнакове ціле значення довжиною до 256 біт.

Таким чином, визначив новий тип даних `uint256`, фрагмент коду розшифровування повідомлення алгоритмом RSA буде мати вигляд, наведений на рис. 3.

```
for (int i = 0; i < text.size(); i++) {
    uint256 value = pow(text[i], d);
    uint256 mod = value % n;
}
```

Рис. 3. Фрагмент коду з використання довгих чисел

Висновки. Виходячи з вищенаведеного, в асинхронних криптографічних алгоритмах є потреба створення типу даних, який працює з довгими числами і який можна підключати до вихідного коду. Окрім цього будуть забезпечені арифметичні дії з розглянутим вище типом даним, такі як додавання, віднімання, ділення, множення, зведення в ступінь, остача від ділення і т.і.

Перелік посилань

1. Тарнавський Ю. А. Технології захисту інформації: підручник / Юрій Тарнавський. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 162 с.
2. William H. Press et al. Numerical Recipes in C++, Second edition / Henry William. – Cambridge Univ. Press, 2002. – 922 p.

РОЗВИТОК СВІТОВОГО РИНКУ ІТ-ТЕХНОЛОГІЙ

С.О. Савукова, студентка ОП «Кібербезпека»
Н.Ф. Гоголева, к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри ВМФ
Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Анотація. Одним із ключових факторів економічного зростання для будь якої країни світу є активне використання інформаційно-комунікаційних технологій. Розвиток інформаційних технологій в сьогоденні є необхідною умовою існування цивілізованого розвиненого суспільства. У роботі розглянуті деякі прогнози деякі прогнози щодо світових витрат на розвиток ІТ технологій.

Ключові слова: інформаційні технології, прогнозування, апроксимація.

Для прогнозування на сьогоднішній день існує безліч складних математичних моделей, але якщо нам потрібно отримати результат при невеликій кількості даних за обмежений період часу і потрібно швидко оцінити перспективні значення, то можна використовувати функціонал Microsoft Excel. Буде розглянуто лише три інструменти з наявних у програмі: функція «Тенденція», функція «Зростання», функція «Предсказ». Даний вид прогнозу не враховує вплив внутрішніх і зовнішніх факторів, але підійде для отримання результату інерційного сценарію. Для розгляду будуть використовуватись дані світових витрат на інформаційні технології за дев'ять років (таб.1)[1].

*Таблиця 1. Світові витрати на інформаційні технології
за 2012 – 2021 рр. та прогнозні значення (млрд. дол. США)*

	Тенденція	Зростання	Предсказ
2012	3648	3648	3648
2013	3663	3663	3663
2014	3463	3463	3463
2015	3385	3385	3385
2016	3394	3394	3394
2017	3538	3538	3538
2018	3714	3714	3714
2019	3817	3817	3817
2020	3872	3872	3872
2021	4238	4238	4238
2022	3995,7	3989,6	3995,7
2023	4054,3	4124,6	4054,3
2024	4112,9	4267,8	4112,9

Першими використовували функції "Зростання" та "Тенденція". Ці функції призначені для того, щоб екстраполювати майбутні значення, які продовжують експоненційну криву та пряму лінію відповідно. Функція "Зростання" заснована на експоненційній залежності, тому значення зростають більш стрімко, ніж при використанні функції "Тенденція", яка повертає значення за лінійною апроксимацією МНК.

Незважаючи на те, що формули виглядають однаково, вони використовують різні алгоритми. Більш реалістичніший прогноз дає "Тенденція". Функція "Предсказ" повертає одну точку, а не масив.

Відобразимо обчислення на графіку (рис.1). Як видно, прогнозні значення знайдені за допомогою "Тенденція" та "Предсказ" збігаються, а значення за "Зростання" дещо відрізняються.

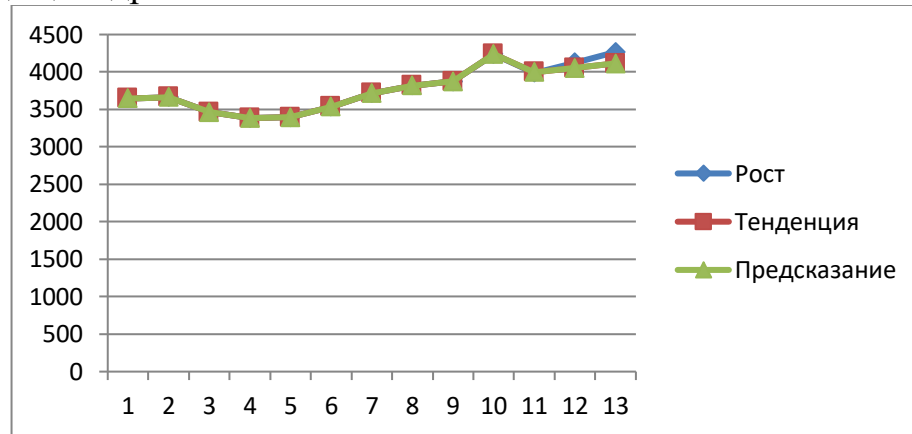


Рис.1. Прогнозні значення світових витрат на інформаційні технології (млрд.дол. США)

Ми отримали інерційний прогноз, який не враховує вплив факторів, що впливають на світові витрати за нашим показником. Таким чином, не варто забувати, що мало знайти прогноз. Перш ніж користуватись знайденими даними, потрібно оцінити адекватність відібраної моделі, яка найкраще відповідає вихідним даним. Це робиться, наприклад, за допомогою критерію Фішера.

Фактично у 2021 р. світовий ринок витрат на ІТ виріс на 9,5% , що складає 4,23 трлн. дол. США [2]. Але рік тому, у квітні 2021 р., аналітики прогнозували темпи зростання у 2021 р. на 8,4% , що складало би 4,072 трлн. дол. США.

У зв'язку з епідемією COVID в світі відзначаються високі темпи зростання попиту на ІТ технології – на 10,6%. Весь світ оцінив переваги віддаленої роботи. Найшвидше росли сегменти пристроїв, техніки та комп'ютерного забезпечення: на 16,1% та 15,9% відповідно [1]. Отримані нами результати підтверджують світову тенденцію зростання у суспільстві попиту на ІТ технології.

Перелік посилань

1. United Nations UNCTAD. SDG Pulse. URL: <https://unctad.org/statistics> (дата звернення 10.11.2022).
2. Gartner. Офіційний сайт. URL: <https://www.gartner.com/en> (дата звернення 10.11.2022).

ПОБУДОВА АНАЛІТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ АЛГОРИТМІВ ТА ОЦІНКА ЇХ СКЛАДОВИХ

О.О. Сергієнко, студент ОП «Інженерія програмного забезпечення»

І.А. Назарова, к. т. н., доцент, доцент кафедри ПМІ

Л.Г. Сергієнко, к. пед. н., доцент, доцент кафедри ВМФ

Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Анотація. Метою даної роботи є вивчення існуючих трьох класів формальних, аналітичних моделей алгоритмів та їх практичне застосування.

Ключові слова : курсивні функції, машини Тюрінга, нормальні алгоритми Маркова.

Вивчення різних моделей алгоритмів є одним з найважливіших етапів розв'язання математичних задач. Своєю появою та розвитком він зобов'язаний необхідності моделювати різні обчислювальні процеси механічного характеру.

Теорія сучасного алгоритму широко використовується в багатьох областях математики (основна математика, математичний аналіз, алгебра, геометрія тощо), прикладної математики, таких як логіка тощо. Крім того, теорія алгоритмів незамінна при вивченні високошвидкісних електронно-обчислювальних процесів.

Можливість представити обчислювальний процес у формі, придатній для конкретного завдання, а також створення найбільш оптимального алгоритму - необхідні умови для вирішення сучасних математичних задач за допомогою комп'ютера.

Загальний вигляд функції $f(n)$, яка реалізує завдання – знайти найменший простий дільник числа n наведений в формулі (1.1):

$$f(n) = \left(\max_{x=2}^n \left(x \cdot \left(\overline{sg} \left| \sum_{i=1}^x \overline{sg}(x \bmod i) - 2 \right| \right) \right) \right) \cdot sg(n \div 1)$$

Опис математичної моделі алгоритму в даному випадку зроблений на основі машини Тюрінга та композиції машини Тюрінга. Для цього необхідно: описати системою команд, функціональною таблицею та діаграмою переходів роботу машини Тюрінга, реалізуючи заданий варіантом алгоритм. Начальна та кінцева конфігурації стандартні.

Програмно перевірити модель алгоритму на множині тестових прикладів. Привести послідовність конфігурацій розробленої машини Тюрінга задля різних тестових слів.

Система команд класичної машини Тюрінга заснована на зовнішньому та внутрішньому алфавіті та представлена у функціональній таблиці 1

Таблиця 1

q_x	0	1	λ	=
q_0	$q_0 0R$	$q_0 1R$	$q_1 = \underline{L}$	
q_1	$q_2 0R$	$q_3 1R$		
q_2			$q_4 1L$	$q_2 = \underline{R}$
q_3			$q_4 0L$	$q_3 = \underline{R}$
q_4	$q_4 0L$	$q_4 1L$	$\underline{q_4 \lambda R}$	$q_4 = \underline{L}$

1. $q_0 1 \rightarrow q_0 1R$
2. $q_0 0 \rightarrow q_0 0R$
3. $q_0 \lambda \rightarrow q_1 = L$
4. $q_1 0 \rightarrow q_2 0R$
5. $q_2 = \rightarrow q_2 = R$
6. $q_1 1 \rightarrow q_3 1R$
7. $q_3 = \rightarrow q_3 = R$
8. $q_2 \lambda \rightarrow q_4 1L$
9. $q_3 \lambda \rightarrow q_4 0L$
10. $q_4 0 \rightarrow q_4 0L$
11. $q_4 1 \rightarrow q_4 1L$
12. $q_4 \lambda \rightarrow q_4 \lambda R$
13. $q_4 = \rightarrow q_4 = L$

Діаграма переходів для заданої КМТ представлена на рисунку 1

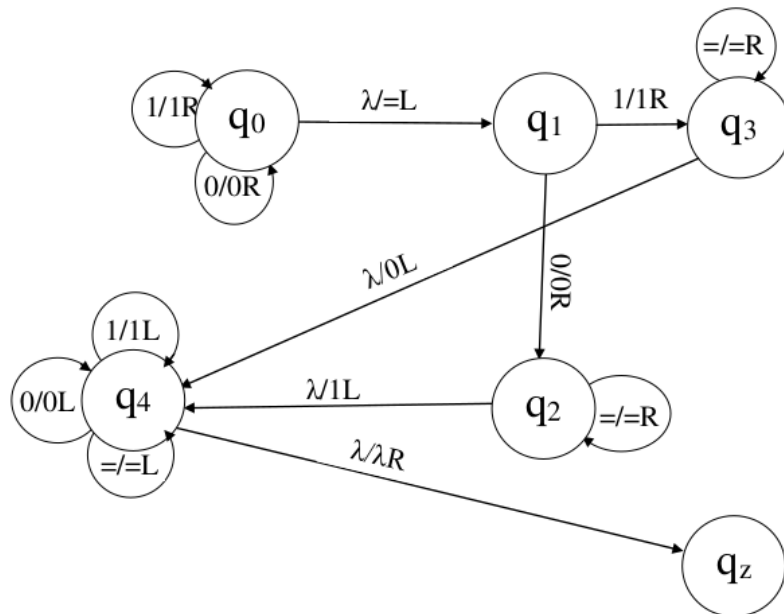


Рис. 1 – Діаграма переходів для заданої КМТ

Реалізація алгоритму у вигляді композиції машини Тюрінга, яка може обчислювати рекурсивні функції, має наступну блок-схему: див. рис.2.

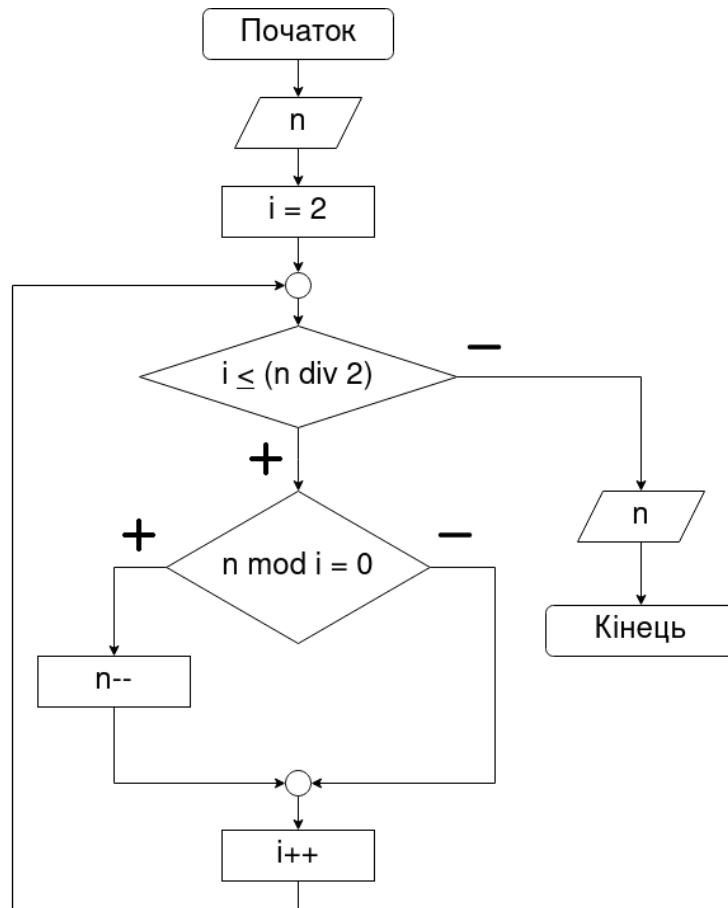


Рис. 2. Блок-схема МТ

В якості **резюме** треба відзначити, що під час виконання даної роботи була реалізована певна рекурсивна функція, побудовані машини Тюрінга та нормальні алгоритми Маркова. Також були вивчені основні принципи обчислення часової складності алгоритмів.

Перелік посилань

1. Машини Тюрінга: конспект лекцій для підготовки здобувачів вищої освіти галузі знань 12 «Інформаційні технології» спеціальностей 121 «Інженерія програмного забезпечення», 122 «Комп’ютерні науки», 125 «Кібербезпека» / Н.М. Баландіна, С. В. Федоровський. – Одеса: НУ «ОЮА», 2020. – 32 с.
2. Назарова І. А. Конспект лекцій за курсами «Дискретні структури» та «Теорія алгоритмів, формальних мов і побудови трансляторів» для студентів, що навчаються за напрямками підготовки «Програмна інженерія» та Комп’ютерні науки» / І. А. Назарова. — Донецьк: ДонНТУ, 2010.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ WEB-СЕРВЕРУ

Д.А. Стреляєв, студент ОП «Інженерія програмного забезпечення»

Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна

В.І. Костін, старший викладач кафедри ПМІ

Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Анотація. Розглядається дослідження продуктивності веб-сервера, які працюють у мережах. Для вимірювання продуктивності web-серверу використовувалися такі показники, як середній час відгуку; пропускна спроможність; кількість помилок на секунду. Для моделювання продуктивності web-серверу була вибрана система масового обслуговування M/G/1/K з розподіленням процесору.

Ключові слова: WEB-сервер, APACHE, продуктивність, модель, СМО.

В цей час постійного зростання та видозміни Інтернет трафіку дуже важливо завчасно планувати продуктивності систем, що працюють у мережах. Планування можливостей і продуктивності включає вміння прогнозувати момент, коли існуючі програмні засоби не зможуть забезпечити необхідний рівень обслуговування [1].

Продуктивність web-серверу залежить від багатьох змінних: апаратні засоби сервера та операційне оточення; прикладна програма серверу; протокол мережі; а також мережа, її апаратні засоби, пропускна здатність та затори. Сприйняття цієї продуктивності залежить також від сторони клієнта: платформа клієнта та його оточення, браузер клієнта. Деякі браузери уживають заходів, щоб поліпшити сприйняття продуктивності, наприклад, відображаючи зображення на сторінці, у той час як вони завантажуються замість того, щоб чекати, поки все зображення не завантажено повністю [2].

Для вимірювання продуктивності web-серверу звичайно використовують такі показники:

- середній час відгуку;
- пропускна спроможність;
- кількість помилок на секунду.

Час відгуку – це час між моментом коли запит був надісланий до серверу та моментом коли був отриманий успішний відгук.

Пропускна спроможність – це швидкість обслуговування HTTP-запитів у секунду. Сервер повинен відкрити, обслужити та закрити підключення для кожного запиту HTTP [3].

Також показником продуктивності web-серверу є кількість помилок на секунду. Під помилкою розуміється будь-яка відмова при взаємодії з сервером.

Причиною помилки може бути переповнення черги на обслуговування HTTP-запитів. У цьому разі усі наступні спроби клієнтів ігноруються, внаслідок чого клієнт стане повторно передавати свій запит доки в черзі не з'явиться вільне місце чи не спливе певний зазначений термін часу. Від інтенсивності помилок залежить сприйняття надійності роботи web-серверу.

Вибір методу моделювання. Так як web-сервери – це системи масового обслуговування, які обробляють потік заявок (запити користувачів), що потрапляють у випадкові моменти часу. Пропускна здатність системи масового обслуговування залежить від кількості каналів та їхньої продуктивності, а також від характеру потоку заявок.

Розробка моделі. Моделі $M/M/1/K$ або $M/D/1/K$ з порядком обслуговування FCFS (перший прийшов, перший обслуговується) можуть дуже гарно прогнозувати продуктивність web-серверу [4].

Розглянемо модель web-серверу, яка складається з процесора та черги, прикріпленої до нього. Загальна кількість завдань у системі обмежена. Процес надходження запитів припускається пуассонівським, а розподілення часу обслуговування – довільне. Таку систему можна позначити як систему $M/G/1/K$. Ця модель добре відображає ідею використання процесів, що виконуються одночасно у циклічному режимі.

Завдання надходять за розподілом Пуассона з інтенсивністю λ . Час обслуговування має довільний розподіл із середнім $\bar{x}$. Задача, що надходить, буде блокована якщо загальна кількість завдань у системі досягла обумовленої величини K . Імовірність блокування позначимо як P_b . Вона дорівнює імовірності того, що в системі знаходиться K завдань, тобто система заповнена. Тоді інтенсивність блокування запитів – λP_b . Завдання в черзі одержує невелику частку часу обслуговування і потім зупиняється, поки кожне завдання в черзі не отримає таку частку обслуговування в циклічному режимі. Коли завдання отримує необхідну кількість обслуговування, воно залишає чергу. Таку систему можна розглядати як мережу масового обслуговування з одним вузлом [5].

Для прогнозування показників продуктивності web-сервера необхідно визначити параметри для заданої конфігурації сервера та середнього навантаження на нього. Для визначення цих параметрів необхідно генерувати потік запитів на сервер з високою інтенсивністю. Тому необхідне створення механізму генерації такого потоку запитів, який був схожий на реальний трафік Інтернету.

Було розроблено схему реалізації такого механізму. Набір клієнтських машин з'єднаний з серверною машиною, що тестується. Кожна з клієнтських машин виконує кілька процесів. Якщо потрібно врахувати ефект глобальної мережі, клієнтські машини мають бути підключені до сервера через роутер. Ціль роутера – моделювати затримки глобальної мережі, вводячи штучні затримки у своєму механізмі пересилання даних.

Реалізація функції програми. Для обробки віртуальних клієнтів у процесі моделювання використовуються наступні функції:

1. Функція «init_client» ініціалізує структуру, яка зберігає параметри з'єднання з сервером.
2. Функція «finish» у разі виникнення помилки виводить на екран зібрану статистику та закінчує роботу програми.
3. Функція «deadline_passed» перевіряє - чи не минув термін часу для створення нового запиту.

4. Функція «build_http_request» формує рядок HTTP запиту до серверу. Рядок запиту формується за стандартом запиту HTTP запиту GET.

5. Функція «print_stats» виводить на екран усю статистику, зібрану у процесі моделювання. Також функція має можливість виводу статистики у двох форматах: для простого інформування, та для подальшої обробки у форматі csv.

6. Функція «gettimeofday» визначає точний часі. Функція аналізує значення системного таймеру використовуючи системну функцію виміру часу з великою точністю – GetSystemTimeAsFileTime.

7. Функція «diff_time» визначає різницю у часі між двома подіями.

8. Функція «poisson» визначає поточну інтенсивність посилення запитів за Пуассоном. Наприкінці значення лічильнику буде випадковою інтенсивністю, яка сгенерована за Пуассоном.

9. Функція «variance» визначає дисперсію часу відгуку.

Результати експериментів. Було проведено групи експериментів А та В, які відрізняються параметром конфігурації Apache N_{conn_max} , яка становить 75.

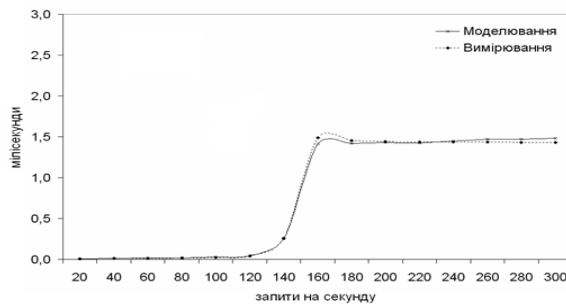


Рис. 1. Середній час відгуку А

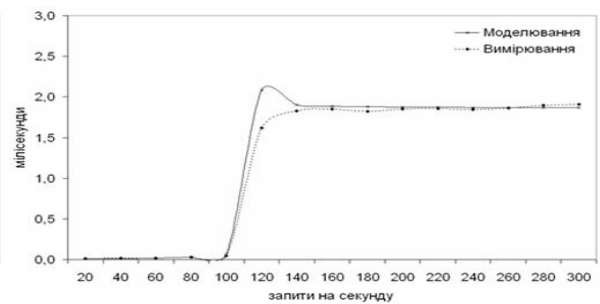


Рис. 2. Середній час відгуку В

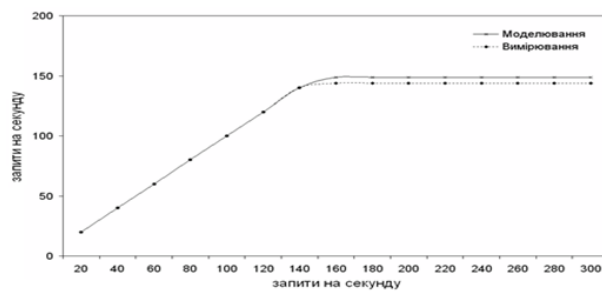


Рис. 3. Пропускна спроможність А

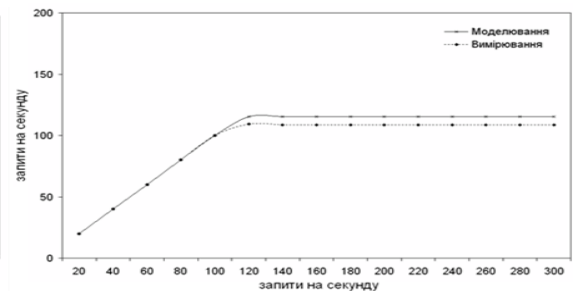


Рис. 4. Пропускна спроможність В

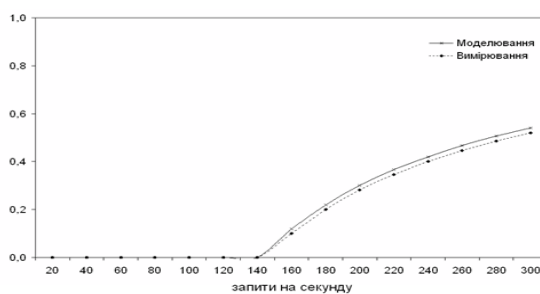


Рис. 5. Ймовірність блокування А

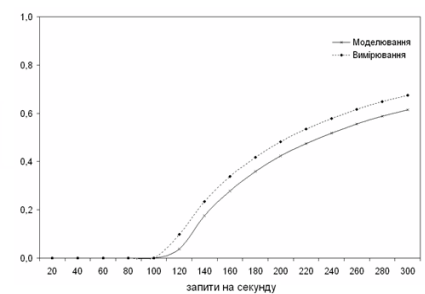


Рис. 6. Ймовірність блокування В

Висновки. Для двох експериментальних конфігурацій були проведені вимірювання та визначені оцінки параметрів моделі.

1. Проведено два експерименту з різною конфігурацією тестового стенду. Результати вимірювання були порівняні з результатами моделювання. Встановлено, що розроблена модель відповідає вимогам реалістичного прогнозування параметрів продуктивності.

2. Для генерації потоку запитів, який би був схожий на реальний трафік Інтернету розроблено відповідний механізм.

3. Модель тестового стенду розроблена таким чином, що кілька клієнтів, з'єднаних із сервером, створюють динамічно генеровані HTML сторінки, змінюючи інтенсивність запитів.

4. Для різних варіантів дослідної реалізації конфігурації були проведені вимірювання та визначені оцінки параметрів моделі.

Перелік посилань

1. Bernhard Gröne, Andreas Knöpfel, Rudolf Kugel and Oliver Schmidt. The Apache Modeling Project. [Електронний ресурс].– Режим доступа: http://www.hpi.uni-potsdam.de/fileadmin/hpi/source/Technische_Berichte/The_Apache_Modelling_Project_Heft5.pdf
2. Apache. – The Apache HTTP Served Project. [Електронний ресурс].– Режим доступа: <http://httpd.apache.org/>
3. J. Rubarth-Lay. Optimizing Web Performance. [Електронний ресурс]. – Режим доступа: <http://uts.cc.utexas.edu/~jrubarth/gslis/CyberhornsS96/PAPER.html>.
4. Моделювання процесів і систем / Лабораторний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології» / КПІ ім.Ігоря Сікорського; уклад.: О.В. Савчук, О.М. Моргаль. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 220 с.
5. Васкевич В. Ю. Розрахунок і моделювання навантаження на веб-сервер. НТУУ «Київський політехнічний інститут». [Електронний ресурс].– Режим доступа: <https://sworld.com.ua/konfer33/576.pdf>

АСИМЕТРИЧНИЙ МЕТОД ШИФРУВАННЯ. АЛГОРИТМ RSA, ВИКОРИСТАННЯ ПАКЕТУ WOLFRAM MATHEMATICA ДЛЯ ГЕНЕРУВАННЯ ВЕЛИКИХ ПРОСТИХ ЧИСЕЛ В КРИПТОГРАФІЇ

Є.Р. Терехов, студент ОП «Кібербезпека»

Т.В. Скрипник, старший викладач кафедри ПМІ

Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Анотація. Досліджується найпоширеніший алгоритм асиметричного шифрування RSA. Стійкість RSA базується на складності факторизації великих цілих чисел. RSA можна застосовувати як для шифрування/розшифрування, так і для генерації/перевірки електронного цифрового підпису (ЕЦП).

Ключові слова: шифрування, алгоритм RSA, відкритий ключ, просте число, дешифрування.

Вступ. На сьогодні асиметричне шифрування на основі відкритого ключа RSA (розшифровується, як Rivest, Shamir and Aldeman – творці алгоритму) використовує більшість продуктів на ринку інформаційної безпеки.

Його криптостійкість ґрунтується на складності розкладання на множники великих чисел, а саме - на винятковій важкості завдання визначити секретний ключ на основі відкритого, тому що для цього потрібно розв'язати задачу існування дільників цілого числа. Найбільш криптостійкі системи використовують 1024-бітові та великі числа.

Мета. Дослідити роботу алгоритму RSA за критерієм швидкодії, зокрема генерування простих чисел для формування ключів шифрування, засобами пакету Wolfram Mathematica.

Основна частина. З практичної точки зору алгоритм RSA можна поділити на два етапи, кожен з яких складається з кількох кроків. Це етапи генерування відкритого та секретного ключів і, власне, шифрування повідомлення.

Етап генерування ключів покроково виглядає так:

- Візьмемо два великі прості числа p та q порядку 2^{768} та 2^{1024} відповідно до кожного (рис. 2).
- Розрахуємо n , як результат добутку p і q ($n = p*q$) (рис. 3).
- Виберемо випадкове число, яке назвемо d . Це число має бути взаємно простим (тобто, не мати жодного спільного дільника, крім 1) із результатом добутку $(p-1)*(q-1)$.
- Визначимо таке число e , для якого є істинним наступне співвідношення $(e*d) \bmod ((p-1)*(q-1)) = 1$.
- Назвемо відкритим ключем числа e і n , а секретним - d і n .

Для процесу шифрування повідомлення за відкритим ключем $\{e, n\}$ слід виконати наступні дії:

- розбити текст, що шифрується, на блоки, кожен з яких може бути представлений у вигляді числа $M(i) = 0, 1, 2, \dots, n-1$ (рис. 1).
- зашифрувати текст, що розглядається як послідовність чисел $M(i)$ за формулою $C(i) = (M(i)^e) \bmod n$ (рис. 4).

Для того, щоб розшифрувати отриману криптограму, використовуючи секретний ключ $\{d, n\}$, необхідно виконати такі обчислення $M(i) = (C(i)^d) \bmod n$. В результаті чого буде отримано множину чисел $M(i)$, що відповідатиме при певній конвертації вхідному тексту. В якості вхідного повідомлення біло обрано ПБ автора «Терехов Єгор Русланович».

Опис пропозиції. Алгоритми шифрування з відкритим ключем у середньому працюють у тисячі разів повільніше за симетричні алгоритми, а також вони вимогливі до пам'яті та обчислювальної потужності комп'ютера. Ця особливість була досліджена спробами рандомізації простих чисел особливо великих порядків для формування пари ключів засобами програмування на мовах C++ та Python. Оскільки програми працювали надзвичайно довго і не завжди видавали очікуваний результат, то було обрано рішення скористуватися потужними засобами програми «Wolfram Mathematica», що може опрацьовувати доволі великі числа.

Застосовуючи функціональні можливості означеної програми було представлено описаний метод шифрування.

Рядок повідомлення та множина числових блоків $M(i)$, відповідно до кожного символу вхідного тексту подано на рис. 1.

```
In[1]:= str = "Терехов Єгор Русланович"
      M = ToCharacterCode[str]

Out[1]= Терехов Єгор Русланович

Out[2]= {1058, 1077, 1088, 1077, 1093, 1086,
      1074, 32, 1028, 1075, 1086, 1088, 32, 1056, 1091,
      1089, 1083, 1072, 1085, 1086, 1074, 1080, 1095}
```

Рис. 1. Рядок відкритого тексту та кодування символів у числові блоки

Генерування простих чисел означених вище порядків наведено на рис. 2.

```
In[3]:= p = NextPrime[2^768]

Out[3]= 1552518092300708935148979488462502555256886017116696611 :
      139052038026050952686376886330878408828646477950487730 :
      697131073206171580044114814391444287275041181139204454 :
      976020849905550265285631598444825262999193716468750892 :
      846853816058039

In[4]:= q = NextPrime[2^1024]

Out[4]= 179769313486231590772930519078902473361797697894230657273 :
      430081157732675805500963132708477322407536021120113879 :
      871393357658789768814416622492847430639474124377767893 :
      424865485276302219601246094119453082952085005768838150 :
      682342462881473913110540827237163350510684586298239947 :
      245938479716304835356329624224137859
```

Рис. 2. Генерування простих чисел p і q

Формування параметрів системи RSA подано на рис. 3.

```
In[5]:= n = p * q
Out[5]:= 279095111627852376407822673918065072905887935345660252615 \
989519488029661278604994789701101367875859521849524793 \
382568057369148405837577299984720398976429790087982805 \
274893437406788716103454867635208144157749912668657006 \
085226160294706625852843084369218264705363016445247708 \
352165200176022381626250444607084964470181341019003003 \
415598483967897657554394321071280340452051898833108957 \
724846122456100123936170740252983449524382165752876265 \
876496572523442181968085530164687457504983765791136126 \
377958572067585002096597551704523428264564681198501

In[6]:= phi = (p - 1) (q - 1)
Out[6]:= 279095111627852376407822673918065072905887935345660252615 \
989519488029661278604994789701101367875859521849524793 \
382568057369148405837577299984720398976429790087982805 \
274893437406788716103454867635208144157749912668657006 \
085226160294526856539356852778445334186284113971885910 \
654270969518748951545092711931279461954530540240971660 \
730597875391515230904150645164814914896377367959627365 \
564344858357328290242038986000276117581156973093621733 \
747375989293847212350581467551569891988135678722235350 \
407740675382812493158924118930937179088086641002604
```

Рис. 3. Модуль перетворення n , як добуток p і q та функція $\phi(n)$

Обчислення криптограми відбувається в циклі, що подано на рис. 4.

```
In[12]:= CC = Table[0, {i, 1, Length[M]}];
For[i = 1, i <= Length[M], i++,
{CC[[i]] = PowerMod[M[[i]], e, n]}];
];
CC // MatrixForm
Out[14]//MatrixForm=
83 431 762 204 965 288 967 315 426 483 304 720 780 304 986 589 491 404 228 745 \
276 720 968 585 444 070 141 262 568 582 971 937 931 566 952 407 487 809 793 216 \
132 525 465 987 745 554 388 301 175 172 966 048 827 559 230 268 739 584 624 433 \
276 720 968 585 444 070 141 262 568 582 971 937 931 566 952 407 487 809 793 216 \
250 395 406 270 577 612 099 110 976 133 527 752 251 201 352 273 862 485 411 141 \
80 631 913 396 459 607 355 418 876 403 171 826 429 056 221 429 401 546 748 842 \
51 593 439 381 850 208 248 700 726 957 498 080 587 983 465 854 087 461 074 227 \
48 259 808 447 793 508 648 390 773 931 006 769 445 198 973 927 364 893 530 825 \
96 909 212 277 938 900 439 324 642 844 766 325 460 893 162 885 313 195 935 426 \
46 847 043 327 944 693 454 619 248 505 360 648 995 289 496 128 349 958 130 471 \
80 631 913 396 459 607 355 418 876 403 171 826 429 056 221 429 401 546 748 842 \
132 525 465 987 745 554 388 301 175 172 966 048 827 559 230 268 739 584 624 433 \
48 259 808 447 793 508 648 390 773 931 006 769 445 198 973 927 364 893 530 825 \
181 824 940 532 759 845 755 501 119 888 251 612 761 978 718 052 485 463 868 432 \
54 914 805 321 993 900 852 437 207 348 882 557 362 491 602 883 543 327 559 223 \
191 914 503 291 132 628 498 449 704 911 311 146 974 775 606 171 840 300 697 287 \
17 045 175 972 840 018 465 126 581 317 897 128 698 873 128 499 286 734 800 577 \
38 604 271 480 693 892 136 530 715 684 041 156 327 404 512 996 770 708 988 240 \
99 716 394 469 723 439 717 911 554 942 024 576 350 521 279 381 391 721 412 447 \
80 631 913 396 459 607 355 418 876 403 171 826 429 056 221 429 401 546 748 842 \
51 593 439 381 850 208 248 700 726 957 498 080 587 983 465 854 087 461 074 227 \
150 476 505 433 508 250 100 173 952 480 711 865 417 637 843 430 987 787 109 846 \
232 316 967 410 062 146 442 996 977 199 005 218 981 712 768 326 335 650 085 404
```

Рис. 4. Формування криптограми

Висновки. Серед найбільш відомих недоліків алгоритму RSA можна виділити некоректний вибір значень p і q . Числа p і q мають бути простими і не міститися в жодній з відомих таблиць простих чисел. Ці числа також не повинні бути близькими один до одного, бо це впливає на стійкість алгоритму шифрування.

Перелік посилань

1. Тарнавський Ю.А. Технології захисту інформації / Київ, КПІ ім. Ігоря Сікорського – 2018 – 161 с.
2. Барич, С. Г. Основи сучасної криптографії: навчань, курс / С. Г. Барич, В. В. Гончаров, Р. Є. Серов. - М: Гаряча лінія - Телеком, 2011.
3. Рябко, Б. Я. Криптографічні методи захисту інформації / Б. Я. Рябко.

ЗАСОБИ ТОПОЛОГІЧНОГО АНАЛІЗУ МІМД-СИМУЛЯТОРА МЕРЕЖЕВОГО ДИНАМІЧНОГО ОБ'ЄКТУ З ЗОСЕРЕДЖЕНИМИ ПАРАМЕТРАМИ (МДОЗП)

Ю.Г. Тихонова, студентка ОП «Комп'ютерна інженерія»
Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Анотація: В цій роботі йде мова про розробку та експериментальне дослідження засобів топологічного аналізу, що допоможуть надалі при проектуванні паралельних симуляторів МДОЗП. Топологічні характеристики для графу тестового об'єкту зазвичай отримують шляхом ручного аналізу. Засоби ж можуть зробити цю рутинну роботу користувача (розробника) за нього.

Ключові слова: МДОЗП, паралельне моделювання, МІМД-система, математична модель, симуляційна модель, МІМД-симулятор, топологічні характеристики.

Топологічні характеристики МДОЗП. Тестовий мережевий об'єкт (ТМО) [1], який описує розподіл повітряного потоку [2], записується у вигляді графу $G(U, Q)$ з $n = 5$ вузлами $U_1 \dots U_5$ і $m = 8$ гілками $Q_1 \dots Q_8$ (рис. 1).

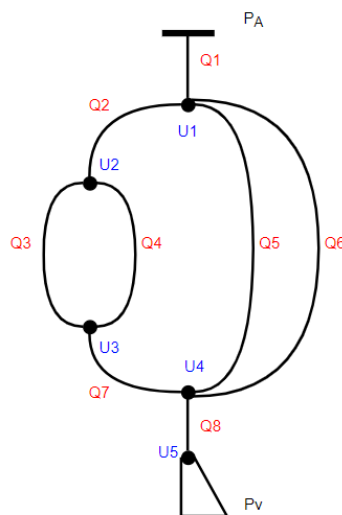


Рисунок 1. Граф ТМО

Кодування графу відбувається за допомогою таблиці, в якій вказуються для кожної гілки (Q_j) графу вхідний (AK_i) та вихідний вузли (EK_i), позначення дерева/антидерева (X_j/Y_j), коефіцієнт інерційності потоку (K_j), аеродинамічний опір (R_j) та різниця між тиском в початковому й кінцевому вузлах (H_j), де $i \in (1, \dots, n)$, $j \in (1, \dots, m)$. Відповідне кодування для ТМО записано в табл. 1.

Таблиця 1. Кодування графу ТМО

AK_i	EK_i	Q_j	Параметри			
			X_j/Y_j	K_j	R_j	H_j
U_5	U_1	Q_1	X_1	153	0.387	0
U_1	U_2	Q_2	X_2	29	0.0078	0
U_2	U_3	Q_3	Y_1	232.5	1.5	0
U_2	U_3	Q_4	Y_2	273	2.68	0
U_1	U_4	Q_5	Y_3	430	1.93	0
U_1	U_4	Q_6	Y_4	221	1.28	0
U_3	U_4	Q_7	X_3	29	0.42	0
U_4	U_5	Q_8	X_4	125	0.314	4100

Дерево й антедерево графа. Граф МДОЗП (рис. 1) треба представити відносно дерева та антидерева, тобто він буде мати вектори дерева – $X = (X_1, X_2, \dots, X_{n-1})$, де $(n-1)$ – кількість гілок дерева та антидерева – $Y = (Y_1, Y_2, \dots, Y_\gamma)$, де γ – кількість гілок антидерева. Всі топологічні характеристики структуруються відносно дерева та антидерева.

Дерево – це частина графу без замкнутих контурів, а антидерево, навпаки, частина графу, яка містить гілки із замкнутими контурами – базами незалежних контурів.

На рис. 2 представлено граф, розподілений відносно дерева та антидерева (як один із можливих варіантів).

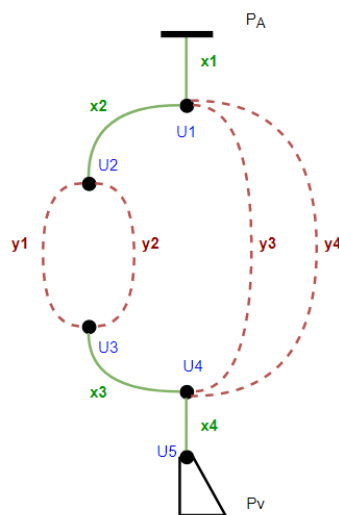


Рисунок 2. Граф ТМО, структурований відносно дерева та антидерева

Матриця інцидентності $A = (A_X A_Y)$ [3]. Матриця інцидентності описує взаємозв'язок гілок та вузлів графу.

Матриця незалежних контурів $S = (S_X S_Y)$ [3]. Матриця незалежних контурів описує взаємозв'язок гілок і контурів графу.

Матриці параметрів K , R і вектору H [3]. Матриці параметрів є діагональними, тобто $K = \begin{pmatrix} K_X & 0 \\ 0 & K_Y \end{pmatrix}$, $R = \begin{pmatrix} R_X & 0 \\ 0 & R_Y \end{pmatrix}$, а вектор тисків H структурується як транспонований вектор $H = (H_X \ H_Y)^T$.

Експериментальні дослідження. На основі результату роботи ПЗ, яке генерує топологічні характеристики графу, були підготовлені параметри для паралельного симулятора. Щоб перевірити правильність сформованих топологічних характеристик, були побудовані графіки потоків в кожній гілці, на базі результатів симулятора (рис. 3).

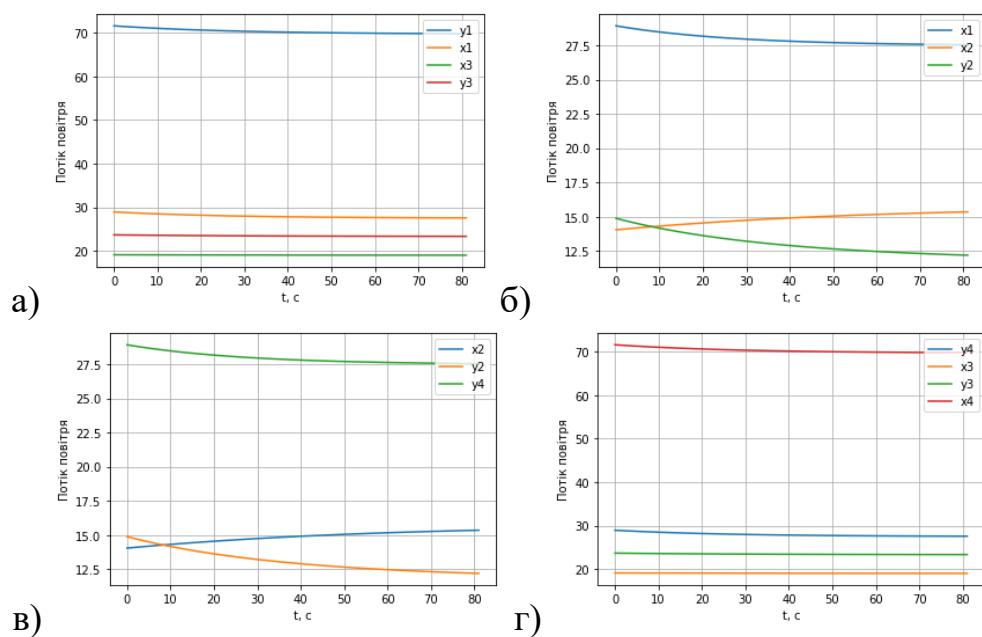


Рисунок 3. Потоки повітря відносно вузлів графу: а) U_1 , б) U_2 , в) U_3 , г) U_4

За першим законом Кірхгофа можна довести коректність даних [4].

Перелік посилань

1. Svyatnyy V.A., Kushnarenko V.G., Miroshkin O.M. Parallele Modellierung und Simulation der luftdynamischen Prozesse in den Grubenbewetterungsnetzen. *Вісмі Донецького гірничого інституту*. 2018. №1 (42). С. 116-129.
2. Голинько В.И., Лебедев Я.Я., Литвиненко А.А. Аэрология горных предприятий: учеб. пособие. НГУ. Донецк, 2015. С. 125-148, 195-203.
3. Wilson R.J. Introduction to graph theory. London : Longman, 1975. 180 p.
4. Reese T.M. Kirchhoff graphs : text. 2018. 347 p. URL: <https://digitalcommons.wpi.edu/etd-dissertations/72> (дата звернення: 14.11.2022).

МАТЕМАТИЧНИЙ ПАРАДОКС МОНТІ ХОЛЛА В PYTHON

М.В. Тютюнник, студент ОП «Комп'ютерні науки»

Ю.В. Новікова, к.ф.-м.н., доцент, завідувач кафедри ВМФ

Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Анотація. У роботі розглянуто парадокс Монті Холла з теорії ймовірностей. Парадокс – це міркування, яке розходиться з загально прийнятою думкою і здається нелогічним або суперечить здоровому глузду.

Ключові слова: теорія ймовірностей, парадокс Монті Холла, Python.

У теорії ймовірностей є кумедний парадокс – парадокс Монті Холла. Парадокс Монті Холла – це одна з тих математичних задач, над вирішенням якої вже тривалий час б'ються багато умів, і навіть відомих математиків вона змушує серйозно замислитися. Хоча ідея, що лежить в основі цього парадоксу, досить зрозуміла.

У чому ж суть парадоксу Монті Холла?

Завдання формулюється як опис гри, заснованої на американському телешоу Let's Make a Deal (у перекладі з англійської означає «Давайте укладемо угоду» 1963-1991 р.р.). Монті Холл був телеведучим розважальної телепрограми, а парадокс названо саме на його честь. Найбільш поширене формулювання цієї задачі, опубліковано в 1990 році в журналі Parade Magazine. Звучить воно наступним чином: є три двері, за однією з них автомобіль, за двома іншими – кози. Гравець не знає де що знаходиться. Потрібно вгадати, де автомобіль.

Здавалося б, нічого складного. Але у передачі, коли гравець обирає двері, шоумен відкриває одну з двох інших та запитує, чи не хоче гравець змінити рішення. Через те, що Монті Холл квапить учасника і намагається спантеличити, гравець не може проаналізувати ситуацію і найчастіше не змінює вибір.

Це питання багатьох ставить у глухий кут. Люди зазвичай замислюються: «Ну яка різниця: залишилися двоє дверей, і машина може з однаковою ймовірністю 50% опинитися як за одними, так і за іншими дверима?». І виявляються неправі. Правильна відповідь – завжди змінювати початковий вибір. Роблячи так, ви подвоюєте власні шанси на перемогу.

Давайте детально розберемося, як так виходить.

Отже, ви вибрали одну з трьох дверей. Ймовірність того, що автомобіль виявиться саме за нею, становить $1/3$. А ймовірність того, що вона виявиться за однією з двох інших (тобто не обраних гравцем) дверей, буде $2/3$. Тепер Монті відкриває одну з невибраних дверей, що знаходиться праворуч.

І відкриває він завжди ту, за якою коза. Ймовірності залишаються незмінними: $1/3$ ліворуч (ваш початковий вибір) і $2/3$ праворуч. Змінилося лише те, що праворуч одні двері тепер відкриті, але ймовірність для решти невідкритих дверей тут та ж, що була раніше для обох [1].

Тепер перевіримо це, використовуючи мову програмування Python:


```

# -*- coding: utf-8 -*- import random def monty_hall_without_change(choices):
# на початку кожної спроби випадково перемішаємо масив
    random.shuffle(choices) return choices[random.randrange(len(choices))]
def monty_hall_with_change(choices):
# на початку кожної спроби випадково перемішаємо масив
    random.shuffle(choices)
# перший вибір
    first_choice = random.randrange(len(choices))
# ведучий відкриває двері з козлом
    for i in range(len(choices)): if i != first_choice and choices[i] == 'к':
        host_choice = i break
# робимо другий вибір, змінюючи перше рішення
    for i in range(len(choices)): if i != first_choice and i != host_choice:
        return choices[i]
# к - козел, а - автомобіль
    choices = ['к', 'к', 'а']
# просто яке-небудь велике число (кількість дослідів)
    N = 100000
# перевіряємо варіант з незмінним вибором
    win_count = 0 for _ in range(N): result = monty_hall_without_change(choices)
    if result == 'а': win_count += 1
# ймовірність виграти – частота виграних дослідів
    print(win_count/N)
# перевіряємо варіант зі зміною вибору
    win_count = 0 for _ in range(N): result = monty_hall_with_change(choices)
    if result == 'а': win_count += 1
# ймовірність виграти – частота виграних дослідів
    print(win_count/N)

```

Результат роботи програмного продукту продемонстровано на рис. 1.



Рис. 1. Результат роботи програмного продукту

Програмний продукт підтвердив теоретичні міркування, що міняючи свій вибір, ймовірність виграти приз збільшується в 2 рази. Однак важливо не забувати, що завжди є ймовірність програшу. Вірне рішення визначається стратегією. Правильна стратегія – робити так, щоб шанси на перемогу були максимальними або хоча б такими, які дозволяють більше вигравати, ніж програвати.

Перелік посилань

1. Сеньо П.С. Теорія ймовірностей та математична статистика: Підручник. – 2-е вид., перероб., доп. – К.: Знання, 2007. – 556 с.

ПРО ДОВЖИНУ СПІРАЛІ АРХІМЕДА ТА ПАРАБОЛИ

О.О. Циплаков, студент ОП «Геодезія та землеустрій»

С.В. Волков, к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри ВМФ

Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Анотація. В роботі проведено обчислення довжин деяких плоских кривих. Встановлено залежність між їх значеннями.

Ключові слова: довжина кривої, парабола, спіраль Архімеда, інтеграл.

Об'єктом дослідження в даній роботі є довжина плоских кривих. Знаходження довжини є задачею набагато складнішою, ніж задача обчислення площі. Як відомо, ще з античних часів, що однією з небагатьох плоских кривих для якої успішно було знайдено довжину було коло. З розвитком математичного аналізу (початок XVII століття) та теорії нескінченно малих в ньому, усі складнощі пов'язані із знаходженням довжин плоских кривих звелися до мінімуму.

Довжини кривих можна обчислити [1] за формулами:

$$L = \int_a^b \sqrt{1 + (y')^2} dx, \quad L = \int_{\varphi_1}^{\varphi_2} \sqrt{r^2 + (r')^2} d\varphi, \quad (1)$$

де $y = y(x)$, $x \in [a; b]$ – частина лінії, визначена функцією в Декартових координатах, $r = r(\varphi)$, $\varphi \in [\varphi_1; \varphi_2]$ – частина лінії, що задана в полярних координатах, відповідно.

Перші знайомства з параболою відбувається ще у шкільному курсі Алгебри з акцентом на розв'язання квадратних рівнянь [2, 3]. Більш тісне та детальне знайомство вже відбувається у першому семестрі при вивченні курсу Вищої математики, розділ Аналітичної геометрії на площині [1, 4]. Парабола (в класичному означенні) – геометричне місце точок площини рівновіддалених від даної прямої та даної точки.

Навряд чи хтось недооцінює внесок відомого стародавнього грецького вченого та інженера в області геометрії, механіки, гідростатики Одним з його об'єктів дослідження була, названа на його честь, крива – Архімедова спіраль. Зокрема він використовував її для квадратури круга, для поділу кута на три рівні частини та вирішення багатьох інших задач.

Спіраль Архімеда – плоска крива, що описує траєкторією точки, яка зі сталою швидкістю рухається вздовж променя, який у той самий час обертається зі сталою кутовою швидкістю навколо свого початку.

Розглянемо частину параболи $y = x^2$, $x \in [0; t]$ та спіралі Архімеда $r = \varphi$, $\varphi \in [0; t]$ і знайдемо їх довжини.

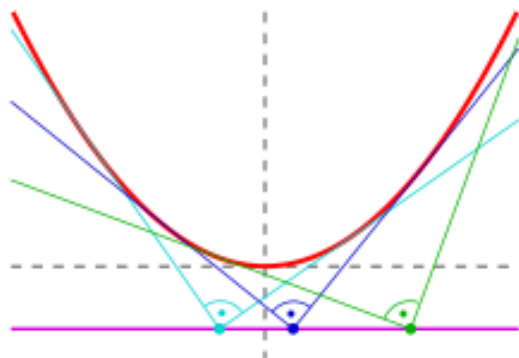


Рис.1 Парабола.

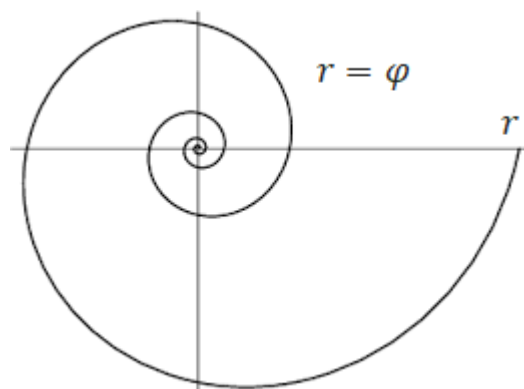


Рис.2 Спіраль Архімеда.

Розглянемо частину параболи $y = x^2$, $x \in [0; t]$ та спіралі Архімеда $r = \varphi$, $\varphi \in [0; t]$ і знайдемо їх довжини.

$$L_p(t) = \int_0^t \sqrt{1 + (2x)^2} dx = \frac{1}{2}t\sqrt{1 + 4t^2} + \frac{1}{4} \ln(2t + \sqrt{1 + 4t^2}), \quad \Rightarrow \frac{L_p\left(\frac{t}{2}\right)}{L_s(t)} = \frac{1}{2}, \frac{L_p(t)}{L_s(2t)} = \frac{1}{2} \Rightarrow$$

$$L_s(t) = \int_0^t \sqrt{\varphi^2 + 1} d\varphi = \frac{1}{2}t\sqrt{1 + t^2} + \frac{1}{2} \ln(t + \sqrt{1 + t^2}),$$

$$2L_p(t) = L_s(2t) \text{ або } L_p\left(\frac{t}{2}\right) = \frac{L_s(t)}{2}. \quad (2)$$

З огляду на отриманий результат (2) встановлено, що довжина половини гілки параболи $y = x^2$, $x \in [0; t]$ відповідає половині довжини спіралі Архімеда $r = \varphi$, $\varphi \in [0; t]$.

Як відомо, ньютонівська механіка вивчає рух макроскопічних тіл, що рухаються зі швидкостями, суттєво менші за швидкість світла у вакуумі. Розглядаючи ці траєкторії руху як деякі геометричні місця точок, з огляду на отриманий результат, робимо висновок про існування безлічі недосліджених зв'язків між законами класичної механіки та геометричними властивостями і характеристиками кривих.

Перелік посилань

1. Дубовик В.П., Юрик І.І. Вища математика. – Київ: А.С.К., 2001. – 648с.
2. Мерзляк А. Г. Алгебра: підруч. для 9 кл. загальноосвіт. навч. закладів/ А. Г. Мерзляк, В. Б. Полонський, М. С. Якір. – Х.: Гімназія, 2017. – 272с.
3. Мерзляк А. Г. Алгебра: підруч. для 8 кл. закладів заг. серед. освіти / А. Г. Мерзляк, В. Б. Полонський, М. С. Якір. – 2-ге видання, переробл. – Х.: Гімназія, 2021. – 240 с.
4. Овчинников П.П. Яремчук Ф.П., Михайленко В.М. Вища математика, ч. 1,2. – Київ: Техніка, 2000. – 576 с., 786 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ТА РОЗРОБКА СИСТЕМИ АНАЛІЗУ ЗВОРОТНОГО ЗВ'ЯЗКУ КОРИСТУВАЧІВ МЕРЕЖІ ІНТЕРНЕТ

І.В. Ярош, старший викладач кафедри ПМІ

Т.О. Черняк, асистент кафедри ПМІ

Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Анотація. Були проведенні дослідження впливу як позитивних так і негативних відгуків на сайти і платформи, а також на сам інтернет-сервіс. Аналіз алгоритму інтелектуальної автоматичної обробки текстової інформації, шляхом поділу інформації на класи і за емоційним тоном.

Ключові слова: синтаксичний аналізатор, аналізатор зворотного зв'язку, обробка природної мови.

Вступ. Ми живемо в епоху стрімкого розвитку мережі Інтернет та інформаційних технологій. З'являється все більше сервісів, сайтів та систем, які дозволяють виконувати певні дії людині вдома, не виходячи на вулицю. Прикладами таких дій є покупки в Інтернеті, оплата рахунків за комунальні послуги та придбання квитків.

Найважливішою частиною цих дій у сервісів є зворотний зв'язок з їх користувачами. Це дозволить розвивати і покращувати сервіс. Вся робота з користувачем підсумовується у відкритті, на основі якого вносяться деякі зміни на стороні розробника, а на стороні іншого користувача формуються думки про послугу або продукт.

Мета роботи. Метою даної роботи є моделювання та створення автоматизованої систем аналізу зворотного зв'язку для вивчення їх впливу на рішення щодо придбання або використання конкретних послуг, продуктів, сайтів та методів аналізу зворотного зв'язку.

Основна частина. Системи аналізу зворотного зв'язку зазвичай створюються для внутрішнього використання на сервісах і веб-сайтах, щоб краще оцінити ситуацію. Він також використовується в різних розширеннях інтернет-торгових платформ для браузерів, створюючи рейтинги для продавців. Це дозволяє користувачеві зрозуміти, чи варто купувати щось у конкретного продавця, чи краще купувати той самий товар у іншого.

Статистика показує: за даними Reevo, понад 50 відгуків про продукт можуть призвести до збільшення конверсії на 4,6%; відвідувачі, які користуються можливістю читати відгуки в інтернет-магазинах і задавати питання про товари, розміщують замовлення в 2 рази частіше, ніж «менш цікаві» відвідувачі, і витрачають на 11% більше грошей (дані Bazaarvoice, Conversation Index); достовірність відгуків споживачів майже в 12 разів перевищує достовірність описів продуктів (дані eMarketer).

Пошукові системи дуже віддають перевагу сайтам, які часто оновлюються. Особливо, якщо оновлення є публікацією вашого власного вмісту. Відгуки користувачів – гарний приклад унікального контенту Інтернет-магазину.

Опис пропозиції. На дві функціональні частини була розділена система: синтаксичний аналізатор і аналізатор зворотного зв'язку. Для того щоб,

отримані результати роботи програми були максимально точними, необхідно отримати велику кількість даних з різних Інтернет-сервісів.

Синтаксичний аналізатор реалізує процес отримання інформації про продукт і актуальні відгуки про нього і зберігає цю інформацію в базі даних, щоб її можна було зручно використовувати в майбутньому на системних ресурсах. Після вивчення предметних областей було визначено, що завданням визначення тону тексту рецензії було пов'язано з аналізом і класифікацією відгуків.

Аналізатор зворотного зв'язку використовує методи машинного навчання для вирішення проблем обробки природної мови (NLP). Однією з багатьох проблем є автоматичне визначення емоційного забарвлення (позитивного, негативного, нейтрального) текстових даних, тобто аналіз настроїв. Крім того, аналізатор виконує презентаційні функції. Іншими словами, відображаючи результати аналізу, виконаного в попередньому процесі, у формі, зрозумілій людям, це полегшує вибір продуктів і послуг.

Таким чином, змодельований набір програмних засобів забезпечує швидкий аналіз, класифікацію і відображення великих обсягів даних.

Отримані результати можуть бути використані не тільки звичайними користувачами, але і власниками і адміністраторами Інтернет-сервісів, сайтів і платформ Інтернет-продажів.

Висновки. Було проведено збір зворотного зв'язку від користувачів Інтернет-ресурсів, моделювання проблем, аналіз і відображення інформації. Вирішення цієї проблеми пропонується шляхом створення програмної системи для збору зворотного зв'язку та її розумної обробки. Розроблена архітектура системи, що складається з синтаксичного аналізатора та аналізатора зворотного зв'язку. За допомогою розробленої системи була створена база даних зворотного зв'язку та досліджено вплив зворотного зв'язку на користувачів, а також власників та адміністраторів Інтернет-сервісів, сайтів та Інтернет-платформ для продажу.

Перелік посилань

1. Chetviorkin I., Braslavskiy P., Loukachevich N. Sentiment Analysis Trackat ROMIP 2011 / In Computational Linguistics and Intellectual Technologies: Proceedings of the International Conference «Dialog 2012»: Bekasovo, 2012.
2. Joachims T. Text categorization with support vector machines: Learning with many relevant features / In European Conference on Machine Learning (ECML): Springer Berlin/Heidelberg, 2012, pp. 137-142.

РОЗРОБКА НЕЧІТКОЇ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ КІЛЬКОСТІ РОБІТ В ПРОЦЕСІ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ ТЕХНІКИ НА ПІДПРИЄМСТВІ

І.В. Ярош, старший викладач кафедри ПМІ

Т.О. Черняк, асистент кафедри ПМІ

Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Анотація: Роботу присвячено питанню розробки моделі на основі методів теорії нечітких множин і логіки для передбачення кількості робіт, пов'язаних з підтримкою працездатності та відновленням якості роботи засобів комп'ютерної обчислювальної техніки підприємства. Для формування висновку застосовано алгоритм Мамдані. Візуалізацію виконано в MATLAB.

Ключові слова: прогноз, технічне обслуговування, нечітка модель, продукція, правило, Мамдані, MATLAB.

Вступ. Інноваційний розвиток кожного підприємства невід'ємний від застосування інформаційних технологій (ІТ) в процесі його функціонування. Використовувані технічні засоби та оснащення вимагають постійного безперервного обслуговування. Вводяться системи управління експлуатацією обладнання, що відповідають за облік устаткування, але потребують рішень рекомендаційного характеру щодо удосконалення процесу техніко-експлуатаційного обслуговування (ТЕО). Одним з можливих запропонованих рішень є передбачення об'єму робіт з підтримки працездатності обладнання, тому тематика роботи є актуальною.

Мета та завдання. Мета та завдання роботи полягають у сприянні підвищенню ефективності управління ТЕО за рахунок можливості кращого планування та організації виконання очікуваної (прогнозованої) кількості робіт. Досягнення мети потребує вирішення задачі побудови моделі для визначення числа контрольно-попереджувальних робіт (КПР), виконуваних в межах надання ТЕО.

Сутність процесу розробки моделі. Для розв'язання задачі визначення кількості проведення КПР доцільним є застосування методів теорії нечітких множин і нечіткої логіки [1]. Нечітку модель прогнозу розроблено у вигляді системи нечіткого виведення (СНВ) [2].

Множина вхідних даних – вектор $\bar{X} = (x_1, x_2, x_3)$:

– кількісне подання техніки – x_1 ; терми: «мало» (від 0 до 400 шт.), «середньо» (351-750 шт.), «багато» (від 700 до 1000 шт.);

– середній рівень зносу обладнання – x_2 ; терми: «низький» (від 0 до 0.5), «середній» (від 0.2 до 0.8), «високий» (від 0.5 до 1), задано за допомогою ймовірностей від 0 до 1;

– середнє число несправностей протягом року – x_3 ; терми: «мало» (від 0 до 5), «середньо» (від 1 до 9), «багато» (від 5 до 10), задано за допомогою значень від 0 до 10.

Вихідний показник – кількість перевірок обладнання – y ; терми: «середньо» (до 3), «часто» (від 3 до 8).

Кожен з термів було задано трапецієподібною функцією приналежності.

При побудові моделі нечіткого висновку було використано алгоритм Мамдані [3]. Графічне подання моделі – на рис. 1.

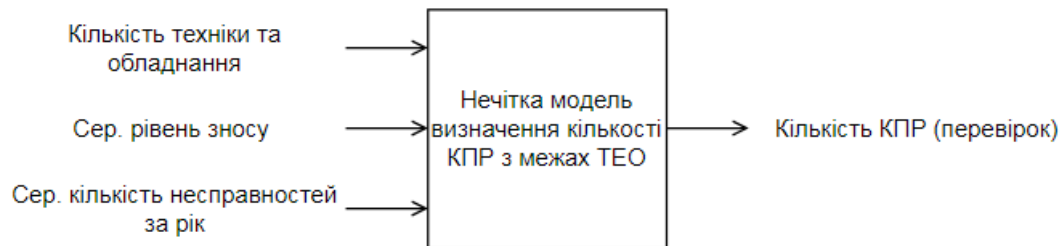


Рис. 1. Графічне подання нечіткої моделі

Послідовність виконаних кроків застосованого алгоритму [3]:

1) сформовано базу нечітких продукційних правил, при цьому лінгвістичні змінні умов виступають в якості входніх, а ті, що розташовані у висновках, – в якості вихідних;

2) фазифіковано входні змінні (приведено до нечіткості шляхом отримання значень істинності для підумов з наявної бази продукційних правил);

3) здійснено агрегування підумов в нечітких продукційних правилах (визначення ступеня істинності умов для кожного наявного правила СНВ);

4) проведено активізацію підвисновків в нечітких продукційних правилах (перехід від умов до підвисновків);

5) виконано акумуляцію висновків нечітких продукційних правил (для об'єднання нечітких множин, відповідних термам висновків, що відносяться до одних і тих самих вихідних лінгвістичних змінних);

6) здійснено дефазифікацію вихідної змінної (отримання її підсумкового кількісного значення, використовуючи метод центру ваги).

У базу ввійшло 27 правил, результат реалізації яких в MATLAB – на рис. 2.

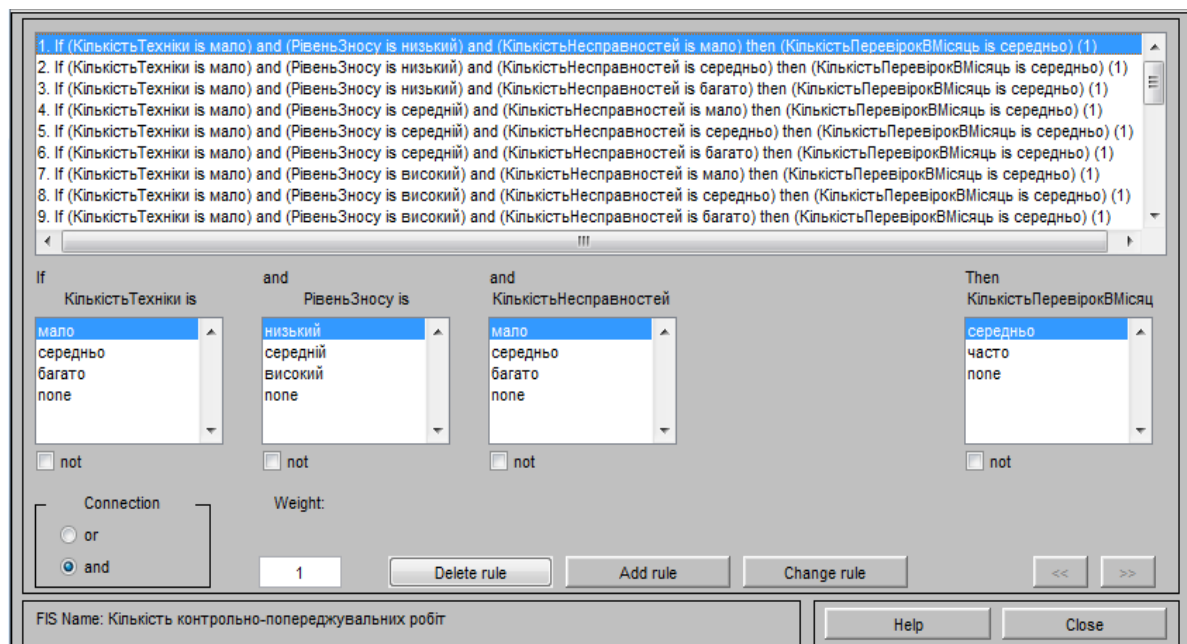


Рис. 2. Синтез бази нечітких правил в середовищі MATLAB

Графічне подання застосування моделі – на рис. 3.

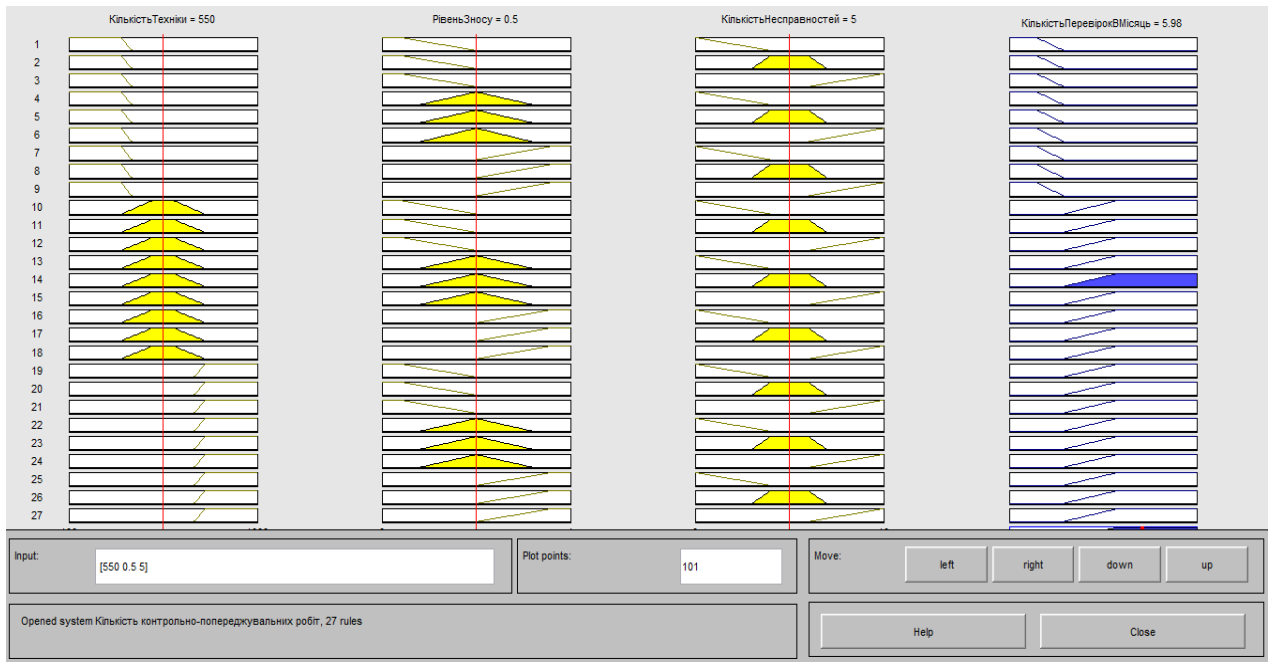


Рис. 3. Реалізація нечіткої моделі прогнозу кількості КПР

На наведеному рисунку відображено характер залежності правил від обраного варіанту оцінки кожного з вхідних термів (при встановлених значеннях $x_1=550$, $x_2=0.5$, $x_3=5$) до вихідного терму ($y=5.98$).

Таким чином, отримана нечітка модель дозволяє передбачити кількість КПР на основі продукційних правил, базу яких можна коригувати в режимі навчання системи.

Опис пропозиції. Побудована модель передбачення кількості КПР виступає повноцінним базисом для розробки окремої підсистеми планування робіт з ТО обладнання на підприємстві.

Висновки. На будь-якому підприємстві використовується значна кількість обладнання, тому підходи для підтримки та покращення процесу його обслуговування є актуальними та доречними. В роботі висвітлено особливості побудови пропонованої моделі прогнозування числа КПР в процесі ТЕО наявного на підприємстві обладнання, аналіз результатів якої дозволить більш ефективно планувати час і витрати підприємства.

Перелік посилань

1. Обчислювальний інтелект : теорія нечітких множин / Коротка Л. І. та ін. Дніпро : ДВНЗ «УДХТУ», 2020. 161 с.
2. Технології нейронних мереж і нечіткого моделювання в системах управління / Г. І. Канюк та ін. Х. : Мадрид, 2020. 306 с.
3. Нечіткі множини в системах управління та прийняття рішень / Т. А. Желдак, Л. С. Коряшкіна, С. А. Ус. Київ : НТУ «ДП», 2020. 386 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПІДХОДІВ ДО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ ТА ЗАХИСТУ WEB-ДОДАТКІВ НА ОСНОВІ JS

О. Ясинський, магістр ОП «Інженерія програмного забезпечення»

Н. Маслова, к.т.н., доцент, доцент кафедри ПМІ

Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Анотація. У роботі сформульована проблема захисту Web-додатків від XSS-вразливостей - найбільш застосовних злочинцями при проведенні зламу сайтів. Вказано на проблеми існуючих рішень, описано функціональну структуру й приклад роботи програмної розробки, призначеної для виявлення міжсайтового скриптингу.

Ключові слова: Web-додаток, захист, XSS-вразливість, JS, міжсайтовий скриптинг.

Вступ. Число компаній, які застосовують веб-технології зростає з кожним роком. Інтернет-сервіси мають безліч переваг, але зі збільшенням числа застосувань, збільшується і кількість загроз безпеки. Тому дослідження вразливостей інтернет-додатків й розробка інструментів їх захисту є важливою та актуальною проблемою. У роботі розглянуто один з найпоширеніших типів атак на сайти, пов'язаний з наявністю XSS-вразливості, яка дозволяє перенаправляти запити користувачів на шкідливі веб-сторінки, й, як наслідок, отримувати доступ до персональної або конфіденційної інформації.

Мета та задачі роботи: – сформулювати проблему забезпечення безпеки та захисту Web-додатків від найбільш розповсюджених Cross Site Scripting вразливостей, представити програмний додаток для виявлення міжсайтового скриптингу.

Опис попередніх досліджень. В наш час існує велика кількість різноманітних середовищ обробки та зберігання даних [1], одним з компонентів яких є веб-додатки. Основними елементами веб-додатків вважають клієнтську й серверну частини та сховища даних (Рис.1).

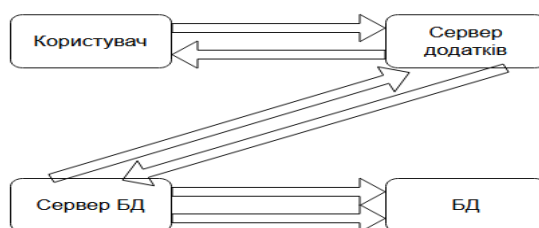


Рисунок 1 – Схема веб-додатків

Веб-додатки можуть включати й інші компоненти, котрі часто містять різні типи вразливостей, значною частиною яких є саме XSS-вразливості.

XSS (Cross Site Scripting), або міжсайтовий скриптинг - це тип атаки, специфіка якої полягає у використанні вразливостей сервера й впровадження сторонніх скриптів. За даними Open Web Application Security Project [2], у 2017 році XSS був сьомою найпоширенішою вразливістю веб-програм. Ці атаки вдаються, якщо веб-програма не використовує засоби захисту, перевірку наявності зловмисного коду чи шифрування.

Першим дослідником, який описав XSS-вразливості є Еван Джонсон. Він виявив більше тисячі сайтів з налаштуванням веб-серверу, яке дозволяє зловмисникам мати повний доступ до даних.

Виділяють три основні типи міжсайтового скриптингу :

- Stored XSS;
- Reflected XSS;
- DOM XSS.

Існує багато спеціалізованих сервісів, які в автоматичному режимі виконують сканування сторінок сайту з метою виявлення XSS вразливостей [3,4], але ці засоби не надають повної гарантії успіху й тому розповсюджений «ручний» режим контролю сторінок сайтів з метою виявлення всіх вразливих до прояву атак вказаного типу блоків коду.

Наведемо опис програмної розробки, котра автоматизує пошук елементів міжсайтового скриптингу та по заданому рівню глибини пошуку проводить аналіз внутрішніх URL Web-програми, виконує пошук вразливостей на карті сайту або по заданому URL.

Опис розробки. Функціональне призначення програми - це надання користувачу засобів для автоматизованої перевірки WEB-додатків на наявність вразливостей XSS.

Експлуатаційне призначення – програма для розробників WEB- додатків, контролю рівня безпеки проекту.

Кінцевими користувачами є тестувальники або розробники WEB-програм.

Програма забезпечує можливість виконання наведених нижче функцій:

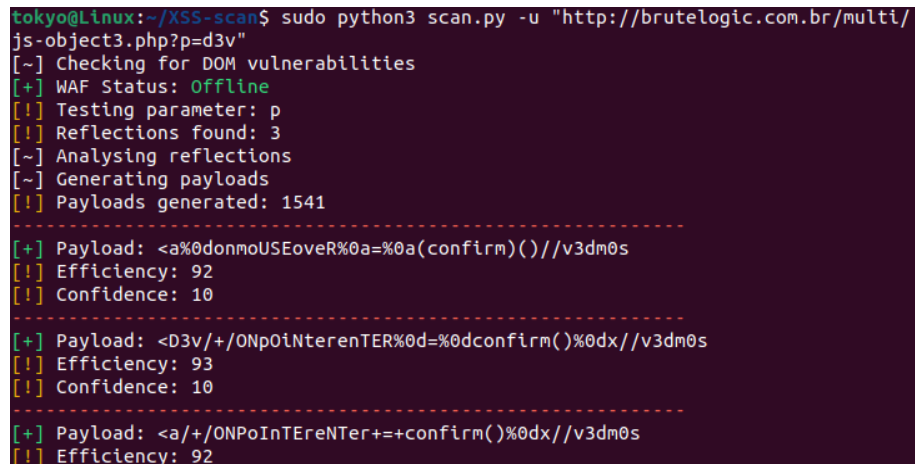
- складання списку всіх внутрішніх URL Web-програми;
- пошук XSS-уразливостей на карті сайту;
- пошук XSS-уразливостей по строго заданому URL;
- відображення стану тестування;
- вибір ступеня глибини пошуку (поверхневий, середній, глибокий);

Усі основні завдання програми оформлені як функції бібліотеки, що дозволяє реалізувати принцип багатопоточності та для зручності й знаходяться в одній папці. При програмуванні застосована реалізація Python3 , яка написана на JavaScript й дозволяє писати код на Python для Інтернету (Brython) По-суті, Brython є JavaScript-бібліотекою, яка перетворює код Python на еквівалентний JS і виконує його в рантаймі. Перелік функцій розробки:

- __init.py__ – стандартний файл для ініціалізації програмних змінних;
- checker.py – програмний код що перевіряє url на параметри для пошуку вразливостей;
- colors.py – відповідає за колір тексту у терміналі, наглядно дає зрозуміти результати пошуку;
- dom.py - програмний код, який відповідає за пошук DOM-XSS вразливості, що є дуже поширеною;
- encoders.py –бібліотека, необхідна для програмного коду створення скриптів пошуку вразливостей;

- fuzzy.py – головна бібліотека, яка робить можливим виконання запитів за допомогою скриптів;
- htmlparser – програмний код, який дозволяє перевіряти усі вразливості по карті сайту;
- wafdetector – бібліотека, що перевіряє наявність фаєрволу на веб-ресурсі;
- jscontexter – програмний код, який реалізує можливість запитів на js;
- photon.py – програмний код, призначений для гроху та підключення;
- generator.py – код генерації й розрахунку ефективності скриптів.

Приклад роботи програми наведено на рисунку 2.



```

tokyo@Linux:~/XSS-scan$ sudo python3 scan.py -u "http://brutelogic.com.br/multi/
js-object3.php?p=d3v"
[~] Checking for DOM vulnerabilities
[+] WAF Status: Offline
[!] Testing parameter: p
[!] Reflections found: 3
[~] Analysing reflections
[~] Generating payloads
[!] Payloads generated: 1541
-----
[+] Payload: <a%0donmoUSEoveR%0a=%0a(confirm())//v3dm0s
[!] Efficiency: 92
[!] Confidence: 10
-----
[+] Payload: <D3v/+ONp0iNterenTER%0d=%0dconfirm())%0dx//v3dm0s
[!] Efficiency: 93
[!] Confidence: 10
-----
[+] Payload: <a/+ONPoInTEreNter+=+confirm())%0dx//v3dm0s
[!] Efficiency: 92

```

Рисунок 2 – Скриншот роботи програми

Висновки. У роботі розкрита проблема захисту Web-додатків від найбільш розповсюдженого типу вразливостей - Cross Site Scripting. Описано складнощі виявлення вразливостей вказаного виду. Пропоновано програмний додаток, створений на платформі Linux з застосуванням мови програмування Brython, призначений для автоматизованого виявлення XSS-вразливостей. Наведено перелік функціональних модулів програми, форму представлення результатів та основні можливості.

Перелік посилань

1. Веб-додатки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://highload.today/veb-prilozheniya/>
2. Cross-site scripting (XSS) / MDN Web Docs Glossary: Definitions of Web-related terms, [електронний ресурс], режим доступу - [Cross-site scripting \(XSS\) - MDN Web Docs Glossary: Definitions of Web-related terms | MDN \(mozilla.org\)](https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Glossary/Cross-site_scripting_(XSS))
3. Stuart McClure. Web Hacking: Attacks and Defense – “AddisonWesley Professional; 1st edition”, 528c
4. Website Attacks with John Graham [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://whatismyipaddress.com/website-attacks-with-john-graham-cumming-and-evan-johnson>

Section 2.

Mathematical modeling and research of economic processes in the context of modern problems and requirements of society

Математичне моделювання та дослідження економічних процесів у контексті сучасних проблем та вимог суспільства

- ❖ *«Error is discipline through which we advance».*
- ❖ *«Помилки – це наука, яка допомагає нам рухатися вперед».*

WILLIAM ELLER CHANNING, 1780 - 1842

- ❖ *«It is a platitude that pure mathematics can have unexpected consequences and affect even daily life».*
- ❖ *«Це банальність, що чиста математика може мати несподівані наслідки та вплинути навіть на повсякденне життя».*

J.E. LITTLEWOOD, 1885 – 1977

- ❖ *«Pure mathematics exist by themselves; no will produces them, no power can limit them. They are eternal laws that no man can infringe, and from which it is impossible to escape».*
- ❖ *«Чиста математика існує сама по собі; ніяка воля не породжує її, ніяка сила не може її обмежити. Це вічні закони, які ніхто не може порушити і від яких неможливо втекти».*

S. SANDARAM IYER, 1883

- ❖ *Mathematics knows no races or geographic boundaries; for mathematics, the cultural world is one country.*
- ❖ *Математика не знає рас чи географічних кордонів; для математики культурний світ — це одна країна.*

DAVID HILBERT, 1862 - 1927

ЛОГІСТИЧНА МОДЕЛЬ ЗАКОНУ РОЗМНОЖЕННЯ ПОПУЛЯЦІЇ

А.О. Деркунська, студент ОП «Менеджмент»

Є.В. Лесіна, к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри ВМФ

Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Анотація. В роботі розглядається логістична модель розмноження. Отримано закон розмноження популяції за модельним диференціальним рівнянням зміни чисельності. Встановлено рівноважний розмір даної популяції.

Ключові слова: диференціальне рівняння, логістичний закон розмноження, рівноважний розмір популяції.

Вивчення динаміки чисельності популяцій – одна з найважливіших екологічних задач сьогодення. Тривалі спостереження в цьому напрямку та їх систематичний аналіз є основою для побудови різноманітних моделей розмноження.

Розглянемо логістичну модель розмноження, де число новонароджених виражається формулою

$$G = gx\Delta t, \quad (1)$$

тобто число новонароджених пропорційне чисельності популяції та проміжку часу, а число померлих визначається рівнянням

$$H = hx\Delta t + h_1x^2\Delta t. \quad (2)$$

Зауважимо, що зміну чисельності визначатимемо тільки за народжуваністю і смертністю.

Пропорційність до чисельності популяції у виразі (1) означає пропорційність до числа батьків, а пропорційність до проміжку часу означає лінійну залежність народжуваності відносно часу. Величина g , що має зміст усередненого відносного числа новонароджених за одиницю часу, називається народжуваністю. Наприклад, $g=0,054\frac{1}{\text{рік}}$ означає 54 новонароджених на одну тисячу населення за рік.

Другий доданок у формулі (2) – це внутрішній видовий взаємовплив, який зумовлений обмеженістю життєвого простору та харчових ресурсів, поширенням інфекцій. Відповідно, диференціальне рівняння логістичної моделі розмноження має наступний вигляд:

$$dx = (g - h)xht - h_1x^2dt. \quad (3)$$

Частинним розв'язком цього диференціального рівняння з початковою умовою $x(t = 0) = x_0$ є така функція:

$$x(t) = \frac{x_0(g-h)*e^{(g-h)t}}{(g-h)+x_0h_1(e^{(g-h)t}-1)} \quad (4)$$

Вираз (4) називають логістичною функцією. Відповідно, зміну чисельності популяції з часом, що описується формулою (4), називають логістичним законом розмноження. При логістичному законі розмноження популяції з часом наближається до рівноважного розміру, який визначається границею:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} x(t) = \frac{g-h}{h_1} \quad (5)$$

Припустимо, що зміна чисельності популяції описується диференціальним рівнянням $\frac{dx}{dt} = x(0,05 - 0,5551x)$, та знайдемо закон розмноження цієї популяції, якщо початковий розмір популяції дорівнював 100 осіб, а також встановим, яким стане рівноважний розмір цієї популяції.

Дане диференціальне рівняння за типом збігається з (3). Тому можна стверджувати, що має місце логістична модель розмноження популяції. Як бачимо, народжуваність перевищує смертність: $g - h = 0,05$, а також $h = 0,0001$. Далі розв'яжемо диференціальне рівняння. Відокремлюємо змінні і записуємо загальний інтеграл:

$$\int \frac{dx}{x(1-0,002x)} = 0,05 \int dt.$$

Щоб виконати інтегрування в лівій частині рівності, використаємо таке перетворення:

$$\frac{1}{x(1-0,002x)} = \frac{1}{x} + \frac{0,002}{1-0,002x}.$$

Інтегруємо і отримуємо:

$$\ln|x| - \ln|1 - 0,002x| = 0,05t + C.$$

Будемо вважати, що $C = -\ln C_1$, тоді

$$\ln \frac{C_1 x}{1-0,002x} = 0,05t.$$

За початковою умовою знаходимо сталу інтегрування:

$$\ln \frac{C_1 * 100}{0,8} = 0 \rightarrow C_1 = \frac{0,8}{100} = 0,008.$$

Записуємо частинний розв'язок диференціального рівняння:

$$\frac{0,008x}{1 - 0,002x} = e^{0,05t}$$

Далі розв'язуємо рівняння відносно x і одержуємо закон розмноження цієї популяції:

$$x = \frac{e^{0,05t}}{0,008 + 0,002e^{0,05t}}.$$

Тепер знаходимо границю функції:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} \frac{e^{0,05t}}{0,008 + 0,002e^{0,05t}} = \lim_{t \rightarrow \infty} \frac{1}{0,008e^{-0,05t} + 0,002} = 500.$$

Отже, рівноважний розмір популяції, у відповідності до формули (5), становитиме 500 осіб.

Перелік посилань

1. Sharon D. The Refractory Model: The Logistic Curve and the History of Population Ecology. London: New York University Press, 1982. 53 p.

МЕТОДИ МАКСИМІЗАЦІЇ ПРИБУТКУ НА ПІДПРИЄМСТВІ В УМОВАХ ОБМЕЖЕНОСТІ РЕСУРСІВ

К.К. Кузнєцова, студентка ОП «Облік і оподаткування»

Л.Д. Сарбаш, к.е.н., доцент кафедри економіки, обліку і оподаткування
Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Анотація. Щоб ефективно управляти ресурсами – потрібно опанувати методи оптимізації розподілу матеріалів та витрат. Якщо менеджер володіє такими навичками, то підприємство стрімко покращує свою рентабельність.

Ключові слова: оптимізація, розподіл, симплекс-метод, ресурси, прибуток.

Оптимальне використання дефіцитних ресурсів є рішенням, яке максимізує прибуток за поточних обмежень. Такий аналіз рішень залежить від кількості обмежень.

Кожен бізнес відчуває певні обмеження у своїй діяльності. Такою нестачею можуть бути: матеріальні ресурси (сировина), виробничі потужності, попит на продукцію, чисельність і кваліфікація робочої сили, наявність оборотних коштів тощо. Діючи в цих умовах, підприємство повинно вибирати найбільш рентабельні методи діяльності в умовах поточного дефіциту ресурсів і забезпечувати їх повне та ефективне використання [1].

На практиці для вирішення оптимізаційних проблем використовується табличний симплекс – метод.

Загалом для вирішення задач лінійного програмування використовують багато методів для отримання відповіді, наприклад:

- Графічний метод
- Метод потенціалів
- Симплекс метод
- Та інші.

Симплекс – метод відрізняється зрозумілим алгоритмом дій, швидкістю розв’язання та цікавим підходом до отримання відповідей. Також симплекс – метод відзначається точними результатами роботи з ним [2].

Перевагою симплексного методу є те, що його можна вирішувати як у комп’ютерних програмах, так і в ручну. Навідміну від інших методів, цей спосіб можна швидко рахувати на папері та не допускати неточностей, адже багато інших шляхів розв’язку можуть бути здійснені тільки програмними забезпеченнями.

Для швидкого отримання результату доцільно використовувати програми для вирішення задач, як MS Excel. Щоб це зробити, потрібно мати дані: цільову функцію та обмеження [3].

Маємо таку задачу:

Цільова функція: $F(X) = 5000x_1 + 4000x_2 + 3000x_3 + 7000x_4$.

При обмеженнях:

$$\begin{aligned}
0.1x_1 + 0.1x_2 + 0.4x_3 + 0.1x_4 &\leq 1.6 \\
0.3x_1 + 0.1x_2 + 0.3x_3 + 0.4x_4 &\leq 2.1 \\
0.2x_1 + 0.3x_2 + 0.2x_3 + 0.1x_4 &\leq 1.8 \\
x_n &\geq 0
\end{aligned}$$

Далі переходимо до рішення у MS Excel. Для цього потрібно відкрити вкладку «ДАНІ», потім обрати функцію «ПОШУК РІШЕННЯ», ввести всі потрібні умови і обмеження, обрати опцію «ЗНАЙТИ РІШЕННЯ», а потім програма генерує таблиці з рішеннями та формулами у комірках [4].

Маємо відповідь:

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	Змінні	x1	x2	x3	x4			
2	Розв'язок	0	4,636364	0	4,090909			
3								
4	Обмеження	I	I	III	IV	Ліва частина	Знак	Права частина
5	1	0,1	0,1	0,4	0,1	0,872727	≤	1,6
6	2	0,3	0,1	0,3	0,4	2,1	≤	2,1
7	3	0,2	0,3	0,2	0,1	1,8	≤	1,8
8								
9	Цільова функція	5000	4000	3000	7000	47181,82	max	

Рис. 1. Рішення у MS Excel

Отже, вирішивши задачу, маємо такі результати: $x_1 = 0$, $x_2 = 4,64$, $x_3 = 0$, $x_4 = 4,09$. А дані x_5 , x_6 , x_7 не враховуємо у відповіді.

Тобто, для того щоб отримати максимальний прибуток, потрібно фарбу виду x_1 продати 0 тонн, виду $x_2 = 4,64$ тонн, $x_3 = 0$ тонн, $x_4 = 4,09$ тонн.

Таким чином матимемо найменші витрати та найбільші прибутки. Прибуток складе 47181.818 грн.

У підсумку можна сказати, що симплекс метод – оптимальний варіант для вирішення таких важливих задач, як оптимізація розподілу ресурсів та отримання максимального прибутку.

Перелік посилань

1. Ніконов О. Я. Лінійне програмування: навч. посібник.: Харків. ХНАДУ, 2020 - 103 с.
2. Ладогубець Т. С. Лінійне програмування: навч. посібник.: Київ. КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019 - 61 с.
3. Глушик М. М., Копич І. М. Математичне програмування: навч. посібник.: Львів. «Новий Світ – 2000», 2017 – 215 с.
4. Жильцов О. Б. Математичне програмування: навч. посібник.: Київ. ДП «Видавничий дім «Персонал», 2018 – 240 с.

ECONOMIC AND STATISTICAL ANALYSIS OF THE UNEMPLOYMENT RATE IN SOME COUNTRIES OF THE EUROPEAN UNION

Sofiia Burian, Student majoring in Management

Prague University of Economics and Business, Czechia

Nataliia Hoholieva, PhD in Physics and Mathematics, Associate Professor,

Associate Professor of the Department of Higher Mathematics and Physics

Donetsk National Technical University, Lutsk, Ukraine

Abstract. The problems of employment belong to the global problems of our time. Employability is the basis for the development and functioning of human society. The situation on the labor market in the EU countries during the recent years has been characterized by an improvement in some indicators. The relevance of the problem is confirmed by the surge of attention in the international scientific community.

Keywords: unemployment, standard of living, wages.

One of the acute problems for any country and its government is the problem of unemployment. Unemployment is a multifactorial phenomenon that affects all spheres of social life. This phenomenon contains two sides: positive and negative. Unemployment in manufacturing is associated with such destructive phenomena as a decrease in the level of production, poverty, social tension, criminalization. On the other hand, it stimulates a person to work effectively, to improve the level of qualification and labor discipline.

Annual data on labor costs, the number of employed people and the number of unemployed people reflect the standard of living of the population, along with other equally important indicators. Let's analyze the data from Eurostat [table 1, 2, 3].

The percentage of the economically active population of the EU countries aged 15 to 74 years compared to the total population is 44% [table 1].

Table 1. Labour Market in the European Union (in thousands) and population with tertiary educational attainment (% of population aged 25-34), 2021

	Labour Market in the European Union, Persons aged 15-74 (in thousands)	Population aged 25-34 with tertiary educational attainment (% of population aged 25-34)
European Union	331775	40
Denmark	4326	48
Croatia	3104	36
Austria	6720	45
Poland	27627	40
Czechia	8099	35

Compiled by the author according to [1].

The highest unemployment rate from the represented countries is in Croatia, which is 6.3% (as of September 2022) [Table 2], however, it should be noted that this indicator has fallen by 11% (compared to 2013), the same trend is observed in the

Czech Republic (by 4.8%), Poland (by 7.7%) and in general in the countries of the European Union (by 5.4%). According to official data, as of September 2022, the overall unemployment rate in the EU countries was 6%, which is the lowest indicator since 2013. At the same time, there is an increase in labor costs: 29.1 Euro, which is the highest indicator since 2008 [Table 3].

Table 2. Total unemployment rate
(in % of the active population aged 15 to 74 years)

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2022 september
European Union (20 countries)	11,4	10,8	10	9,1	8,1	7,2	6,7	7,1	6
Czech Republic	7	6,1	5,1	4	2,9	2,2	2	2,6	2,2
Germany	5,2	5	4,6	4,1	3,8	3,4	3,1	3,9	4,5
Croatia	17,3	17,3	16,2	13,1	11,2	8,5	6,6	7,5	6,3
Austria	5,4	5,6	5,7	6	5,5	4,9	4,5	5,4	5,1
Poland	10,3	9	7,5	6,2	4,9	3,9	3,3	3,2	2,6

Compiled by the author according to [1].

The development towards the growth of labor costs is noted in all the considered countries compared with 2008: In Germany by 9.3 euros, in Croatia by 2 euros, in Austria by 11.1 euros, In Poland by 4.1 euros, in the Czech Republic by 6.1 euros.

Table 3. Labour costs annual data (of hours worked, Euro)

	2008	2012	2016	2017	2018	2019	2020	2021
European Union (20 countries)	21,3	24,4	25,6	26,2	27	27,7	28,6	29,1
Germany	27,9	30,5	32,8	33,8	34,7	35,7	36,7	37,2
Croatia	9,2	9,5	9,5	10,1	10,8	11,1	10,8	11,2
Austria	26,4	29,7	32,5	32,9	33,8	34,7	37,1	37,5
Poland	7,4	7,9	8,7	9,5	10,1	10,7	11	11,5
Czech Republic	9,2	10	10,3	11,4	12,7	13,7	14,1	15,3

Compiled by the author according to [1].

In 2021 [Table.1] the number of employees with higher education aged 25 to 34 years out of the total number of employees of the same age is 48% in Germany (this is the highest indicator of the countries under consideration), 35% in the Czech Republic (the lowest indicator). One of the strategies in the socio-economic policy of the countries is to provide the labor market with more qualified personnel in the future.

It should be noted that the unemployment rate in some EU countries has decreased significantly in recent years and labor costs have increased. Increasing wages is one of the methods of administrative influence on the labor market. Such an increase leads to certain positive results, but such an increase should be limited, since it can lead to an increase in unemployment.

References

1. EUROSTAT (n.d.). Retrieved November 22, 2022, from https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/explore/all/all_themes?display=list&sort=category

ESTIMATION OF ALL PARAMETERS IN THE VASICEK MODEL BY LOW-FREQUENCY DATA

O.D. Prykhodko, PhD student, Department of Probability Theory, Statistics and Actuarial Mathematics,

K.V. Ralchenko, Doctor of Sciences (Phys. & Math.), Associate Professor, Department of Probability Theory, Statistics and Actuarial Mathematics, Taras Shevchenko National University of Kyiv

Summary: We construct estimators of all three unknown parameters in the Vasicek interest rate model by discrete observations and prove their strong consistency.

Keywords: stochastic differential equation, discrete observations, strong consistency.

In 1977 O. Vasicek [2] proposed a mathematical model for the interest rate, which was later named after him. It is described by the following stochastic differential equation

$$dX_t = (\alpha - \beta X_t)dt + \gamma dW_t,$$

where α, β, γ are some constants and W is a standard Brownian motion.

This model is widely used in the economics and in the mathematical finance; however, it also has applications in various other fields. Usually, it is assumed that $\beta > 0$. In this case the process X has the property of mean reversion, which is important for financial applications.

If continuous observations of a trajectory of the process $X = \{X_t, t \in [0, T]\}$ are available, then usually the diffusion parameter γ is assumed to be known, since it can be evaluated almost surely with the help of realized quadratic variations.

Usually, the drift parameters α and β are estimated using the maximum likelihood method or the least squares method. Both approaches lead to the same estimators, which look like (see, e.g., [1]):

$$\hat{\alpha} = \frac{(X_T - X_0) \int_0^T X_t^2 dt - \int_0^T X_t dX_t \int_0^T X_t dt}{T \int_0^T X_t^2 dt - \left(\int_0^T X_t dt \right)^2}, \quad (1)$$

$$\hat{\beta} = \frac{(X_T - X_0) \int_0^T X_t dt - T \int_0^T X_t dX_t}{T \int_0^T X_t^2 dt - \left(\int_0^T X_t dt \right)^2}. \quad (2)$$

In practice, a trajectory of the process can be observed only at some discrete time instants, for example, at $t_k = kh, k = 0, 1, 2, \dots$, with a fixed step h . If h is considerably large (the case of low-frequency data), then we cannot assume that the observations are continuous. Moreover, the coefficient γ cannot be calculated using realized quadratic variations, and the integrals in the formulas (1) and (2) cannot be approximated by integral sums. So, a problem of simultaneously estimation of three parameters α, β, γ by the discrete low-frequency data arises. This paper is devoted to construction of strongly consistent estimators of these three parameters.

Let the process X be a solution of the following stochastic differential equation

$$dX_t = (\alpha - \beta X_t)dt + \gamma dW_t, X_t|_{t=0} = x_0 \in \mathbb{R}, \quad (3)$$

where $W = \{W_t, t \geq 0\}$ is a Wiener process. The parameters $\alpha \in \mathbb{R}, \beta > 0$ and $\gamma > 0$ are assumed to be fixed, but unknown.

It is known, that the equation (3) has a unique solution, which can be found explicitly:

$$X_t = \frac{\alpha}{\beta} + e^{-\beta t} \left(x_0 - \frac{\alpha}{\beta} \right) + \gamma \int_0^t e^{-\beta(t-s)} dW_s.$$

Let $h > 0$ be fixed. Assume that the following values are observed:

$$X_0, X_h, X_{2h}, \dots, X_{nh}$$

For parameter estimation, we use the following three statistics:

$$\xi_n := \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} X_{kh}, \eta_n := \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} X_{kh}^2, \zeta_n := \frac{1}{n} \sum_{k=0}^{n-1} X_{kh} X_{(k+1)h}.$$

By the ergodic theorem, it is possible to investigate the asymptotic behavior of these statistics and to construct the following estimators:

$$\hat{\beta}_n = \frac{1}{h} \ln^+ \frac{\eta_n - \xi_n^2}{\zeta_n - \xi_n^2}, \hat{\alpha}_n = \xi_n \hat{\beta}_n, \hat{\gamma}_n^2 = 2 \hat{\beta}_n (\eta_n - \xi_n^2), \quad (4)$$

where, for the sake of definiteness, we use the following function $\ln^+$ instead of $\ln$:

$$\ln^+ x = \begin{cases} \ln x, & x > 1, \\ 0, & x \leq 1. \end{cases}$$

The next theorem is the main result of the paper.

Theorem. The following convergences hold a.s. as $n \rightarrow \infty$:

$$\hat{\alpha}_n \rightarrow \alpha, \hat{\beta}_n \rightarrow \beta, \hat{\gamma}_n \rightarrow \gamma$$

i.e., $\hat{\alpha}_n, \hat{\beta}_n, \hat{\gamma}_n$ are strongly consistent estimators of the parameters α, β, γ respectively.

References

1. Kutoyants Y. A. Statistical inference for ergodic diffusion processes. Springer Series in Statistics. Springer-Verlag London, 2004. 482 p.
2. Vasicek O. An equilibrium characterization of the term structure // Journal of Financial Economics. Vol. 5, no. 2. P. 177-188.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ЕКОНОМІЦІ ТА УПРАВЛІННІ ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ ФАХОВОЇ КОМПЕТЕНЦІЇ ЗДОБУВАЧІВ ЕКОНОМІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

А.О. Бондаренко, студентка ОП «Фінанси, банківська справа та страхування»

Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ

А.В. Тарасенко, студентка ОП «Фінанси, банківська справа та страхування»

Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ

О.Г. Ровенська, к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри ММ

Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ

Анотація. В роботі проаналізовано переваги і передумови впровадження у освітній процес здобувачів вищої економічної освіти навчальних курсів, що використовують професійно-орієнтовані задачі математичного моделювання і обчислювальної математики. Дається оцінка значущості математичної компетентності як передумови професійної компетентності, пов'язаної з моделюванням.

Ключові слова: Вища освіта, математична компетентність, математичне моделювання

Незважаючи на численні педагогічні дослідження, пов'язані із побудовою курсів та програм з математичного моделювання в економіці, питання організації математичної освіти майбутнього економіста залишається актуальним. Однією з неочевидних проблем при побудові навчальних курсів, є спостереження, що добре сформована математична компетентність здобувача економічної спеціальності зовсім не гарантує компетентності у математичному моделюванні, хоча і є для неї необхідною умовою. Причина полягає в тому, що математичні знання доводиться використовувати у нематематичній галузі, яку потрібно моделювати. Зокрема, необхідно використовувати поняття і методи самої економіки, проводити вимірювання, збирати та отримувати дані нематематичного характеру. Отже, перший висновок полягає у тому, що компетентність у моделюванні не є простим наслідком математичної компетентності.

Теоретичні та емпіричні дослідження показують, що вміти моделювати означає бути здатним успішно виконувати низку компетенцій, які потрібні в циклі моделювання Niss, 2012; Maass, 2006; Blomhøj & Jensen, 2003. Вплив контексту завдань математичного моделювання з реальним економічним змістом може бути вирішальним чинником.

Пріоритетними стають методи навчання, які сприяють створенню умов для творчих евристичних і практичних досліджень. Така робота може бути організована як у вигляді практичного заняття або семінару, так і у вигляді самостійної роботи, що керується викладачем. Тут наводимо один з прикладів реалізації цього підходу.

Приклад 1. Розглянемо задачу планування праці деякого умовного підприємства, що випускає продукцію двох видів *A* і *B*. Трудомісткість обробки

кожного виробу на відповідній машині, а також корисний фонд часу праці записані в табл. 1

Таблиця 1

Машина	Найменування продукту		Корисний фонд часу машини
	<i>A</i>	<i>B</i>	
1	2	3	6000
2	2	1	4000

Дохід від реалізації одиниці продукту *A* становить 0,5 грош. од., одиниці продукту *B* – 0,4 грош. од. Необхідно розробити план роботи підприємства на тиждень, що дозволяє максимізувати дохід на наявних потужностях.

Позначимо, через x_1 шуканий випуск за тиждень продукту *A*, x_2 - відповідно продукту *B*.

За таблицею 1 можна побудувати наступну систему обмежень:

$$2x_1 + 3x_2 \leq 6000;$$

$$2x_1 + x_2 \leq 4000;$$

$$x_1 \geq 0; x_2 \geq 0;$$

Сумарний дохід, що описує цільову функцію розв'язуваної задачі, лінійно залежить від кількості одиниць виробленої продукції та записується у вигляді:

$$F(x) = 0,5x_1 + 0,4x_2 \rightarrow \max.$$

Скористаємося графічним методом розв'язування задачі (рис.1).

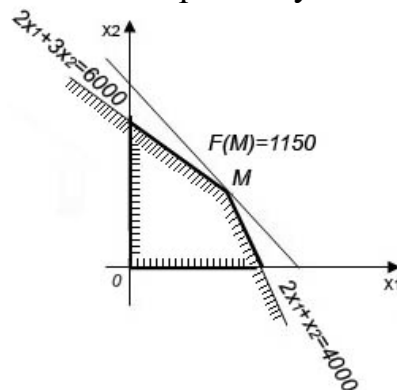


Рис.1.

Область пошуку екстремуму обмежена координатами осями $(0, x_1)$, $(0, x_2)$ і прямими $2x_1 + 3x_2 = 6000$, $2x_1 + x_2 = 4000$. Найбільше значення цільової функції $z = F(x)$ досягається в точці *M*, де $F(x) = 1150$ грн. і відповідає випуску продукції *A* у кількості 1500 одиниць, *B* – 1000 одиниць за тиждень.

В описаній нами ситуації величина доходу від одиниці виробленої продукції є константою, а це припускає, що не залежно від обсягу виробництва вся продукція знаходить споживача. Насправді, у міру освоєння технології

виробництва продукції, витрати зменшуються, попит на неї зменшується із збільшенням числа вироблених продуктів, тобто величина доходу не є константою, а змінною функцією. Нехай, наприклад, дохід, одержуваний від одиниці продукції A , зменшиться зі збільшенням числа вироблених продуктів за законом $\left(0,5 - \frac{x_1}{4000}\right)x_1$, а від продукції B – як і раніше 0,4 грош. од. на одиницю. Тоді цільова функція набуває вигляду:

$$F(x) = \left(0,5 - \frac{x_1}{4000}\right)x_1 + 0,4x_2 \rightarrow \max \quad (*)$$

при тих же обмеженнях на область пошуку змінних рис.2.

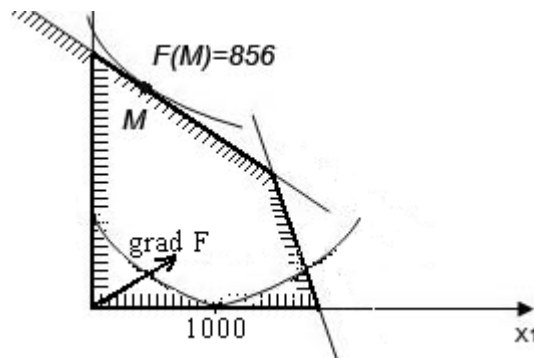


Рис.2

Це завдання відноситься до проблеми нелінійного програмування, оскільки змінні x_1 і x_2 включені в цільову функцію в степенях вище першого. Рівняння $\left(0,5 - \frac{x_1}{4000}\right)x_1 + 0,4x_2 = C$ являє собою сімейство парабол, у яких абсцис вершин дорівнює 1000 од.

Виберемо вершину $(0;0)$. Вирішуючи рівняння $F(0;0) = C$, знайдемо значення $C = 0$ і побудуємо параболу $F(x) = 0$, з вершиною в точці $(1000;0)$.

Побудуємо вектор-градієнт з точки $(0;0)$.

Оскільки вектор-градієнт спрямований всередину параболи, то найбільше значення цільова функція буде досягати в точці області, коли вся параболою знаходиться за областю за винятком однієї точки. Змістимо параболу так, щоб вона вся лежала поза областю, крім точки $M(x_1 = 467, x_2 = 1691)$. Координати цієї точки можна знайти з умови, що до параболи в ній збігається з прямою $2x_1 + 3x_2 = 6000$.

Таким чином, максимальне значення функції $F(x)$ досягається в точці $M(x_1 = 467, x_2 = 1691)$ і дорівнює 856 грн.

Зазначимо, що умовою завдання, природно, варіювати, і припускати зміну доходу по випуску одного лише другого виду продукції – В. У цьому випадку цільова функція завдання матиме, наприклад, такий вид:

$$F(x) = 0,5x_1 + \left(0,4 - \frac{x_2}{4000}\right)x_2 \rightarrow \max \quad (**)$$

У разі одночасного зменшення доходу підприємства зі зростанням виробництва з випуску обох видів продукції А і В, цільова функція завдання набуває вигляду:

$$F(x) = \left(0,5 - \frac{x_1}{4000}\right)x_1 + \left(0,4 - \frac{x_2}{4000}\right)x_2 \rightarrow \max \quad (***)$$

або у перетвореному вигляді:

$$164 \cdot 10^4 - 4000F(x) = (x_1 - 1000)^2 + (x_2 - 800)^2,$$

тобто цільова функція – коло з центром в точці $M(1000, 800)$. Лінії рівня даної цільової функції є концентричними колами з постійним центром і мінливими радіусами.

Виберемо вершину $(0;0)$. Вирішуючи рівняння $F(0;0) = C$, знайдемо значення $C = 0$ і побудуємо коло $F(x) = 0$, з центром у точці $(1000;800)$.

Побудуємо вектор-градієнт з точки $(0;0)$.

Так як вектор-градієнт спрямований всередину кола, то найбільше значення цільова функція досягатиме в центрі кола. В даному випадку, максимальне значення функції $F(x) = 410$, досягається в точці $M(1000; 800)$ і відповідає випуску $x_1 = 1000$ одиниць продукції А і $x_2 = 800$ одиниць продукції В за тиждень роботи підприємства.

Застосований метод рішення носить назву графоаналітичного методу і є ефективним у разі двох змінних.

Перелік посилань

1. Niss M. Models and Modelling in Mathematics Education / European Mathematical Society. Newsletter No. 86, December 2012, pp. 49-52.
2. Maass, K. (2006) What are modelling competencies? ZDM 38(2), pp. 113-142.
3. Blomhøj, M., & Jensen, T.H. (2003). Developing mathematical modelling competence: conceptual clarification and educational planning. Teaching Mathematics and Its Applications 22(3), pp 123–139.

ОПТИМІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ РЕСУРСІВ НА ПІДПРИЄМСТВАХ ЗА ДОПОМОГОЮ ДИНАМІЧНОГО ПРОГРАМУВАННЯ

Т.В. Ворона, студент ОП «Облік і оподаткування»

Л.Д. Сарбаш, к.е.н., доцент

Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Анотація. Основою оптимізації є пошук найкращого рішення серед багатьох прийнятних рішень з використанням певних критеріїв продуктивності або якості. Оптимізацію можна здійснити за допомогою багатьох стратегій, від найскладніших аналітичних і незліченних математичних операцій до розумного застосування простої арифметики.

Ключові слова: динамічне програмування, методи, моделі, оптимізація, ресурси.

Протягом історії люди вдавалися до важких ритуалів, коли приймали рішення. Вони проводили тріумфальні церемонії, приносили в жертву тварин, пророкували за допомогою зірок і спостерігали за польотом птахів. Вони спиралися на народні прикмети і намагалися дотримуватися простих правил, які полегшували процес прийняття рішень. В даний час використовується нова і, можливо, більш наукова «церемонія», заснована на використанні електронно-обчислювальної машини для прийняття рішення. Без нових технічних інструментів людський інтелект не зможе врахувати безліч і різноманітних факторів, з якими стикається бізнес під час прийняття управлінських рішень. Численні методи математичної оптимізації, які існують сьогодні, вже високо розвинені, що дозволяє ефективно використовувати можливості цифрових і гібридних обчислювальних машин для прийняття ефективного управлінського рішення. Одним із таких методів є метод динамічного програмування.[1, с.371]

У світі ринку економічні процеси та явища є динамічними, тому що вони діють і прогресують не лише в космосі, а й у просторі. Національна економіка, галузі, регіони чи окремі підприємства повинні розробляти стратегічні та тактичні плани. По-перше, вона визначається за допомогою динамічних моделей прийняття рішень, тобто методів динамічного програмування. Багато утилітарних проблем мають багато рішень.

Основою оптимізації є пошук найкращого рішення серед багатьох прийнятних рішень з використанням певних критеріїв продуктивності або якості. Задача з одним рішенням не потребує оптимізації. Оптимізацію можна здійснити за допомогою багатьох стратегій, від найскладніших аналітичних і незліченних математичних операцій до розумного застосування простої арифметики.[2, с.584]

Динамічне програмування - це метод оптимізації, адаптований до операцій, де процес прийняття рішень можна розділити на окремі кроки. Метод динамічного програмування - це маленьке, поетапне створення оптимального керування. На кожному кроці оптимізується лише керування цим кроком. На кожному етапі контролю вибирається найкращий результат, оскільки контроль

оптимізує цільову функцію лише за один крок. Управління на кожному кроці має бути оптимальним для процесу в цілому. Оптимальне керування характеризується незалежністю від початкового стану на будь-якому кроці керування, а наступне керування має бути оптимально вибрано відповідно до стану, якого система досягне в кінці цього кроку.

На основі застосування тези про оптимальність метод дозволяє встановити зв'язок між екстремальними значеннями цільової функції в задачах, що характеризуються різним часом обробки та різними початковими станами. При цьому слід враховувати наслідки застосування визначеного оптимального рішення та наступних рішень. Такий підхід є результатом розробки оптимальної стратегії. Процес прийняття рішення у справі є багатостадійним.[3, с.423]

У загальному вигляді ці завдання можна описати наступним чином. Існує ряд ресурсів, які можна розуміти як гроші, фізичні ресурси. Ці ресурси слід розподіляти між різними об'єктами їх реалізації, в різні проміжки планового періоду або з різною періодичністю між різними об'єктами, щоб отримати максимальну загальну ефективність від обраного методу розподілу. Показник ефективності, наприклад, виручка, товарна продукція, рентабельність капіталу (задача максимізації) або сукупні витрати, собівартість, час роботи конкретного підприємства тощо (задача мінімізації).

Оптимізація ресурсного потенціалу підприємства вважає визначення необхідних обсягів існуючих джерел та розумного співвідношення у процесі господарської діяльності для набуття максимального результату як доходу.

Дотримуючись тенденції, можна сказати, що більшість завдань математичного програмування підходять для загальної постановки задачі інтелектуального розподілу ресурсів.

Перелік посилань

1. Подсолонко А.О. Менеджмент: теорія і практика: Навчальний посібник. К.: ЦУЛ, 2033. 370 с.
2. Шегда. А.В. Менеджмент: Навчальний посібник. К.: «Знання», 2012. 584 с.
3. Андрушків Б.М., Кузьмін О.Е. Основи менеджменту. Львів: «Світ», 2014. 423 с.

МАТЕМАТИЧНІ ОСНОВИ НА СТРАХОВОМУ РИНКУ

М.О. Єнін, студент ОП «Інженерія програмного забезпечення»

Ю.В. Новікова, к.ф.-м.н., доцент, зав.кафедри ВМФ

Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Анотація: У роботі розглянута очевидна необхідність застосування в економіці елементів вищої математики, зокрема у страхуванні. Важливість інтеграції між математикою і страхуванням, математичний внесок у розвиток страхового підприємництва.

Ключові слова: математика, страхування, ризик, економіка.

Упродовж кількох останніх століть спостерігається розвиток спеціальних методів та основ математики, які застосовуються у провідних сферах фінансової діяльності. Страхове підприємництво – одна з цих сфер, раціональне ведення якої зовсім неможливе без основних положень теорії фінансової математики та вищих фінансових розрахунків. Свого найінтенсивнішого розвитку воно набуло в умовах ринкової економіки та грає велику роль у розширенні сучасного бізнесу.

Страхова практика протягом багатьох років сприяла розвитку спеціальних методів прикладної математики, яка отримала назву страхова математика. Страхова математика – це математичні та статистичні дослідження способів утворення страхових резервів, страхових тарифів за видами страхування. Її методологія ґрунтується на:

- теорії великих чисел;
- використанні математичної статистики;
- теорії ймовірностей, за допомогою якої визначається можливість страхового випадку;
- демографічних досліджень, які необхідні для диференціації страхових тарифів залежно від віку застрахованого;
- довгострокових фінансових обчислень, за допомогою яких у тарифах враховується дохід, який отримує страховик від використання кредитних (інвестиційних) ресурсів акумульованих внесків страхувальників.

На думку кандидата економічних наук Клапківа М.С. завдяки здійсненню глибоких теоретичних досліджень протягом першої половини 20 століття прикладна математика стала органічним елементом бази страхового підприємництва у галузі особистого і майнового страхування[1].

Страхування є економічною категорією, також воно тісно взаємозв'язане з категорією фінансів і входить в економічну систему будь якої держави. Його специфічність визначає три основні ознаки: випадковість настання страхової події, винятковість нанесеного збитку або шкоди як в натуральному, так і грошовому вираженні, та неупередженою необхідністю попередити та подолати наслідки цієї події, відшкодувати усі втрати. Органи страхування сприяють формуванню грошових ресурсів, відшкодуванню збитків, допомагають накопичити, зберегти частину коштів населенню, мають величезні

можливості сприяти економічному та соціальному розвитку країни, вирішують проблеми кожного асоційованого чи індивідуального власника.

Страховання має декілька галузей табл.1.

Таблиця1. Галузі страхування

Галузь страхування	Об'єкт страхування	Мета страхування
Особисте страхування	фізичні та юридичні особи	страховий захист страхувальників у разі настання несприятливих подій для їхнього життя й здоров'я
Майнове страхування	майно	страховий захист майнових інтересів громадян
Страховання відповідальності	треті юридичні або фізичні особи	відшкодування збитків третім особам, за заподіяну страхувальником шкоду їх життю, здоров'ю чи майну
Страховання інвестицій	підприємницькі (реальні) та фінансові інвестиції	захист майнових інтересів суб'єктів інвестиційної діяльності від ризиків знецінення, втрати, знищення капіталовкладень

У страховій справі застосовуються наступні системи страхування:

- страхування за дійсною вартістю майна, яке визначається як фактична вартість на день підписання договору, а страхове забезпечення дорівнює величині збитків;
- страхування за системою пропорційної відповідальності передбачає виплату страхового відшкодування, яке можна розрахувати за формулою[2]:

$$Q = \frac{TS}{W}, \quad (1)$$

де Q – страхове відшкодування; S – страхова сума за угодою (договором);

W – оцінка об'єкта страхування; T – фактична сума збитків;

- страхування за системою першого ризику, яке передбачає виплату страхового відшкодування у розмірі збитків в межах страхової суми;
- страхування за системою “дробової частини” визначається встановленням двох страхових сум, показної та дійсної вартості. Якщо показана вартість менша від дійсної вартості, то страхове відшкодування розраховується за формулою (1), за умови, що S – показана вартість;
- страхування за відновною вартістю значить те, що компенсація збитків за застрахований за цією системою об'єкт дорівнює ціні нового майна відповідного виду.

Будь-яка діяльність суб'єкта ринкових відносин має нерозривний зв'язок із ризиком, який необхідно спрогнозувати та оцінити. Страхування виникає в тому місці, в якому існують явища і процеси випадкової природи. Тому більшість величин, які розглядаються у страхуванні, є випадковими

величинами, тобто змінними, які можуть набувати певних значень з певною ймовірністю. Страхування надає людям вибір, які ризики можуть бути прийнятними для них, а від яких вони бажають себе захистити. Основою для визначення ризику є такий розділ математики, як теорія ймовірностей, який вивчає закономірності випадкових явищ. Інший розділ – математична статистика, займається розробкою методів реєстрації, опису та аналізу даних спостережень і експериментів. Математична статистика має на меті побудову ймовірнісних моделей доступних непередбачених явищ за допомогою таких методів, як оцінка гіпотез, визначення довірчих інтервалів, регресійний та кореляційний аналізи.

На базі цих двох розділів математики будуються поняття іншої галузі знань – актуарної математики, яка служить фундаментом страхового бізнесу та включає у себе сукупність засобів математичного моделювання, математичних методів та комп'ютерних технологій. Вона розглядає питання оцінки ризиків у різних галузях людської діяльності за допомогою актуарних розрахунків – розрахунків тарифних ставок страхування на підставі методів математичної статистики, які беруть за основу закон великих чисел.

Існування повноцінного ринку страхування – важлива умова зростання добробуту населення та економічного зростання у будь якій країні. В Україні цей сектор знаходиться ще на ранній стадії свого розвитку, але набуває великого значення в економічних та соціальних аспектах політики держави. Формується власна модель ринкової економіки, яка зважає на ту ситуацію, в яку потрапила держава, коли була визнана політично незалежною.

Протягом останніх років здійснюється швидкий розвиток вітчизняного страхового ринку, поліпшується нормативно-правова база цієї галузі, зростає чисельність страхувальників за рахунок юридичних осіб. Страховий ринок України пропонує чималий асортимент страхових послуг, зокрема форм страхового захисту як обов'язкового, так і добровільного страхування. Найбільшим попитом тут користуються послуги з добровільного страхування майна, а найуразливішу позицію займає страхування життя. Розвиток страхового ринку України є нагальною потребою, яка зумовлена збільшенням рівня невизначеності та ризиковості соціальних, економічних, екологічних та політичних процесів.

Отже, страхування сприяє як економічному так і соціальному розвитку будь якої країни, може вирішувати проблеми кожного її громадянина тісна інтеграція між страхуванням і математикою сприяє розвитку спеціальних методів математики, що в свою чергу розширює економічні та фінансові можливості страхування.

Перелік посилань

1. Клапків М.С. Математичні основи страхового підприємництва //Фінанси України. – 1997р. – №6. – С.103–109.
2. Системи страхування.[Електронний ресурс]. Studfile. – 2019.–URL: <https://studfile.net/preview/7291500/page:6/>

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ РОЗВИТКУ ЕПІДЕМІЇ

Є.А. Мерзлікіна, студентка ОП «Менеджмент»

Є.В. Лесіна, к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри ВМФ

Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Анотація. В роботі розглядається спрощена диференціальна модель динаміки епідемії за припущенням, що латентний період захворювання є нульовим. Знайдено закон зростання числа носіїв інфекції, побудовано графік епідемічної кривої та охарактеризовано динаміку розвитку епідемії за одержаним графіком.

Ключові слова: носії інфекції, сприйнятливість, диференціальне рівняння, закон зростання, епідемічна крива, динаміка епідемії.

З давніх часів епідемії створювали смертельну загрозу для людства. Нагальним питанням у цьому напрямку лишається вивчення закономірностей та пошук шляхів запобігання епідемії [1]. Процеси їхнього розвитку є динамічними, тому проблема побудови і дослідження моделей динаміки розвитку епідемії є актуальною [2].

Розглянемо місцевість з великим числом осіб певної популяції. Припустимо, що усі особи взаємодіють одна з одною, а носії інфекції не ізольовані. При цьому загальний період захворювання вважається тривалим, латентний період – нульовим.

Нехай у початковий момент часу $t = 0$ кількість носіїв інфекції дорівнює числу a , кількість здорових осіб, сприйнятливих до інфекції, – b . За час t кількість носіїв інфекції становитиме $x(t)$, а число здорових осіб – $y(t)$. Якщо не враховувати загальну зміну чисельності, то можна записати:

$$x(t) + y(t) = a + b. \quad (1)$$

Приріст носіїв інфекції за одиницю часу встановлюється за допомогою частоти попарних взаємодій носіїв інфекції з особами, чутливими до інфекції. Частота таких попарних взаємодій пропорційна добутку числа носіїв на кількість осіб, що є сприйнятливими до інфекції.

Відповідно, розглядаємо модель, в якій зменшення кількості осіб з часом вважається пропорційним добутку числа носіїв інфекції на кількість осіб, чутливих до інфекції, та пропорційним інтервалу часу:

$$\Delta y = -\beta xy \Delta t, \quad (2)$$

де β – коефіцієнт пропорційності.

Спираючись на рівняння (1), отримуємо на основі рівняння (2) наступне диференціальне рівняння розвитку епідемії:

$$\frac{dy}{dt} = -\beta y(a + b - y). \quad (3)$$

Частинним розв'язком диференціального рівняння (3) є функція, записана нижче:

$$y(t) = \frac{b(a + b)}{b + ae^{\beta(a+b)t}}. \quad (4)$$

Де-факто під час епідемії реєструють кількість захворювань за одиницю часу (доба, тиждень, місяць). Графічна інтерпретація динаміки такого

показника називається **епідемічною кривою**. Епідемічна крива описується наступною функцією:

$$f(t) = -\frac{dy}{dt} = \frac{dx}{dt}. \quad (5)$$

Для розглянутої моделі на основі співвідношення (4) отримуємо рівняння епідемічної кривої:

$$f(t) = \frac{\beta ab(a+b)^2 e^{\beta(a+b)t}}{(b + ae^{\beta(a+b)t})^2}. \quad (6)$$

Епідемічний показник рівняння (6) спочатку зростає, досягаючи максимального значення, а згодом плавно спадає, наближуючись до нуля. Період, під час якого епідемічна крива досягає піку, обчислюється за допомогою формули:

$$T = \frac{\ln b - \ln a}{\beta(a+b)}. \quad (7)$$

В якості типового прикладу розглянемо наступне рівняння розвитку епідемії:

$$\frac{dx}{dt} = 4 \times 10^{-5} x(1000 - x),$$

де $x(t)$ – кількість носіїв інфекції на момент часу t (у годинах) серед чутливих до захворювання осіб популяції. Припустимо, що на момент $t = 0$ число носіїв інфекції налічувало 5 осіб, а кількість сприйнятливих до захворювання осіб становило 995 людей. Знайдемо закон зростання кількості носіїв інфекції, формулу епідемічної кривої, визначимо час настання піку епідемічної кривої та накреслимо графік закону зростання носіїв інфекції й епідемічну криву.

Спочатку відокремимо змінні в диференціальному рівнянні та запишемо загальний інтеграл:

$$\int \frac{dx}{x(1-0,001x)} = \int_0 0,04 dt.$$

Після інтегрування отримуємо:

$$\ln \frac{Cx}{1-0,001x} \times 0,04t.$$

За початковою умовою $x(0) = 5$ обчислимо константу інтегрування:

$$\ln \frac{C \times 5}{1-0,005x} = 0 \leftrightarrow C = \frac{0,995}{5}.$$

Запишемо частинний розв'язок диференціального рівняння:

$$\frac{0,995c}{5(1-0,001x)} = e^{0,04t}.$$

Розв'яжемо вищезазначене рівняння відносно x та отримаємо закон зростання кількості носіїв інфекції:

$$x(t) = \frac{5e^{0,04t}}{0,995+0,005e^{0,04t}}.$$

На Рис. 1 накреслено графік такого закону:

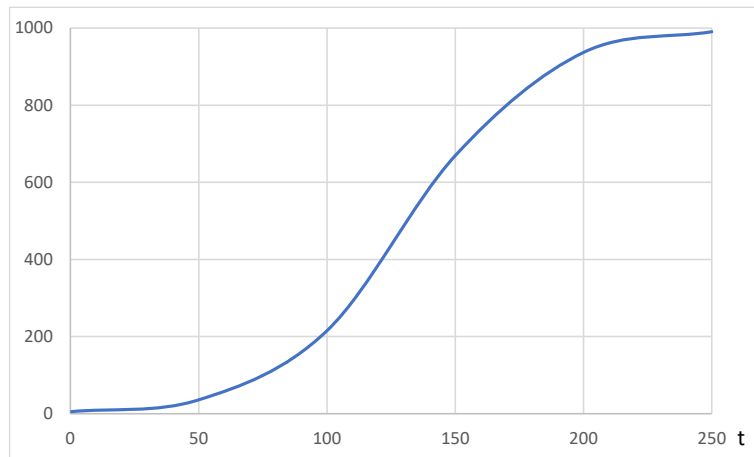


Рис. 1. Графік закону зростання кількості носіїв інфекції

Формулу епідемічної кривої легко встановити за допомогою співвідношення (5):

$$f(t) = \left(\frac{5e^{0,04t}}{0,995 + 0,005e^{0,04t}} \right)' = \frac{0,995e^{0,04t}}{5(0,995 + 0,005e^{0,04t})^2}.$$

Період, під час якого епідемічна крива досягає свого максимального значення, визначаємо за формулою (7):

$$T = \frac{\ln 995 - \ln 5}{4 \times 10^{-5} \times 1000} \approx 132.$$

Отже, піку епідемічна крива набуває за 132 год., що накреслено у вигляді графіка на Рис. 2 нижче:

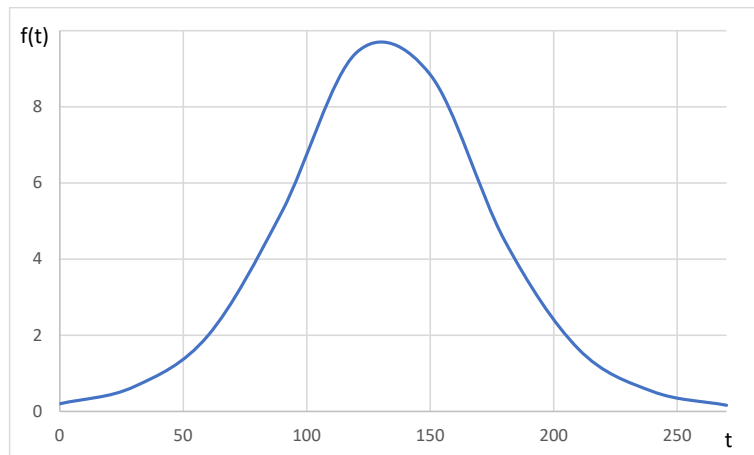


Рис. 2. Поведінка епідемічної кривої

Моделювання показує, що умовами початку епідемії є поява ненульової кількості носіїв інфекції та їх приріст, який визначається частотою попарних взаємодій з особами, чутливими до інфекції.

Перелік посилань

1. Боев Б.В. Современные этапы математического моделирования процессов развития и распространения инфекционных заболеваний / Б.В. Боев // Эпидемиологическая кибернетика: модели, информация, эксперименты. - М., 1991. - С. 6-13.
2. Бутко М.П., Бутко І.М., Дітковська М.Ю. та ін. Системний підхід і моделювання в наукових дослідженнях: підручник. – К. : «Центр учбової літератури», 2014. – 360 с.

SPAIN QUALITY OF LIFE INDEX ANALYSIS

V.M. Ponchko, Student majoring in Software Engineering

N.F. Hoholieva, PhD in Physics and Mathematics,,

**Associate Professor, Associate Professor of the Department of Higher Mathematics
and Physics**

Donetsk National Technical University, Lutsk, Ukraine

Abstract. The paper analyzes the quality of life of the population of Spain using a correlation-regression analysis. A multiple linear regression model has been built. The most influential factors have been identified.

Key words: quality of life index, multiple regression, elasticity coefficient, correlation coefficient.

The quality-of-life index is calculated according to the methodology of the British research center Economist Intelligence Unit (analytical division of the British magazine the Economist), based on a combination of statistical data and public opinion polls from the corresponding countries [1].

The components of the quality of life are goods, services, income, savings, spiritual needs, personal security as well as other attributes of social comfort, the state of the environment, and the ecological situation [1]. The presence and accessibility of these components determine the standard of living of the population, characterized by standard measures of economic well-being, including housing conditions, conditions of work and employment, life and leisure, health status, life expectancy, education, gender equality, political and civil liberties.

The high level of medical care in countries that have the highest quality of life index contributes to higher life expectancy. In countries that occupy the first positions in the ranking of the quality-of-life index, there are good indicators of political and financial stability, low levels of environmental pollution, and low crime rates. These countries are characterized by stable incomes of citizens.

Table 1. Socio-economic indices of Spain for 2016 - 2022

	Quality of Life Index	Purchasing Power Index	Safety Index	Health Care Index	Cost of Living Index
2016	184,69	94,80	67,88	76,55	57,01
2017	165,67	78,18	69,96	76,34	60,64
2018	174,92	90,67	63,26	77,49	61,75
2019	174,16	83,80	67,54	77,77	54,70
2020	169,82	72,03	68,04	78,88	53,77
2021	164,48	62,68	66,87	78,80	59,09
2022	168,48	70,04	66,13	78,37	53,88

Compiled by the authors based on [1].

To study the relationships and dependencies between the observed indicators, regression analysis is used, which allows to quantitatively measure the degree of

influence of individual factors on the phenomenon under study. The following indicators characterizing the quality-of-life index were chosen: purchasing power index, health care index, cost of living index. Consider these indicators for Spain in dynamics for 2016-2022. (Table 1).

To select indicators in the regression model, a matrix of paired correlation coefficients was compiled [2], which showed a close relationship of each of the indicators with the quality-of-life index. There is no multicollinearity phenomenon [3].

The resulting multiple regression equation has the following form

$$y = 58,836 + 0,635 \cdot x_1 + 0,08 \cdot x_2 + 1,162 \cdot x_3 - 0,575 \cdot x_4$$

Let us analyze the quality of the resulting model. Let's evaluate the significance of the coefficients using Student's t-test: $t_{crit} = 4,301$ [4]. For all regression parameters $t_{stat} > t_{crit}$, that is, all coefficients are statistically significant with a probability of 95%. Let's check the significance of the regression equation using Fisher's F-criterion: $F_{calc} = 8,13$; $F_{table} = 4,96$, i.e., $F_{calc} > F_{table}$ - this means that the null hypothesis is rejected, the statistical significance of the equation as a whole is recognized [5].

It can be concluded that the resulting model approximates the output data well. The found elasticity coefficients show that with an increase of 1% in the purchasing power index, the quality-of-life index will increase by 0.29%; a 1% increase in the safety index results in a 0.03% increase in the resulting feature; a 1% increase in the health care index - to an increase of 0.52% in the quality-of-life index.

To manage the studied process, it can be said that the considered indicators significantly affect the quality-of-life index. The factors that make up the health index have a greater influence.

References

1. Quality of Life Index, URL: <https://www.numbeo.com/quality-of-life/>
2. Norman Draper, Harry Smith. Applied Regression Analysis, 3 Edition. URL: https://www.researchgate.net/publication/277703079_Applied_Regression_Analysis_Third_Edition
3. S. Chatterjee, A.S. Hadi. Regression Analysis by Example. URL: https://www.researchgate.net/publication/263062919_Regression_Analysis_by_Example_Fifth_Edition_by_Samprit_Chatterjee_Ali_S_Hadi
4. P.J. Huber. Robust Statistics. URL: <https://www.stats.ox.ac.uk/~ripley/StatMethods/Robust.pdf>
5. J. Neter, M.H. Kutner, C.J. Nachtsheim, W. Wasserman. Applied Linear Statistical Models. URL: https://users.stat.ufl.edu/~winner/sta4211/ALSM_5Ed_Kutner.pdf

SPAIN ECONOMIC DEVELOPMENT: REGRESSION ANALYSIS OF GDP

A.O. Chub, Student majoring in Software Engineering
N.F. Hoholieva, PhD in Physics and Mathematics,
Associate Professor, Associate Professor of the Department of Higher
Mathematics and Physics
Donetsk National Technical University, Lutsk, Ukraine

Abstract: Gross domestic product (GDP) is an index that reflects the market value of all goods and services produced in the country in all sectors of the economy. Only goods for the final consumer and not for the production of other goods are taken into account.

Key words: gross domestic product, economy, multiple regression, statistics, statistical analysis.

The main indicator of the country's economy development is GDP. If it grows, the economy is developing. Analysis of the structure of GDP, its assessment in certain sectors of the economy, provides an explanation of the national economy development dynamics, identifies areas of active growth and decline, which allows to adjust and direct government policy [1].

The experience of Spain is interesting for analysis. Let us consider the influence of such factors as financing of innovations, average wages, government investments in the health of residents, foreign direct investment, receipts from the export of goods and services on the GDP of Spain for 2016-2021. (Table 1).

Table 1. Economic indicators of Spain from 2016 to 2022

	GDP (billion dollars), y	Funding for innovation (thousand euros), x_1	Average salary (euros), x_2	Spending on health care (million dollars), x_3	Foreign direct investment (mill. dollars), x_4	Exports of goods and services (mill. dollars), x_5
2016	1 773, 0	3245917,00	2010,73	2377,00	44253,34	417759,28
2017	1862,60	3319288,00	1929,67	2527,00	44253,00	461907,00
2018	1934,10	3294879,00	1844,24	2740,00	31565,00	499367,00
2019	2007,10	3488597,00	1876,95	2711,00	58626,00	486852,00
2020	1808,70	3833110,00	1890,00	2720,00	24759,00	392806,00
2021	1983,10	3913842,00	2064,00	2810,00	33735,00	496963,00

Authors created the table using data [2]:

The multiple linear regression model is a practical statistical model for evaluating relationships between a continuous dependent variable and predictor variables [3].

Let us get a statistical dependence model in the form of a multiple regression equation. The multiple linear regression model is a practical statistical model for evaluating relationships between a continuous dependent variable and predictor variables. In our model, the continuous dependent variable is GDP, the rest are variable indicators [4].

For a preliminary analysis of the relationship between a continuous dependent variable and predictor variables, the correlation matrix should be calculated (Table 2).

The matrix shows that the factors x_2 and x_4 do not affect (red) the resulting feature y , that is, these factors must be excluded from the equation. Between the factors x_3 and x_1 , the phenomenon of multicollinearity is observed (green color). In the presence of multicollinearity, it is very difficult to interpret the influence of a single variable [5]; it is impossible to leave both factors in the equation - this will lead to the instability of the solution. Let us eliminate the variable x_1 .

Table 2. Correlation matrix

	y	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5
y	1					
x_1	0,609086	1				
x_2	-0,09592	-0,31274	1			
x_3	0,72096	0,868759	-0,2063	1		
x_4	0,325625	-0,26775	-0,02661	-0,34607	1	
x_5	0,881768	0,38643	-0,02879	0,488217	0,293327	1

We obtain a two-factor linear regression model.

$$y = 0,223308 \cdot x_3 + 0,001484 \cdot x_5 + 621,9323$$

Let us estimate the accuracy of the obtained model.

The coefficient of determination $R^2 = 0,89$, which shows that the change in y is 89% due to a change in exogenous variables and only 11% due to random factors. The error of our model is small: the average error is 0.98%, the maximum error is 2.85%.

The resulting equation is statistically significant.

Thus, the main factors affecting the development of the Spanish national economy are the costs of health care and the export of goods and services. The impact of spending on health care can be explained by the need to support the country's labor resources in working condition, which allows creating GDP, and the export of goods and services is a derivative of the population's working capacity and a factor that brings foreign investment into the country's development [6].

References

1. C.R. McConnell, S. L. Brue and S. M. Flynn. Economics: Principles, Problems, and Policies. URL: https://faculty.ksu.edu.sa/sites/default/files/eb_mcconnell_econ.18e.pdf
2. National Institute of Statistics of Spain (INE). URL: <https://www.ine.es/>
3. Norman Draper, Harry Smith. Applied Regression Analysis, 3 Edition. URL: https://www.researchgate.net/publication/277703079_Applied_Regression_Analysis_Third_Edition
4. S. Chatterjee, A.S. Hadi. Regression Analysis by Example. URL: https://www.researchgate.net/publication/263062919_Regression_Analysis_by_Example_Fifth_Edition_by_Samprit_Chatterjee_Ali_S_Hadi
5. P.J. Huber. Robust Statistics. URL: <https://www.stats.ox.ac.uk/~ripley/StatMethods/Robust.pdf>
6. J. Neter, M.H. Kutner, C.J. Nachtsheim, W. Wasserman. Applied Linear Statistical Models. URL: https://users.stat.ufl.edu/~winner/sta4211/ALSM_5Ed_Kutner.pdf

ЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ В ДОСЛІДЖЕННІ ІНФЛЯЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ

В.О. Христюк, студентка ОП «Бізнес-економіка»

І.Г. Сивицька, к.е.н., доцент, доцент кафедри економічної та управлінської аналітики

Донецький національний університет імені Василя Стуса, Вінниця, Україна

Анотація. У статті розглянуто економіко-математичні підходи до моделювання інфляційних процесів. Розглянуто модель інфляції Мілтона Фрідмана. Проаналізовано переваги та недоліки моделі у практичному застосуванні.

Ключові слова: інфляція, моделювання, економіко-математична моделювання, модель інфляції.

Вступ. Інфляція є складним явищем. Досліджуючи це питання, слід зважати не тільки на рівень та динаміку споживчих цін безпосередньо, а й на інфляційні процеси загалом, ураховуючи також вплив багатьох економічних факторів, таких як час, стан економіки, інфляційні очікування тощо. Інфляційні процеси потребують зважених підходів щодо управління ними. Метод економіко-математичного моделювання може спростити процес дослідження проблеми та сприяти її зменшенню.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Інфляція є одним із показників макроекономічної нестабільності і є важливим чинником, що впливає на соціально-економічний розвиток країни. Дослідження причин та прорахунки рівня інфляції є ваговою складовою державної економічної політики, заходи якої спрямовані на забезпечення розвитку країни. Науковцями, які детально досліджували це питання, є А.Г.Михайловська, І. Г.Лук'яненко, О.В.Ставицкий, М.А.Панчин.

Основна частина. Під інфляцією розуміють диспропорції між різноманітними сферами народного господарства (нагромадженням та споживанням, попитом та пропозицією, доходами та витратами держави, грошовою масою в обігу та потребами господарства в грошах та ін.), які проявляються в загальному зростанні цін [1].

У теорії існують різні підходи до визначення видів інфляції та причин її виникнення. Дослідження інфляції передбачає аналіз цього явища у контексті макроекономічних взаємозв'язків і їх динаміки, визначення основних факторів її гальмування, що актуалізує використання адекватного математичного інструментарію. Метод економіко-математичного моделювання дозволяє дізнатися структуру і функції складного об'єкту (задача ідентифікації) і визначити відповідні засоби активного впливу на нього (задача управління) або, якщо ми не маємо таких засобів в повній мірі, спрогнозувати поведінку об'єкту в майбутньому [2].

Під час дослідження інфляції часто опираються на монетаристську модель Мілтона Фрідмана – американського економіста, професора Чиказького

університету, президента Американської економічної асоціації та лауреата Нобелівської премії з економіки [3].

М. Фрідман вважав, що інфляція завжди є грошовим явищем. Модель, що ґрунтується на теорії економіста, відображена у формулі (1).

$$\pi_t = f(y_t, y_{t-1}, \dots, y_{t-p}, m_t, m_{t-1}, \dots, m_{t-r}, v_t, v_{t-1}, \dots, v_{t-s}) + e_t \quad (1)$$

де y_t, m_t, v_t – відповідно відсоткові зміни в реальному ВВП, М2 та швидкості обертання грошей [4].

На рахунок всеохопності моделлю всіх ключових показників для дослідження інфляційних процесів існує ряд питань. Модель Фрідмана не може дати повне безсумнівне пояснення інфляційних процесів, особливо в часи фінансової кризи чи нестабільності економіки. Попри це, модель дозволяє, зокрема, оцінити «оптимальний» з погляду максимуму величини реального сеньйоражу темп інфляції. Модель стверджує, що темп інфляції не впливає на економічне зростання та розвиток, а інфляційні очікування збігаються з фактичною інфляцією. У моделі також передбачена сталість реальної процентної ставки, тобто зміни номінальної процентної ставки пов'язані лише із змінами інфляційних очікувань [4].

Висновок. Отже, питання інфляційних процесів є досить важливим, адже впливає на розвиток країни загалом. Методи економіко-математичного моделювання спрощують процес дослідження інфляції як явища в економіці, допомагають розрахувати індекси за різних даних та обставин і дають можливість оглянути проблему зі всіх кутів та спрогнозувати її характер. Достатній досвід економіко-математичного моделювання інфляційних процесів, який накопичено на сьогодні, потребує подальшої структуризації та критичної оцінки.

Перелік посилань

1. Комарницький І.Ф. Суть інфляції. *Економічна теорія: підручник*. 2006. Чернівці. С. 334
URL: <https://buklib.net/books/33909/>
2. Фурман, Т. Ю. (2015). Система статистичних показників рівня інфляції. *Науковий вісник Мукачівського державного університету*. С. 223-229
URL: <https://cutt.ly/C1zFsFm>
3. Біографія: Мілтон Фрідман: веб-сайт URL: <https://cutt.ly/Y1zFN2m>
4. Лук'яненко І. Г. Методологічні підходи до моделювання інфляційних процесів: *Наук. зап. НаУКМА. Екон. науки*. 2009. Т. 94. С. 58-64
URL: http://ekmair.ukma.edu.ua/bitstream/handle/123456789/4009/Lukianenko_Metodolohichni.pdf
5. Аверкина М. Ф., Каток Д. К. Моделювання рівня інфляції в Україні. *Державне управління: Удосконалення та розвиток*. 2018. №5. URL: http://www.dy.nayka.com.ua/pdf/5_2018/3.pdf

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ НАЙМЕНШИХ КВАДРАТІВ ПРИ ДОСЛІДЖЕННІ ЛІНІЙНОЇ БАГАТОФАКТОРНОЇ МОДЕЛІ

Т.Г. Поначевна, студент ОП “Менеджмент”

Є.В. Лесіна, к.ф.-м.н., доцент, доцент кафедри ВМФ

Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Анотація. В роботі розглянуто лінійну модель множинної регресії, що пов’язує випуск продукції з витратами праці та виробничих фондів. Параметри рівняння регресії знайдено за допомогою методу найменших квадратів.

Ключові слова: багатофакторна модель, рівняння регресії, метод найменших квадратів, збурення.

На формування економічних величин впливають, як відомо, не один, а цілий ряд факторів, між якими існують складні взаємозв’язки. Цей вплив є комплексним, і його не доречно розглядати як суму відокремлених впливів, оскільки подібна констатація може призвести до невірних висновків в результаті дослідження [1]. Такі міркування обумовлюють необхідність застосування при вивченні складних економічних явищ багатофакторних кореляційних моделей: $Y = F(\bar{X}, \bar{\alpha}) + \varepsilon$, де $\bar{X} = (X_1, X_2, \dots, X_k)$ – факторні (пояснювальні) змінні, $\bar{\alpha} = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k)$ – дійсні параметри моделі, ε – стохастичне збурення (випадковий член).

Ускладнення при виборі типу рівняння багатофакторної моделі пояснюються тим фактом, що можна обрати велику кількість рівнянь, які певною мірою будуть описувати зв’язок між факторними змінними та результативною ознакою. Тому доцільно досліджувати декілька моделей. Лінійна, степенева та показникова функції є поширеними в економічному аналізі, проте на сьогоднішній день саме лінійна модель множинної регресії найбільш часто використовується при вивченні проблем попиту, у виробничих функціях, в задачах макроекономіки [2].

Теоретичне рівняння лінійної моделі множинної регресії записується наступним чином:

$$Y = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \dots + \alpha_k X_k + \varepsilon. \quad (1)$$

При $k=1$ рівняння (1) стає рівнянням парної лінійної регресії. Для оцінки параметрів $\bar{\alpha} = (\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_k)$ цієї моделі використовують метод найменших квадратів (МНК).

Метод найменших квадратів – це метод оцінювання параметрів лінійної моделі на основі мінімізації суми квадратів відхилень спостережуваних та модельних (розрахункових) значень залежної змінної. МНК застосовується тільки для моделей, які є лінійними відносно параметрів, або таких, що приводяться до лінійних шляхом перетворень і заміни змінних.

Побудуємо модель, що пов’язує випуск продукції Y з витратами праці X_1 та виробничих фондів X_2 . Вихідні статистичні дані щодо п’яти підприємств галузі представлені в Табл.1.

Таблиця 1.

N	1	2	3	4	5
Y	10	20	30	50	70
X ₁	2	3	5	7	8
X ₂	3	2	2	5	6

Припустимо, що залежність між випуском продукції Y та факторними змінними лінійна: $Y = \alpha_0 + \alpha_1 X_1 + \alpha_2 X_2 + \varepsilon$. Тоді на основі вихідних вибірових даних необхідно знайти рівняння: $\hat{Y} = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2$. Для знаходження параметрів застосуємо МНК.

Складемо систему нормальних рівнянь: $(X' \cdot X) \cdot A = X' \cdot Y$.

$$X = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 3 & 2 \\ 1 & 5 & 2 \\ 1 & 7 & 5 \\ 1 & 8 & 6 \end{pmatrix}, \text{ тоді } X' \cdot X = \begin{pmatrix} 5 & 25 & 18 \\ 25 & 151 & 105 \\ 18 & 105 & 78 \end{pmatrix}, X' \cdot Y = \begin{pmatrix} 180 \\ 1140 \\ 800 \end{pmatrix}.$$

Система нормальних рівнянь набуває вигляду:

$$\begin{cases} 5a_0 + 25a_1 + 18a_2 = 180, \\ 25a_0 + 151a_1 + 105a_2 = 1140, \\ 18a_0 + 105a_1 + 78a_2 = 800. \end{cases}$$

Щоб знайти її розв'язок, відшукаємо елементи оберненої матриці

$$(X' \cdot X)^{-1} = \begin{pmatrix} 1,27 & -0,1 & -0,16 \\ -0,1 & 0,11 & -0,13 \\ -0,16 & -0,13 & 0,22 \end{pmatrix},$$

звідки вектор-стовпець параметрів рівняння регресії

$$A = (X' \cdot X)^{-1} \cdot (X' \cdot Y) = \begin{pmatrix} -12,28 \\ 7,51 \\ 2,98 \end{pmatrix}.$$

В результаті одержимо наступне рівняння регресії: $\hat{Y} = -12,28 + 7,51X_1 + 2,98X_2$.

Підставляючи в модель значення X_i , що спостерігаються, обчислимо розрахункові значення $\hat{Y}$ і помилки $\epsilon_i = Y_i - \hat{Y}_i$. Запишемо отримані значення в Табл. 2.

Таблиця 2.

N	Y	X1	X2	$\hat{Y}$	ϵ
1	10	2	3	7,5	2,5
2	20	3	2	22,5	-2,5
3	30	5	2	32,5	-2,5
4	50	7	5	47,5	2,5
5	70	8	6		

Перелік посилань

1. Метод наименьших квадратов // Клепко В.Ю., Голец В.Л. – 2-ге видання. – К. : Центр учебной литературы, 2009. — С. 358. — 594 с.
2. Прикладная статистика. Основы эконометрики: Учебник для вузов: В 2 т. 2-е изд., испр. – Т. 2: Айвазян С.А. Основы эконометрики. – М.: ЮНИТИ- ДАНА, 2001. – 432 с. ISBN 5-238-00305-6.

Section 3.

Technologies and methods of teaching mathematics at a modern Technical University, features of teaching in distance learning

Технології та методика викладання математики у сучасному технічному університеті, особливості викладання за умов дистанційного навчання

- ❖ *«Practice is born from the union of algebra, physics and geometry».*
- ❖ *«Практика народжується з союзу алгебри, фізики і геометрії».*

ROGER BACON, 1214 – 1292

- ❖ *«It is necessary to establish a deep interaction between algebra and natural sciences. It is often perceived as an auxiliary discipline. But it is necessary for consideration of deeper questions».*
- ❖ *«Між алгеброю і природничими науками потрібно встановити глибоку взаємодію. Її часто сприймають як допоміжну дисципліну. Але вона необхідна для розгляду більш глибоких питань».*

KARL WEIERSTRASS, 1815 – 1897

- ❖ *It is impossible to be a mathematician without being a poet in soul.*
- ❖ *Неможливо бути математиком, не будучи поетом у душі.*

SOFIA KOVALEVSKAYA, 1850 – 1891

- ❖ *Mathematics compares the most diverse phenomena and discovers the secret analogies that unite them.*
- ❖ *Математика порівнює найрізноманітніші явища і виявляє таємні аналогії, які їх об'єднують.*

JOSEPH FOURIER, 1768 - 1830

ВИКОРИСТАННЯ ІНТЕРАКТИВНИХ ОНЛАЙН-ДОШОК ПРИ ВИКЛАДАННІ МАТЕМАТИЧНИХ ДИСЦИПЛІН В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ ЗАКЛАДІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Ю.С. Дерябіна, старший викладач

Н.В. Кравченко, к. ф.-м. н., доцент, доцент кафедри МНММ

Бердянський державний педагогічний університет, Бердянськ, Україна

Анотація. У тезах проаналізовано сучасні онлайн-дошки Miro, CleverMaths, LiveBoard, Jamboard, Microsoft Whiteboard, виділено CleverMaths як одну з найбільш функціональних для наочності при викладанні математичних дисциплін, рекомендовано застосування онлайн-дошки CleverMaths у поєднанні з програмами відеоконференцій для реалізації рівня наочності та інтерактивності для дистанційного навчання математичних дисциплін в закладах вищої освіти.

Ключові слова: інтерактивні технології, онлайн-дошки, заклади вищої освіти, освітній процес, викладання математики.

Останні роки освітній процес закладів вищої освіти України зазнав численних змін. Введення карантину через пандемію Covid-19, воєнний стан, активні бойові дії – все це стало причиною переходу від традиційної (очної) форми навчання на дистанційну.

З переходом на дистанційне навчання постало питання як зробити освітній процес наочним та зрозумілим для здобувачів, зокрема при викладанні математичних дисциплін. На заміну звичайної дошки та крейди прийшли інтерактивні технології навчання.

Впровадження інтерактивних технологій в освітній процес відбувається завдяки онлайн-інструментам та сервісам. До одних із таких належить інтерактивна онлайн-дошка. Дослідженням питання щодо застосування інтерактивних онлайн-дошок в освітньому процесі закладів вищої освіти займалися О. Бесклінська [1], В. Григор'єва [3], Т. Коваль [1], В. Коцар [5], Л. Лисак [3], І. Смирнова [4], А. Яремко [5] тощо.

Незважаючи на велику кількість наукових праць, у яких висвітлено проблему використання інтерактивних онлайн-дошок, актуальними залишаються питання, пов'язані із застосуванням інтерактивних онлайн-дошок в освітньому процесі закладів вищої освіти при викладанні математичних дисциплін.

Інтерактивна онлайн-дошка – мережевий соціальний ресурс, призначений для організації спільної роботи зі створення й редагування зображень і документів, спілкування в реальному часі [3]. Застосування онлайн-дошок в освітньому процесі закладів вищої освіти відіграє важливу роль, оскільки вирішує проблеми забезпечення наочності, інтерактивності, наявності швидкого зворотного зв'язку, організації роботи в єдиному віртуальному просторі.

Мета нашого дослідження полягала у тому, щоб розглянути сервіси інтерактивних онлайн-дошок та виділити з усіх найбільш зручний та

функціональний при викладанні математичних дисциплін у закладах вищої освіти.

На першому етапі нашого дослідження було проаналізовано наступні сервіси інтерактивних онлайн-дошок: Miro, CleverMaths, LiveBoard, Jamboard, Microsoft Whiteboard [6-7]. Аналіз інтерактивних онлайн-дошок позначено в таблиці 1.

Таблиця 1. Аналіз інтерактивних онлайн-дошок

Назва сервісу	Онлайн	Потреба в реєстрації	Доступ учасникам за посиланням	Додаток для Android	Додаток для IOS	Безкоштовність сервісу
Miro	+	+	+	+	+	+
CleverMaths	-	-	-	-	-	+
LiveBoard	+	+	+	+	+	+
Jamboard	+	+	+	+	+	+
Microsoft Whiteboard	+	+	+	+	+	+

З аналізу сервісів ми побачили, що абсолютно відповідають усім показникам онлайн-дошки Miro, LiveBoard, Jamboard та Microsoft Whiteboard.

Оскільки при викладанні математичних дисциплін основна задача полягає в наочності матеріалу, а саме демонстрації розв'язків задач, побудови фігур та графіків тощо, то на наступному етапі нашого дослідження ми проаналізували кожну онлайн-дошку на наявність відповідних інструментів (табл. 2).

Таблиця 2. Характеристика інструментів інтерактивних онлайн-дошок

Назва сервісу	Малювання	Формули	Побудова плоских фігур	Побудова об'ємних фігур	Вставка зображень	Вставка тексту	Лінійка	Транспортир	Циркуль	Побудова графіків	Удосконалення рукописних фігур
Miro	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+
CleverMaths	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
LiveBoard	+	+	+	+	+	+	-	-	-	+	-
Jamboard	+	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-
Microsoft Whiteboard	+	-	+	-	+	+	+	-	-	-	+

Отже, на нашу думку, серед усіх сервісів інтерактивних онлайн-дошок, які задовольняють можливість повноцінного використання при викладанні математичних дисциплін, є CleverMaths.

Єдиний недолік, що містить онлайн-дошка CleverMaths є недостатня її інтерактивність, тому даний ресурс рекомендується поєднувати в комплексі з додатковими каналами комунікації, а саме програмами для відеоконференцій.

Для досягнення інтерактивності у використанні онлайн-дошки CleverMaths було здійснено аналіз програм відеоконференцій Zoom, Skype, Google Meet, Microsoft Teams на предмет виявлення найбільш оптимальної та зручної у поєднанні.

Таблиця 3. Аналіз програм відеоконференцій

Назва програми	Платформи: Mac, Windows, IOS, Android	Демонстрація екрану	Чат	Запис конференції	Дистанційне керування екраном учасниками конференції	Безкоштовність
Zoom	+	+	+	+	+	+
Skype	+	+	+	+	-	+
Google Meet	+	+	+	+	-	+
Microsoft Teams	+	+	+	+	-	+

Згідно з вище зробленим аналізом, можна зробити висновок, що усім показникам відповідає програма відеоконференції Zoom. Тому, на нашу думку, поєднання онлайн-дошки CleverMaths з програмою відеоконференцій Zoom зробить навчання інтерактивним.

Висновок. У процесі дослідження нами було проаналізовано ряд сервісів онлайн-дошок, що дало змогу виділити CleverMaths як найбільш функціональний серед усіх. Інтеграція CleverMaths з програмою відеоконференцій Zoom надасть інтерактивності процесу навчання та полегшить сприйняття матеріалу.

Перспективами подальшого дослідження бачимо в аналізі мотивації, розвитку творчих та загальних компетенцій студентів при застосуванні онлайн-дошки CleverMaths.

Перелік посилань

1. Коваль Т., Бесклінська О. Використання засобів візуалізації для створення електронних освітніх ресурсів у процесі навчання математичних дисциплін у закладах вищої освіти. *Інформаційні технології і засоби навчання*. 2020. Том 77, № 3. С. 145–161.
2. Кравченко Н. В. Формування творчого педагогічного потенціалу майбутніх інженерів-педагогів засобами дистанційного навчання. *Нові інформаційні технології в освіті для всіх: збірник праць десятої міжнародної конференції ITEA-2015*. Київ, 2015. С. 255–261.
3. Лисак Л. К., Григор'єва В. А. Використання віртуальної дошки PADLET у процесі викладання гуманітарних дисциплін у ЗВО. Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 5: Педагогічні науки: реалії та перспективи: зб. наук. праць. Міністерство освіти і науки України, Національний педагогічний університет імені М. П. Драгоманова. Київ: Видавничий дім «Гельветика», 2021. Вип. 83. С. 107–112.
4. Смирнова І. О. Он-лайн-дошка в освітньому процесі: методичні рекомендації. Суми, 2018. 30 с.
5. Яремко А. С., Коцар В. М. Особливості використання основних засобів дистанційного навчання на заняттях з дисципліни «Українська мова (за професійним спрямуванням)». *Академічні студії. Серія «Педагогіка»*. 2022. Вип. 1. С. 91–96.
6. CleverMaths. URL : <http://clevertouch.com.ua/uk/software/clevermaths.html> (дата звернення: 27.10.2022).
7. Jamboard. URL : <https://jamboard.google.com/d/1-sGwxGlakK3pZe86J5TYLagQw7bwvXh0Ubuso450kw/viewer?f=0&pli=1> (дата звернення: 27.10.2022).
8. Microsoft Whiteboard. URL : <https://whiteboard.office.com/me/whiteboards/e225dba5-56c8-4792-812f-2fbcd67637d6> (дата звернення: 27.10.2022).

ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМИ «STUDENT» У ПРОЦЕСІ ВИКЛАДАННЯ ФІЗИКИ

Ю.М. Лимарєва, В.В. Недоступ

*О.Я. Белошанка, старший викладач кафедри фізики
ДВНЗ ДДПУ, Дніпро, Україна*

Анотація. У тезах автором наведені основні проблеми у викладанні курсу фізики у закладах вищої освіти. Відзначено про необхідність застосування сучасних технологій навчання та оцінювання рівня підготовки студентів. Описано ефективність програми «Student», яка є найбільш зручним способом для перевірки знань та готовності студентів до семінарів або лабораторних робіт. За допомогою програми «Student» тестування можна спростити: прискорити, одержати результат і з'ясувати рівень підготовки. Це дозволить швидко, якісно і ефективно оцінити підготовку студентів, стимулюючи їх до систематичної навчальної діяльності.

Ключові слова: оцінювання, програма «Student», методика викладання фізики, заклад вищої освіти.

Однією з головних завдань сучасної освіти є забезпечення тих, хто навчається всім необхідним для їх подальшої соціалізації та розвитку схильності до самоосвіти. Сучасні студенти живуть у світі, де у всіх сферах активно використовуються комп'ютерні пристрої та інформаційні технології. Вміння ефективно використовувати їх стало потребою. Молоде покоління з ентузіазмом застосовує засоби зв'язку, Інтернет-технології, інтерактивні та цифрові методики під час свого навчання, зокрема і вивчення фізики. Оцінюючи сьогодинішній стан курсу фізики у закладах вищої освіти, можна зазначити наступне: 1) фізика мало сприяє розвитку мислення студентів; 2) фізика не достатньо орієнтована на розуміння студентів (студенти часто не розуміють для чого вивчають ту чи іншу тему); 3) відсутній підхід, що враховує здібності та можливості кожного студента, внаслідок чого для одних фізика виявляється надто складною, тоді як для інших – нудна та нецікава. Застосування сучасних технологій навчання та виховання студентів у профільних навчальних закладах повинно супроводжуватись якісною, ефективною системою оцінювання знань, умінь та навичок. Під ефективною системою ми розглядаємо такий метод оцінювання знань, умінь та навичок, що дасть набагато позитивніший результат. Як правило – це метод, що орієнтований на студента або учня (евристичний або метод з урахуванням відкриттів). Орієнтовані на викладача методи оцінювання менш ефективні і не заохочуються. Викладачі повинні прагнути використовувати методи, що полегшують розуміння студентами. Такі методи призначені для залучення студентів до інтенсивної навчальної діяльності. Тому вирішити вищезазначені проблеми можливо через використання програми «Student», яка не лише сприяє розвитку когнітивних процесів та пізнавальної активності і спрямованості студентів, а і є найбільш зручним способом для перевірки знань та готовності студентів до семінарів або лабораторних робіт. За допомогою програми «Student» тестування можна спростити: прискорити, одержати результат і

з'ясувати рівень підготовки. Це дозволить швидко, якісно і ефективно оцінити підготовку студентів, стимулюючи їх до систематичної навчальної діяльності.

Далі наведено приклад тестових завдань до семінару з теми «Момент інерції», які дозволяють систематизувати знання студентів та оцінити їх рівень підготовки:

1. Яка фізична величина називається моментом інерції?

А) величина, що є мірою інертності для обертального руху аналогічно до маси для поступального руху;

Б) періодичні рухи щодо осі, що проходить через центр мас цього тіла.

В) скалярна величина, що є мірою інертності для обертального руху аналогічно до маси для поступального руху;

Г) якість величин, що полягає в тому, що значення величини, що відповідає цілому об'єкту, дорівнює сумі значень величин, що відповідають його частинам.

2. Момент інерції величина адитивна. Поясніть сенс цього виразу.

А) $J = J_{\text{пл}} + J_{\text{гр}}$

Б) $J = J_{\text{пл}} - J_{\text{гр}}$

В) $J_{\text{гр}} = J + J_{\text{пл}}$

Г) $J_{\text{гр}} = J - J_{\text{пл}}$

3. Сформулюйте теорему Штейнера.

А) момент інерції мінімальний щодо осі, що проходить через центр мас тіла;

Б) момент інерції максимальний щодо осі, що проходить через центр мас тіла.

В) момент інерції тіла відносно довільної осі обертання дорівнює сумі моменту інерції цього тіла, взятого відносно паралельної їй осі, що проходить через центр мас, і твори маси тіла на квадрат відстані між осями;

Г) момент інерції тіла відносно довільної осі обертання дорівнює різниці моменту інерції цього тіла, взятого відносно паралельної їй осі, що проходить через центр мас, і твори маси тіла на квадрат відстані між осями.

Отже, за допомогою тестування можна стимулювати пізнавальну активність студентів та готовність до систематичної навчальної діяльності, перевірити рівень підготовки студентів до занять, оцінити рівень знань, умінь і навичок з пройденої теми. Програма «Student» спростить та прискорить тестування і дозволить оперативно допомогти тим студентам, які мають труднощі в навчанні.

Перелік посилань

1. Жалдак М. Мультимедійні системи як засоби інтерактивного навчання: посібник / М. Жалдак., 2012. – 112 с.
2. Свердликівська Г. Застосування програмного забезпечення при організації навчального процесу студентів [Електронний ресурс] / Г. Свердликівська. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <http://oin.in.ua/zastosuvannya-prohramnoho-zabezpechennya-pry-orhanizatsiji-navchalnoho-protsesu-studentiv/>.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ ГРАФА ЗНАНЬ У НАВЧАННІ

Є.В. Ролдугін, студент 6 курсу, групи ПДм-62

О.А. Золотухіна, к.т.н., доцент, доцент кафедри інженерії програмного забезпечення

Державний університету телекомунікацій, м. Київ, Україна

Анотація. Представлення матеріалу для вивчення певного курсу є ключовим кроком для побудови моделі графа знань предметної області. Існує досить багато відомих загальних графів знань. Однак, все ще існують прогалини в побудові моделі графа відповідної предметної області. У роботі представлено пов'язані з цим поняття та проаналізовано аспекти використання графової моделі в навчання. Описано невирішені проблеми та майбутні напрямки досліджень в області представлення знань за допомогою графової моделі в певній предметній області.

Ключові слова: графова модель, система рекомендацій, план навчання, теми для вивчення курсу, оптимальний план навчання.

Актуальність. В останні роки використання рекомендаційних систем стало популярним в Інтернеті [1]. Для покращення ефективності, використання та масштабованості рекомендацій, дослідження розвивалися шляхом створення декількох поколінь рекомендаційних систем. У порівнянні з іншими інформаційними системами, орієнтованими на знання, відмінні риси графів знань полягають в особливому поєднанні структур представлення знань, процесів управління інформацією та алгоритмів пошуку. Використання графів знань для рекомендацій є ефективним способом застосування та об'єднання знань користувача та об'єкта, забезпечуючи таким чином щоб користувачі отримували потрібні їм відомості.

На сьогоднішній день взаємозв'язок між навчальним матеріалом та потребами студента відіграє важливу роль у системі освіти. Наявність різноманітних великих обсягів матеріалу для вивчення, не завжди є потрібним для студентів, які хочуть отримати знання у певній галузі освіти. Користувачам необхідно отримувати лише той матеріал, що підходить під певні індивідуальні критерії, а саме: наявний рівень знань, можливість засвоєння нового матеріалу та напрям вивчення. Нещодавні дослідження [2] показали, що представлення цих даних за допомогою графів знань може бути корисним для визначення потрібного набору навчальних відомостей для кожного студента.

Мета дослідження. Метою даного дослідження є представлення методології застосування графа знань для підбору тем для опанування певного напрямку, а також ґрунтовний огляд перспективних напрямків досліджень.

Основні положення. Графи знань пов'язують і контекстуалізують розрізнені дані, організовані і представлені в базах даних графів. Побудовані для відображення постійно мінливої природи знань, такі графи легко сприймають нові дані, набори даних, визначення і вимоги. Граф знань – це семантичний шар даних [3]. І в цьому шарі фахівці з певної галузі (часто за допомогою виведення) описують, як всі дані, до яких мають доступ студенти, класифікуються і пов'язані між собою. Граф знань описує значення всіх цих

об'єктів, об'єднуючи їх в мережу і додаючи таксономії і онтологічні знання, які забезпечують контекст. Цей рівень даних забезпечує студента шляхом, який він має пройти за певними темами для досягнення кінцевої точки (бажаних результатів).

Вивчення базових понять для опанування певного предмету є необхідним аспектом для подальшого вивчення більш поглиблених відомостей. Автоматизовані системи та розробники навчальних програм оцінюють і впорядковують складність понять для успішного генерування та рекомендації або адаптації шляхів навчання. Постає проблема точного і адекватного визначення передумов концепції з використанням технологій семантичного вебу для базового розуміння конкретної концепції в контексті навчання: маючи цільову концепцію, цілями є:

- пошук концепцій-кандидатів, які слугують можливою передумовою для досягнення цілей;
- оцінка зв'язку передумов між цільовою концепцією і концепціями-кандидатами за допомогою моделі керованого навчання.

Такий підхід складається з чотирьох кроків:

- дослідження графів знань з метою виявлення можливих концептів-кандидатів;
- створення набору потенційних концептів;
- розгортання моделі керованого навчання для оцінки запропонованого списку необхідних зв'язків щодо цільового набору [4].

Висновки. Отже, використання графа знань дає змогу зберігати інформацію про розподіл тем певного курсу за індивідуальними критеріями кожного студента. Така модель подання знань дозволить студентам мати доступ до основної інформації про курс для підтримки прийняття рішень у опануванні відомостей. В даній роботі пропонується автоматизований підхід до вирішення задачі розподілу та управління навчального матеріалу за індивідуальними критеріями студента. Система використовуватиме граф знань як модель для зберігання даних, завдяки яким користувач зможе досягти очікуваних результатів найкоротшим шляхом.

Перелік посилань

1. Коваль А. І. Метод створення рекомендаційних систем. 2021.
2. Кохан Д. А. Дослідження методів автоматизованої побудови баз знань в інформаційно-довідкових системах. 2021.
3. Кравчук Є. С. Аналіз взаємодії змісту навчальних дисциплін за їх семантичним описом. *Вчені записки Таврійського національного університету імені ВІ Вернадського. Серія: Технічні науки* №29. 2018, 159-165.
4. Пікуляк М. В. *Методи та інструментальні засоби побудови адаптивної системи дистанційної освіти*. Diss. 2016.

ОСОБЛИВОСТІ ДЕМОНСТРАЦІЙНОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ НА УРОКАХ ФІЗИКИ

Ю.М. Лимарєва, Д.Н. Саакян

О.Я. Белошанка, старший викладач кафедри фізики

ДВНЗ ДДПУ, Дніпро, Україна

Анотація. У тезах автором наведені основні проблеми у викладанні курсу фізики у закладах вищої освіти. Відзначено необхідність застосування сучасних технологій навчання та оцінювання рівня підготовки студентів. Описано ефективність використання демонстраційних експериментів.

Ключові слова: демонстраційний експеримент, методика викладання фізики, заклад вищої освіти.

Основним завданням школи є надати учням міцні знання основ наук, формування наукового світогляду, розвиток творчих здібностей учнів та їхнє всебічне виховання. Визначальна роль у досягненні цих завдань належить методам навчання, які застосовують під час уроків.

Виходячи з аналізу видів змісту освіти та способів їх засвоєння, М.М. Скаткін та І.Я. Лернер за ступенем реалізації функції навчання та рівнем активності здобувачів освіти виділили п'ять базових методів навчання:

1. пояснювально-ілюстративний чи інформаційно-рецептивний;
2. репродуктивний;
3. проблемний виклад;
4. частково-пошуковий чи евристичний;
5. дослідницький.

Ці методи навчання детально розглядаються у курсі педагогіки. Також широкого поширення набула класифікація методів навчання з урахуванням засобів навчання, що використовуються під час уроків. На цій основі виділяють такі методи:

1. словесні;
2. демонстраційні;
3. лабораторні;
4. робота із книгою;
5. розв'язання задач;
6. ілюстративні;
7. методи контролю та обліку знань та умінь учнів.

Кожен з методів має право на існування та вони вважаються рівноправними, бо реалізується практично, шляхом застосування різноманітних прийомів у їх тісному взаємозв'язку.

При викладанні курсу «Фізика», на одне з перших місць виходить методика та техніка лекційних демонстрацій. Це пов'язано з тим, що фізика, за своєю суттю будучи експериментальною наукою, при теоретичному поясненні фізичних явищ і законів вимагає їхньої наочної демонстрації. Спостерігаючи на лекції це явище, студент отримує правильні уявлення про перебіг процесу та його масштаб.

Актуальність цієї роботи полягає в тому, що на сьогоднішній день науковій літературі мало приділяється уваги розгляду питання методики проведення лекційних демонстрацій, акцентуючи увагу на техніку

експерименту. У цій роботі розглядаються основні особливості методичного забезпечення лекційних демонстрацій

Наразі є тенденція, коли вчителі скорочують кількість фізичних спостережень та дослідів, що призводять до формалізації у вивченні фізики, втрати інтересу у школярів до настільки важливого в усіх відношеннях навчального предмету. Чинники, що впливають на якість використання навчального експерименту при навчанні фізики, можна розділити на дві групи: об'єктивні та суб'єктивні. До групи об'єктивних входять такі фактори, які є зовнішніми по відношенню до вчителя мало залежать від його індивідуальності. До груп суб'єктивних факторів віднесемо ті, що визначаються особистими якостями вчителя, його індивідуальністю, тобто є внутрішніми по відношенню до особи вчителя.

Незважаючи на збільшення кількості наукових праць у галузі шкільного фізичного експерименту (ШФЕ) останнім часом суттєвих, якісних змін його використання у процесі не відбувається. Мало того, коли вчителі скорочують кількість фізичних спостережень та дослідів, що призводять до формалізації у вивченні фізики, втрати інтересу у школярів до настільки важливого у всіх відношеннях навчального предмета.

Слід зазначити, що сучасні методики навчання характеризуються різноманітністю у підходах до характеру взаємодії вчителя та учня. Одним із таких підходів може бути поділ на пасивний метод, в якому вчитель є основною дійовою особою та керуючим ходом уроку, самі ж учні є слухачами. Інтерактивний метод передбачає режим бесіди вчителя та учня. Активний метод - це форма взаємодії учнів і вчителя під час уроку, у якому учні не пасивні слухачі, а активні учасники уроку. Саме активний метод пов'язаний із лекційною демонстрацією. Слід погодитись з Грабовським М.А, Млодзєєвським А.Б, які зазначають, що сама демонстрація у фізиці не є доповненням до словесного викладу матеріалу, а є його невід'ємною, органічною частиною.

В даний час через Інтернет доступна велика кількість матеріалів, присвячених сучасним фундаментальним та прикладним дослідженням у галузі фізики. Але до їх використання на лекціях з загальної фізики слід ставитись дуже обережно і виважено, тому що жодна відео- демонстрація, як би ідеально вона не була б виконана, неспроможна замінити реальний експеримент.

Таким чином, робота націлена на те, як привести в систему весь комплекс питань шкільного фізичного експерименту: дати визначення ШФЕ, розглянути його функції та навчально-виховні завдання, які можна вирішувати, використовуючи навчальний експеримент; його класифікації; структуру методики та техніки ШФЕ; вимоги щодо нього. Розглянуто конкретні приклади та методи проведення фізичного лекційного експерименту

Перелік посилань

1. Малов Н.Н Фізичний експеримент – спосіб розвитку творчого мислення/Н. М. Малов, Г. Я. Мякішев // Фізика у школі. - 2006
2. Власова К.Н. Управління діяльністю школяра при виконанні експерименту/К.Н. Власова // Фізика у шкільництві. – 2006

МОДЕЛЮВАННЯ ГАРМОНІЧНИХ КОЛИВАНЬ ФІЗИЧНОГО МАЯТНИКА ЗА ДОПОМОГОЮ ПРОГРАМИ SOLIDWORKS

О.В. Сергієнко, студентка ОП «Роботомеханічні системи та комплекси»

М.М. Власенко, к.т.н., доцент, доцент кафедри ВМФ

Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Анотація: За допомогою комп'ютерної програми SolidWorks створено дві геометричні моделі фізичних маятників: кільця і стрижня. У модулі програми Motion запущений аналіз коливального руху маятників, отримані графіки кутових переміщень і визначені моменти інерції тіл, відносно точки підвісу маятників. Результати моделювання порівняні з теорією.

Ключові слова: SolidWorks, фізичний маятник, гармонічні коливання, момент інерції, теорема Штейнера.

При вивченні дисципліни «Фізика», у вищих навчальних закладах технічного спрямування, навчальними планами передбачено виконання студентами лабораторних робіт. Загрози захворювання на COVID, а також злочинні обстріли цивільних об'єктів російськими загарбниками створили умови неможливості проведення у навчальних закладах аудиторних занять. Тому актуальним стає проведення *віртуальних* лабораторних робіт і створення, відповідно, необхідних комп'ютерних симуляцій фізичних процесів.

У даній роботі пропонується спосіб реалізації моделі фізичного маятника у програмному комплексі SolidWorks. Першим етапом реалізації поставленого завдання є створення геометричної моделі маятника. Для кільця спочатку створюється у режимі «Ескіз» два концентричних кола, які відповідають внутрішньому і зовнішньому радіусам кільця. Далі у режимі «Елемент» застосовується процедура «Витягнута бобишка» і встановлюється відстань витягнення. Отриманий результат приведений на рис.1, а. Аналогічним чином створюється модель стрижня, що приведена на рис.1, б.

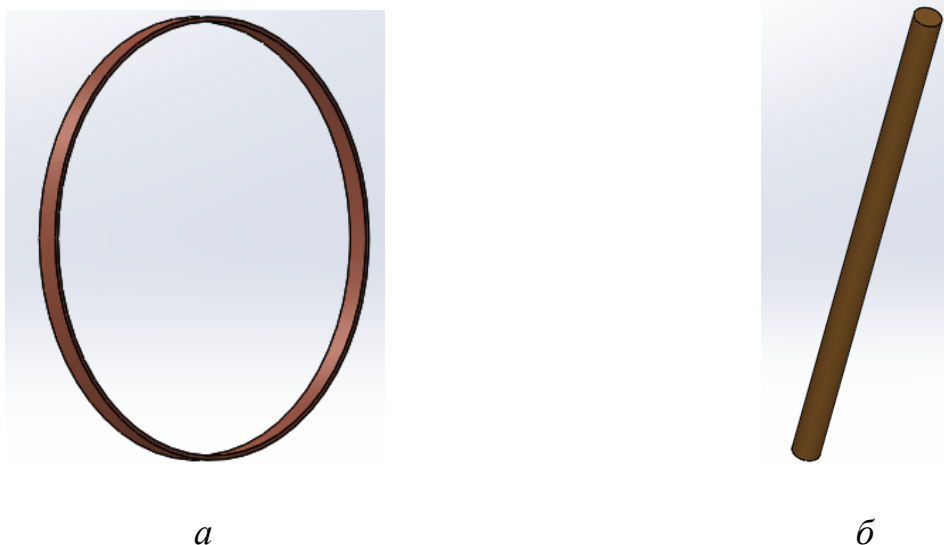


Рис.1. Геометричні моделі кільця (а) і стрижня (б)

Розміри моделей можна легко змінювати у режимі їх редагування, а також обирати з бази даних матеріал. Для кільця були обрані розміри концентричних кіл 98 і 100 мм, а довжина їх витягнення 10 мм. Матеріалом обрана мідь. Виходячи з розмірів моделі і її матеріалу програма розраховує цілий ряд її параметрів. У даному випадку маса становитиме $m = 110,72$ г і головний момент інерції відносно осі, що проходить перпендикулярно площині кільця – $I_0 = 1,09 \cdot 10^{-3}$ кг·м². Для стрижня розмірами будуть його радіус $r = 5$ мм і довжина $l = 200$ мм, а матеріал – латунь. Відповідно, маса стрижня буде $m = 132,42$ г, а головний момент інерції $I_0 = 4,42 \cdot 10^{-4}$ кг·м².

Окремо створюється модель утримувача, яка виконує допоміжну роль і у аналізі руху маятників не приймає участі. Її можна буде побачити на моделях зібрання приведених на рис.2, а і б.

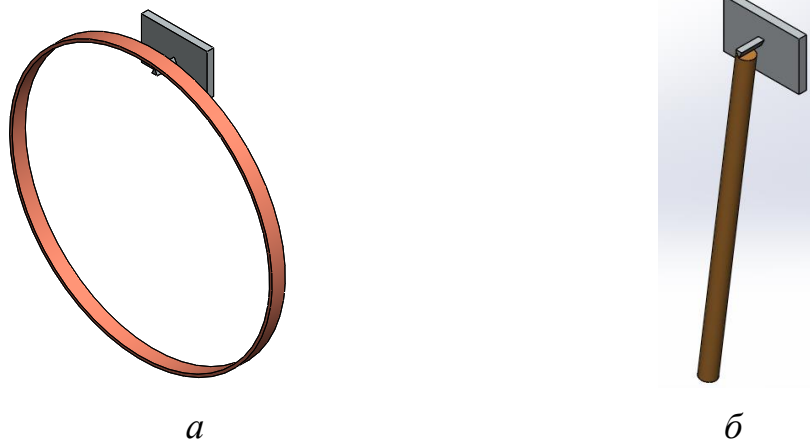


Рис.2. Моделі зібрань з кільцем (а) і стрижнем (б)

Після збереження зібрання, можна переходити у модуль аналізу руху. При цьому в налаштуваннях аналізу встановлюється напрямок і величина прискорення вільного падіння, а також необхідний час аналізу. У даному випадку обиралось $g = 9,81$ м/с² і $t = 5$ с і запускався аналіз. При цьому на екрані спостерігається коливальний рух кільця у реальному часі. Після закінчення встановленого інтервалу часу, можна отримати різноманітну графічну інформацію, стосовно руху моделі. У даному випадку обиралось лінійне зміщення центру маси кільця у часі. Відповідний графік приведений на рис.3. З цього графіку можна визначити період коливань маятника. У даному випадку він дорівнює $T = 0,896$ с. Згідно з теорією коливання фізичного маятника [1], період коливань визначається формулою

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{I}{mgl}} \quad (1)$$

де I – момент інерції кільця відносно точки підвішування, m – маса кільця, g – прискорення вільного падіння і l – відстань від центра маси кільця до точки підвішування. З цієї формули отримаємо вираз для моменту інерції

$$I = \frac{T^2 mgl}{4\pi^2} \quad (2)$$

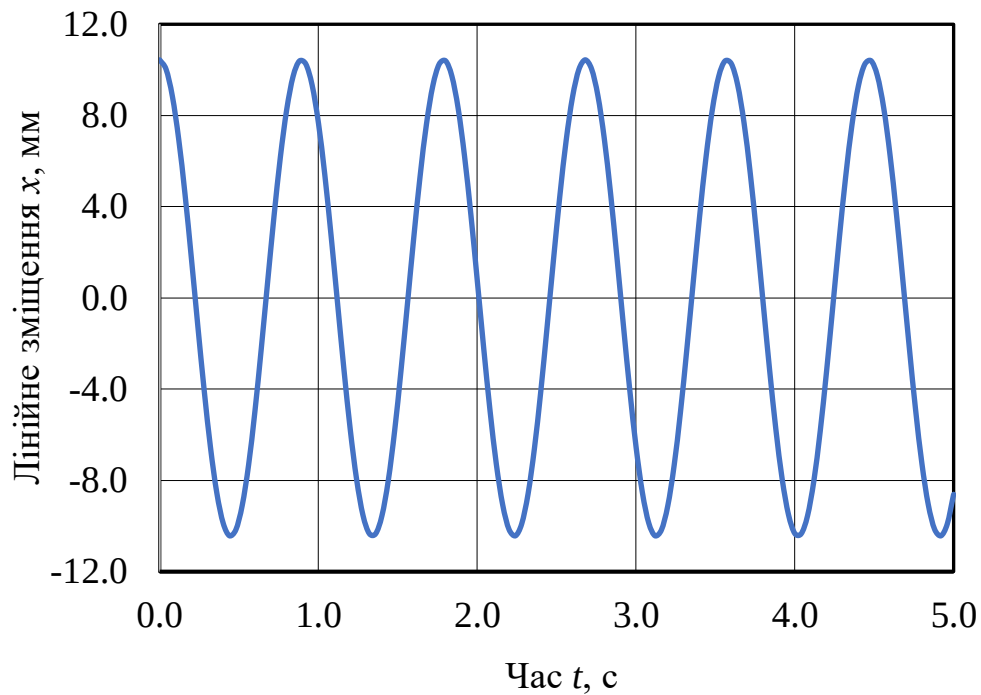


Рис.3. Лінійне зміщення центру маси кільця в часі

Підстановка значень періоду коливань, маси, прискорення вільного падіння і відстані від центра маси кільця до точки підвішування дає за формулою (2) значення $I = 2,17 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. Розрахуємо тепер за теоремою Штейнера значення головного моменту інерції і порівняємо цей результат зі значенням, який мали для кільця, а саме $I_0 = 1,09 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$.

$$I_0 = I - m \cdot l^2 = 2,17 \cdot 10^{-3} - 0,111 \cdot 0,098^2 = 1,10 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Як видно, співпадіння досить високе.

Проведемо аналогічні дослідження і для маятника у вигляді стрижня. Період коливань з аналізу руху цього маятника виявляється $T = 0,733 \text{ с}$. З формули (2) момент інерції відносно точки підвішування становить $I = 1,77 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$. З теореми Штейнера знайдемо головний момент інерції стрижня відносно осі, що проходить через центр маси

$$I_0 = I - m \cdot l^2 = 1,77 \cdot 10^{-3} - 0,132 \cdot 0,1^2 = 4,46 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

Це значення теж досить добре співпадає зі значенням $I_0 = 4,42 \cdot 10^{-4} \text{ кг} \cdot \text{м}^2$ для даного стрижня.

Таким чином можна зробити висновок що, по-перше, обидві моделі дають досить точні результати дослідження коливального руху фізичного маятника, а, по-друге, геометричні параметри створених моделей можна досить легко редагувати як по відношенню до розмірів, так і стосовно вибору їх матеріалу. У якості недоліку можна констатувати досить великий розмір програми SolidWorks (~ 19 Гб) і підвищені вимоги до характеристик самого комп'ютера.

Перелік посилань

1. Курс загальної фізики. Навчальний посібник для вищих навчальних закладів. / Кармазін В.В., Семенець В.В.-К.: Кондор, 2016.-786 с.

КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ І ДОСЛІДЖЕННЯ ЗГАСАЮЧИХ КОЛИВАНЬ ПРУЖИННОГО МАЯТНИКА

М.І. Сінявський, студент ОП «Обладнання харчових, переробних та хімічних виробництв»

*М.М. Власенко, к.т.н., доцент, доцент кафедри ВМФ
Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна*

Анотація: У програмному комплексі SolidWorks створено комп'ютерну модель пружинного маятника, яка дозволяє у модулі Motion аналізувати його згасаючий рух. Шляхом зміни жорсткості пружини і коефіцієнта тертя, можна отримувати графіки кінематичних і динамічних характеристик руху. Результати моделювання порівнюються з теорією.

Ключові слова: SolidWorks, пружинний маятник, згасаючі коливання, коефіцієнт згасання, логарифмічний декремент згасання.

Програмний комплекс SolidWorks дозволяє, використовуючи різні модулі, проводити моделювання і дослідження широкого кола фізичних процесів, починаючи з аналізу механічного руху, механічних напружень у конструкціях, різноманітних теплофізичних, гідро і аеродинамічних явищ і закінчуючи задачами електродинаміки. Метою даної роботи є спроба створити віртуальну лабораторну роботу, яку можна було б використовувати у дистанційному лабораторному практикумі з загального курсу фізики, який викладається у вищих навчальних закладах технічного спрямування.

При розв'язанні будь-якої задачі у SolidWorks, першим етапом є створення геометричної моделі об'єкту дослідження. Найпростіша, і у той же час цілком функціональна модель пружинного маятника буде складатись з основи, тіла, що буде рухатись по основі, і пружини. Для створення тіла у вигляді паралелепіпеду, достатньо побудувати прямокутник і витягнути його на певну відстань, щоби створити тривимірний об'єкт і обрати матеріал тіла з бази даних. Модель такого тіла приведена на рис.1. Його розміри $40 \times 30 \times 30$ мм, обраний матеріал – дуб, маса тіла $m = 25,56$ г.

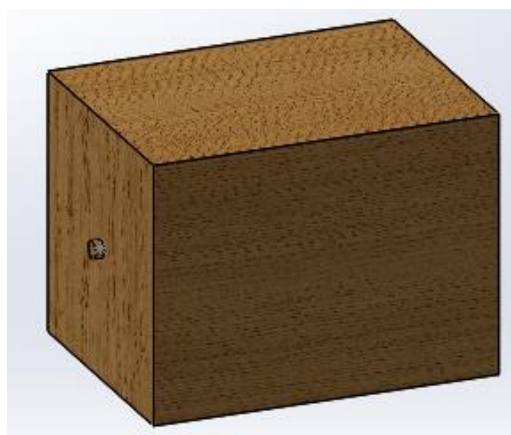


Рис.1. Геометрична модель тіла

За аналогічною схемою будується основа, «зроблена» з того ж самого матеріалу, рисунок якої приведений нижче.

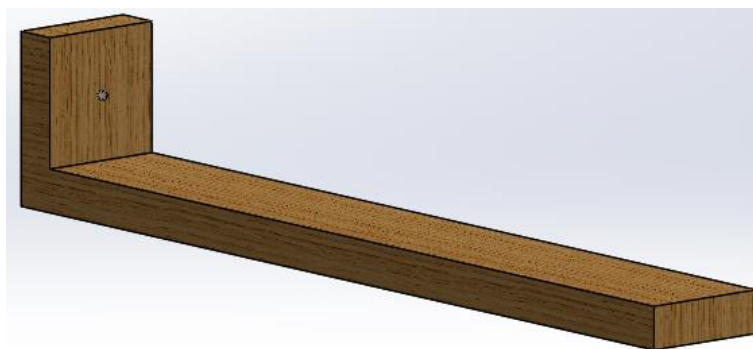


Рис.2. Геометрична модель основи

Далі була побудована модель пружини, яка складається з 20 витків сталевого дроту діаметром 2 мм і зовнішнім діаметром 20 мм.

З отриманих елементів на наступному кроці створюється зібрання, яке приведенне на рис.3.

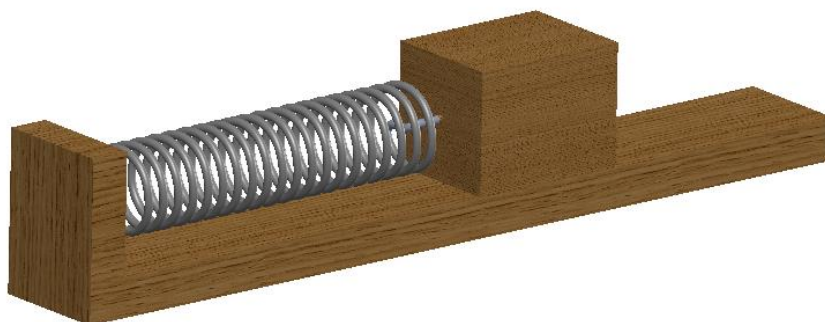


Рис.3. Зібрання моделі пружинного маятника

У процесі складання зібрання на елементи накладаються певні зв'язки: паралельність поверхонь тіла і основи, межі руху тіла по основі, точки закріплення пружини на тілі і основі, напрямок і величина сили тяжіння.

При подальшому переході у модуль *Motion* встановлюються параметри жорсткості пружини k і коефіцієнт демпфірування c , а також час аналізу t . Якщо значення коефіцієнту демпфірування встановити нульовим, то тоді можна досліджувати гармонічні коливання пружинного маятника, які не згасають. На рис.4 представлені графіки зміни швидкості тіла при згасаючих коливаннях при $k = 1,0$ Н/м, $c = 0,015$ кг/с і при $k = 1,0$ Н/м, $c = 0,030$ кг/с. Графіки побудовані на підставі даних аналізу руху, які можна отримати також у вигляді таблиць, що суттєво збільшує точність визначення положень максимумів на графіках. На етапі аналізу руху маятника можна отримати інформацію також про переміщення тіла, його прискорення і сили пружності, що виникає при деформації пружини.

Далі проводився кількісний аналіз основних характеристик згасаючих коливань і отримані дані порівнювались з теоретичними значеннями [1]. З табличних даних можна визначити «період» коливань T . Він для обох випадків виявляється майже однаковим, а саме – $T_1 = 1,193$ с і $T_2 = 1,198$ с. Відповідно, логарифмічні декременти згасання для першого і другого випадків становитимуть $\lambda_1 = \ln[A_1(t)/A_1(t+T_1)] = \ln(19,07/13,69) = 0,331$ і $\lambda_2 = \ln[A_2(t)/A_2(t+T_2)] = \ln(14,97/7,69) = 0,666$. Використовуючи зв'язок між λ і T ,

визначимо коефіцієнти згасання: $\beta_1 = \lambda_1/T_1 = 0,331/1,193 = 0,277 \text{ с}^{-1}$ і $\beta_2 = \lambda_2/T_2 = 0,666/1,198 = 0,556 \text{ с}^{-1}$. Це дає змогу обчислити коефіцієнти демпфірування і порівняти з тими значеннями, які були закладені, як параметр у модель пружинного маятника. Для першого випадку $c_1 = 2\beta_1 \cdot m = 2 \cdot 0,277 \cdot 25,56 \cdot 10^{-3} = 0,014 \text{ кг/с}$, а для другого $c_2 = 2\beta_2 \cdot m = 2 \cdot 0,556 \cdot 25,56 \cdot 10^{-3} = 0,028 \text{ кг/с}$. Як видно, збіг отриманих результатів і тих, що були закладені у модель, досить високий.

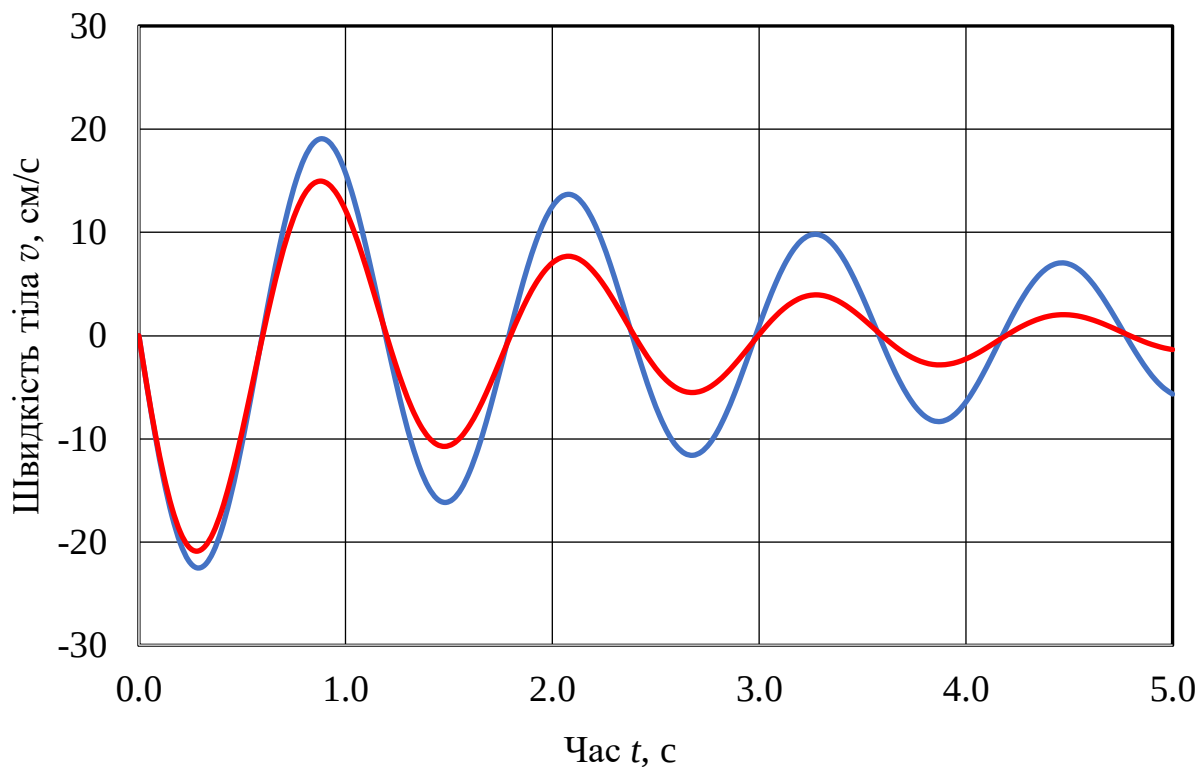


Рис.4. Залежність швидкості тіла від часу при згасаючих коливаннях:
— - $c_1 = 0,015 \text{ кг/с}$, — - $c_2 = 0,030 \text{ кг/с}$

Підводячи підсумок проведеної роботи, слід зазначити наступне: дана модель дозволяє в досить широких межах проводити редагування вихідних даних шляхом зміни матеріалу тіла (впливає на масу), жорсткості пружини і коефіцієнту демпфірування (впливає на частоту коливань і швидкість згасання), що дозволяє моделювати процеси згасання коливань навіть до переходу їх у аперіодичні. Додавання зовнішньої періодичної сили, яка діятиме на тіло, дасть можливість дослідити резонансні явища, але це додатково ускладнить модель.

Додатковим бонусом модуля *Motion* є можливість зберігати результати аналізу також у форматі анімації, що дозволяє демонструвати вплив того, чи іншого параметра пружинного маятника на характер руху тіла.

Перелік посилань

2. Курс загальної фізики. Навчальний посібник для вищих навчальних закладів. / Кармазін В.В., Семенець В.В.-К.: Кондор, 2016.-786 с.

СТВОРЕННЯ КОМП'ЮТЕРНОЇ МОДЕЛІ МАШИНИ АТВУДА І ДОСЛІДЖЕННЯ КІНЕМАТИКИ І ДИНАМІКИ ПОСТУПАЛЬНОГО РУХУ

С.Є. Федоренко, студент ОП «Обладнання харчових, переробних та хімічних виробництв»

***М.М. Власенко, к.т.н., доцент, доцент кафедри ВМФ
Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна***

Анотація: За допомогою програмного комплексу SolidWorks створено комп'ютерну модель машини Атауда для дослідження кінематики і динаміки поступального руху. Промодельовано рівноприскорений і рівномірний рухи, досліджено вплив сили на величину прискорення. На підставі отриманих даних побудовані графіки кінематичних залежностей. Результати моделювання порівнюються з теорією.

Ключові слова: SolidWorks, Motion, машина Атауда, кінематичні характеристики, закон Ньютона.

Під час проведення активних бойових дій на теренах України і реальної загрози враження закладів освіти ракетами і дронами-камікадзе, навчальні процеси у школах і вишах перейшли у режим дистанційного навчання. Тому актуальною стає проблема проведення лабораторних занять, де можна було б у реальному часі моделювати фізичні процеси і отримувати необхідні дані для подальшої їх обробки. У зв'язку з цим метою даної роботи є створення комп'ютерної моделі машини Атауда, на якій можна було б проводити дослідження кінематики і динаміки поступального руху.

Створення геометричної моделі машини починається зі створення окремих її деталей, а саме: стояка, шківів, верхньої і нижньої рухливих платформ, двох однакових вантажів і перевантажиків різної маси, а також нитки, яка з'єднує через шків однакові вантажі. На рис.1 приведені зібрання моделі з перелічених елементів.

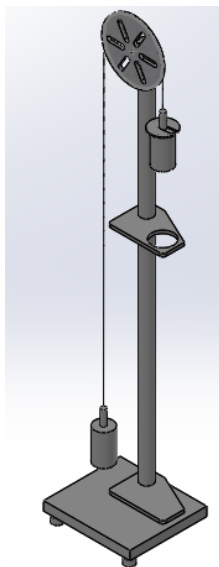


Рис.1. Геометрична модель машини Атауда

Після збереження створеної моделі у файлі «Збірка», можна переходити у опцію «Аналіз руху» модуля *Motion*. Тут додається до моделі напрямок і величина прискорення вільного падіння і встановлюється час аналізу. Для мас вантажів по $m = 300$ г і маси перевантажика $m_0 = 10$ г запускається аналіз і на виході можна отримати графіки залежності швидкості руху вантажів як на ділянці рівноприскореного, так і рівномірного рухів, а також можна безпосередньо визначити прискорення руху вантажів до моменту зняття перевантажика на верхній платформі. На рис.2 приведені графіки залежності швидкості вантажів при зміні положення верхньої платформи відносно стартової позиції. Оскільки маса перевантажика була незмінною, то для всіх досліджень на цьому етапі прискорення було однаковим і становило $a = 15,85$ см/с².

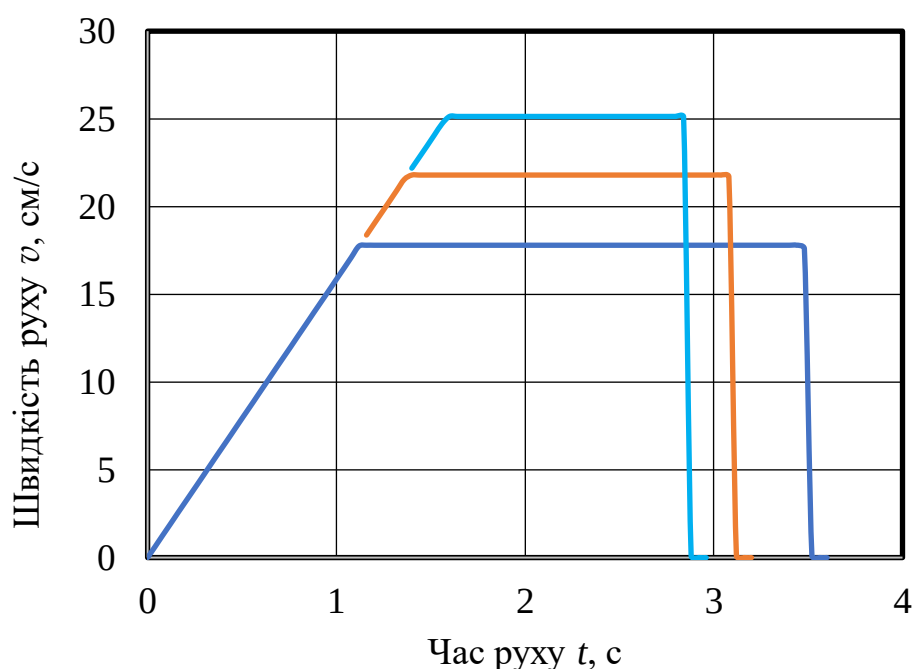


Рис.2. Залежність швидкості руху вантажів від протяжності шляху дії сили:

— 10 см, — 15 см, — 20 см

З графіків видно, що збільшення протяжності шляху дії сили ваги перевантажика, до моменту зняття його на верхній платформі, природньо викликає зростання кінцевої швидкості, яка на ділянці рівномірного руху зберігається незмінною. На ділянці дії сили, швидкість зростає від нуля до максимального значення за лінійним законом, як і належить при рівноприскореному русі. Так, при протяжності шляху дії сили 10 см, кінцева швидкість буде $v = at = 15,85 \cdot 1,12 = 17,75$ см/с, при 15 см – 22,19 см/с, а при 20 см – 25,36 см/с. На ділянці від верхньої платформи до нижньої, коли перевантажик знятий, рух рівномірний і швидкості зберігаються незмінними. Загальний час руху системи при цьому зменшується, що видно по кінцевим точкам.

Наступною задачею було моделювання впливу ваги перевантажика на прискорення системи вантажів. Вагу перевантажика можна легко змінювати у моделі шляхом редагування компонента збірки «Перевантажник». Всі зміни компонента автоматично переносяться на збірку моделі. Отримані результати моделювання узагальнені на рис.2.

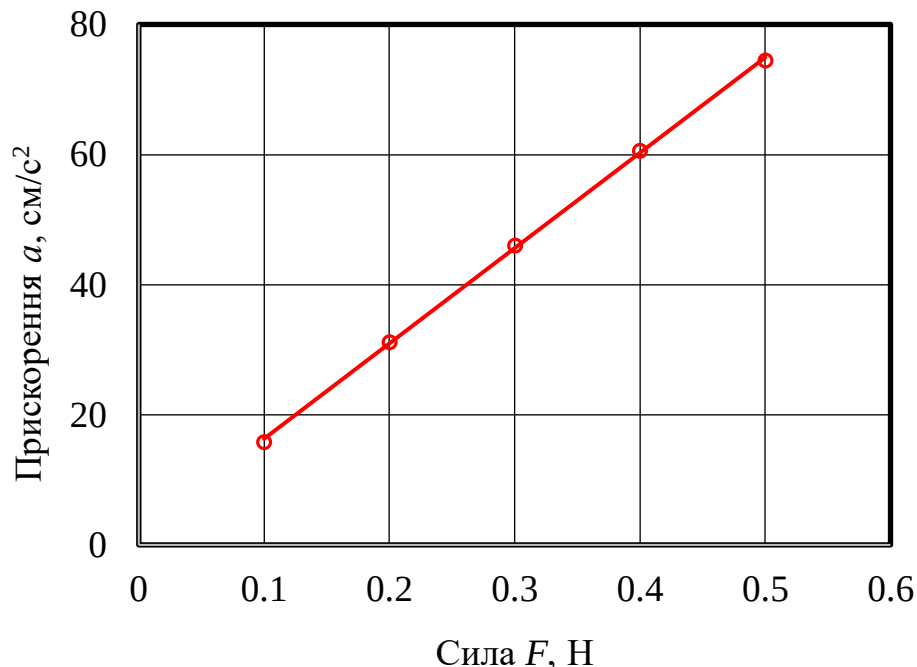


Рис.2. Залежність прискорення руху системи від ваги перевантажика

Лінійна залежність між силою і прискоренням відповідає другому закону Ньютона [1]. Дана модель дозволяє також вносити додатково силу тертя у шків, що автоматично буде відбиватись на результатах досліджень.

Підводячи підсумки виконаної роботи можна констатувати наступне: дана модель цілком адекватно імітує як рівноприскорений рух вантажів, так і рівномірний рух по інерції на ділянці між верхньою і нижньою платформами. Можливість редагування компонентів збірки створює умови гнучкого керування вихідними даними моделі, що дозволяє у широких межах вивчати цей рух.

Перелік посилань

1. Фелінський Г.С. Загальна фізика : Підручник / Г. С. Фелінський. - Реком. ВР КНУ ім. Т. Шевченка, 2021. – 656 с.

Section 4.

Development and formation of mathematics and physics, as a modern apparatus for modeling of technical and economic processes

Розвиток та становлення математики і фізики як сучасного апарату моделювання технічних та економічних процесів

- ❖ *«Mathematics is not about numbers, equations, computations, or algorithms: it is about understanding».*
- ❖ *«Математика – це не числа, рівняння, обчислення чи алгоритми: це розуміння».*

WILLIAM PAUL THURSTON, 1946 – 2012

- ❖ *«Mathematics has beauty and romance. It's not a boring place to be, the mathematical world. It's an extraordinary place; it's worth spending time there».*
- ❖ *«У математиці є краса і романтика. Це не нудне місце, математичний світ. Це надзвичайне місце; там варто провести час».*

MARCUS DU SAUTOY , BORN 1965

- ❖ *«To me, mathematics, computer science, and the arts are insanely related. They're all creative expressions».*
- ❖ *«Для мене математика, інформатика та мистецтво дуже пов'язані між собою. Усі вони є творчими проявами».*

SEBASTIAN THRUN, BORN 1967

ГУСТИНА ВОДИ

А.Ю. Варнавська, студент ОП «Цивільна безпека»

Ю.А. Артеменко, к.т.н., доцент, доцент кафедри ВМФ

Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Анотація. У роботі наведено експериментальні дані вимірювань густини води різної якості: дистильованої, бутильованої та водопровідної. Показано, що густина води залежить від кількості розчинених у ній газів. Також показано, що прозорість льоду з води різної якості різниться.

Ключові слова: вода, лід, густина, об'єм, маса.

Густина води та льоду вимірювалася багато разів. Їх значення при різних температурах і тисках можна знайти в довідниках. Проте вода може бути різної якості. Вона може мати різну концентрацію солі, різних мінералів та газів. Від вмісту кількості цих компонентів залежать фізичні властивості води та льоду.

У цій роботі проводили вимірювання густини води та льоду з різним вмістом розчинених речовин.

Для проведення вимірювань використовували медичний шприц для ін'єкцій інсуліну. З його допомогою можна вимірювати об'єм води (льоду) з точністю 0,01 см³(Рис.1). Для вимірювання маси використовували ваги з точністю 0,01г.

Таким чином, похибка вимірювань щільності становить (0,05 г/см³).

Треба зауважити, що коли вода замерзає, об'єм збільшується приблизно на 9%. Це збільшення чудово фіксує наш шприц, тому що, спостерігається рух його поршня.

Також відзначимо, що густина води та льоду залежить від температури, тому усі вимірювання ми виконували при однакових умовах: температура води- 20⁰С, температура льоду- -15⁰С.



Рис. 1. Шприц для вимірювання об'єму води та льоду.

Об'єкт вивчення – вода різної якості:

1. Водопровідна

2. Бутильована, прокип'ячена
3. Дистильована

Методика вимірювань густини води

Спочатку проводили зважування шприця і знаходили його масу $m_{ш}$. Потім набирали в шприц воду певної якості до об'єму V і теж проводили зважування шприця з водою та знаходили m . Розраховували густину води за формулою

$$\rho_{л} = \frac{m - m_{ш}}{V},$$

де m – маса шприця з водою,
 $m_{ш}$ – маса шприця,
 V - об'єм води.

Методика вимірювань густини льоду

Розміщували шприц у морозильній камері побутового холодильника та чекали його замороження. Температуру льоду вимірювали за допомогою цифрового термометра ТМ-20. Коли температура досягала певного значення, діставали шприц з морозильної камери та записували значення об'єму льоду $V_{л}$. Далі розраховували густину льоду за формулою

$$\rho_{л} = \frac{m - m_{ш}}{V_{л}},$$

Де V - об'єм льоду..

Результати розрахунків приведені у табл..1.

Таблиця 1. Результати вимірювань.

Якість води	Густина ρ , г/см ³			
	Наші дані		Табличні дані	
	20°C(вода)	-15°C(лід)	20°C(вода)	-15°C(лід)
Водопроводная	1,022	0,920	0,9982	0,9194
Бутилированная	1,044	0,9592		
Дисциллированная.	1,044	0,9592		

Висновки та коротке обговорення..

1. У табличних даних не враховується стан води.
2. Значення густини води при 20°C за нашими даними, з урахуванням похибки вимірювань, для бутильованої та дистильованої води, збігається з табличними
3. Значення густини води при 20°C за нашими даними, з урахуванням похибки вимірювань, для водопровідної води менше табличних даних.

4. Прозорість бутильованої (дистильованої) та водопровідної води відрізняється (Рис.2) та (Рис.3).



Рис. 2. Лід з бутильованої (дистильованої) води



Рис. 3. Лід з водопровідної води

Видно, що лід з чистої води більш прозорий. Як це можна пояснити?

Річ у тому, що вода добре розчиняє не тільки тверду речовину (наприклад, солі різних металів), та і різні гази. Бутильована та дистильована вода містить мінімальну кількість розчинених речовин. А ось водопровідна вода містить не тільки розчинені солі а і велику кількість розчинених газів (кисень, азот, хлор та інші).

Ці гази при замерзанні води виділяються у вигляді невеликих бульбашок ,і тому лід з такої води не прозорий.

Слід зауважити, що і густина такого льоду має менше значення.

Перелік посилань

- 1.Н.В. Курс общей химии: Учебник для студентов вузов – М.: Высш. шк.1981г.
- 2.Маэно Л. Наука о льде. М.: Мир, 1988.
- 3.Фізика: Навчально-практичний довідник / Ю. А. Соколович, Г.С.Богданова.— Х.: Видавництво «Ранок», 2010.— 384 с.

ІСТОРИКО-ПЕДАГОГІЧНИЙ ДОСВІД ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ СЕРЕДНЬОЇ ЛАНКИ ПРОМИСЛОВОСТІ КАТЕРИНОСЛАВЩИНИ В КІНЦІ ХІХ – НА ПОЧАТКУ ХХ СТ.

*М.В. Вірич, студент ОП «Прикладна механіка»
М.О. Бабенко, к.пед.н., старший викладач кафедри ПМ
Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна*

Анотація. Здійснено порівняльний аналіз та встановлено закономірності визначення тематичної складової фізико-математичної підготовки фахівців середньої ланки технічних галузей Катеринославщини наприкінці ХІХ – початку ХХ ст. із сучасними освітніми тенденціями.

Ключові слова: технічна освіта, фізико-математична підготовка, фахівець середньої ланки, професійна підготовка, рівень освіти.

Стрімкий розвиток технологій потребує задіяння на підприємствах фахівців, які здатні виконувати практичні завдання виробничого характеру, а також забезпечувати наукове підґрунтя подальшого технологічного розвитку. Це вимагає модернізації освітніх систем професійної підготовки.

Стосовно реалізації деяких реформаційних ідей доцільним є звернення до історико-педагогічного досвіду технічних навчальних закладів Катеринославщини в кінці ХІХ – на початку ХХ ст.

У досліджуваному періоді процеси розбудови технічної освіти Катеринославщини зумовлювалися потребами промислових виробництв, тому зміст і форми навчально-виховної діяльності навчальних закладів розробляли представники галузевих міністерств при активній співучасті промисловців і громадських діячів Катеринославщини.

При визначенні рівня професійної підготовки необхідно розглянути питання змістовності навчального складника технічної освіти у досліджуваній період. Зазначимо, необхідною умовою сучасних фахівців є оновлення змісту навчання відповідно до інноваційних вимог різних технічних галузей. У сучасних навчальних планах підготовки технічних фахівців традиційно обов'язковими для вивчення залишаються дисципліни математика та фізика, зміст яких є теоретичним підґрунтям для подальшого опанування професійних знань і навичок. Метою вивчення майбутніми технічними фахівцями середньої ланки математики є оволодіння інструментарієм для опанування необхідних у подальшій професійній діяльності навичок із математичного моделювання і розрахунково-оцінних процедур. При вивченні фізики майбутні фахівці набувають знань про основні фізичні гіпотези, моделі, концепції, закони на рівні теоретичних узагальнень, достатніх для розуміння технологічних процесів, формування екологічної культури.

Аналіз змістовно-тематичного наповнення предметів фізико-математичної підготовки [1, с. 273–276] дозволяє дійти висновку щодо відповідності навчальних програм із математики і фізики до рівня навчальної підготовки вступників та стану розвитку промислових технологій досліджуваного періоду.

Так, «учбові плани» з математики та фізики для середніх механіко-технічних училищ Міністерства народної освіти орієнтовані вони були на рівень підготовки, що тотожній рівню базової середньої освіти. Зазначені програми містили змістові курсів алгебри, тригонометрії та аналітичної геометрії. Програма з математики для залізничних технічних училищ була зорієнтована на учнів із рівнем знань повітових, міських, двокласних сільських або церковноприходських шкіл. Тому вивчення математики в таких училищах полягало в ознайомленні з арифметики та геометрії на лише достатньому для подальшої професійної діяльності рівні.

Аналіз змісту навчальних програм свідчить про більшу лаконічність у порівнянні із сучасністю. При викладанні курсу фізики учителям середніх технічних училищ Міністерства освіти було рекомендовано пояснювати теоретичні питання у скороченому вигляді, «зупиняючись із більшою деталізацією на прикладних аспектах». Викладання практичної частини мало засновуватися на «особливій увазі до ознайомлення учнів з мірами фізичних величин, улаштуванням вимірювальних приладів та зі способами вимірювань» [2, с. 7].

Тематичний вміст навчальних програм із курсу фізики у залізничних технічних училищах був більш спрощеним відповідно до рівня початкової навчальної підготовки учнів та узгоджувався безпосередньо з подальшою професійною діяльністю випускників залізничних училищ.

Сучасні навчальні плани з підготовки фахівців середньої ланки технічного спрямування включено курс вищої математики. А до програми з фізики включені питання з основи квантової, атомної та ядерної фізики. Таке розширення тематичного змісту робочих програм зумовлено наданням випускникам технічних коледжів і технікумів можливості подальшого навчання у закладах вищої освіти за скороченою програмою. Також особливістю сучасних навчальних програм є зумовлена вимогами сучасної педагогічної науки методична складова.

Таким чином, за результатами порівняльного аналізу змістовно-тематичного наповнення предметів фізико-математичної підготовки технічних фахівців середньої ланки у досліджуваній період було з'ясовано, що основним завданням вивчення математики і фізики було опанування знань і вмінь професійно-практичного застосування.

Перелік посилань

1. Бабенко М.О. Розбудова системи середньої технічної освіти Катеринославщини в кінці XIX – на початку XX ст. : дис. ... к-та пед. наук : спец. 13.00.01 «Загальна педагогіка та історія педагогіки» / М. О. Бабенко. – Покровськ, 2017. – 281 с.
2. Об устройстве средних химико-технических училищ и об организации в них учебного дела // Журнал министерства народного просвещения. – 1891. – № 277. – С. 1–60.

ВОДНЕВІ ПАЛИВНІ ЕЛЕМЕНТИ

В.М. Дем'яненко, студент ОП «Гірництво»

Ю.А. Артеменко, к.т.н., доцент, доцент кафедри ВМФ

Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Анотація. У роботі розглядається принцип роботи водневих паливних елементів. Та обговорюється питання, чому, не зважаючи на енергетичну недоцільність, вони широко використовуються.

Ключові слова: водень, енергетика, екологія, паливо.

Усі знають, яким екологічним видом транспорту є електробуси. Однак, відзначимо один важливий момент: зі зростанням числа електротранспорту містам знадобиться більше електрики, яку найчастіше отримують екологічно небезпечними способами. На щастя, сьогодні світ навчився отримувати енергію за допомогою вітру, сонця та навіть водню.

В порівнянні з іншими теплоносіями, водень – ідеальне паливо. У Всесвіті це найпоширеніший елемент. З другого боку, водень має велику питому теплоту згоряння – 120 МДж/кг. У бензина ця величина у три рази менша – 44 МДж/кг. Крім того, при згорянні водню не виділяються будь-які шкідливі гази, а утворюється вода. Усі ці переваги відомі давно, але застосування водневої енергетики достатньо широко, у великих промислових масштабах, такого поки не спостерігається[1].

Перший водневий паливний елемент був сконструйований англійським вченим Вільямом Гроувом у 30-х роках XIX століття. Гроув намагався осадити мідь із водного розчину сульфату міді на залізну поверхню і помітив, що під дією електричного струму вода розпадається на водень та кисень. Після цього відкриття Гроув і Крістіан Шенбейн, який працював паралельно з ним, продемонстрували можливість виробництва енергії у воднево-кисневому паливному елементі з використанням кислотного електроліту.

Пізніше, у водневий паливний елемент додали спеціальну іонообмінну мембрану для того, щоб полегшити переміщення гідроксид-іонів. Це привело до того, що оновлений паливний елемент вже можна було використовувати для певних технічних рішень. Наприклад, він став використовуватись на космічних апаратах «Аполлон».

Сучасний водневий паливний елемент уявляє собою конструкцію, що схожа зі звичайним гальванічним елементом. Але є принципова різниця. Речовина для реакції постійно поставляється ззовні, а не зберігається в елементі., водень втрачає Електрони, які йдуть в електричний ланцюг надає водень, просочуючись через пористий анод. А крізь мембрану проходять катіони водню. На катоді кисень з'єднується з протоном та зовнішнім електроном. У результаті таких реакцій утворюється вода.

З одного паливного осередку знімається напруга порядку 0,7В, тому осередки об'єднують в масивні паливні елементи з прийнятною вихідною

напругою і струмом. Теоретична напруга з водневого елемента може досягати 1,23В, але частина енергії йде в тепло.

З погляду «зеленої» енергетики у водневих паливних елементах у край високий ККД — 60%. Для порівняння: ККД найкращих двигунів внутрішнього згоряння становить 35-40%. Для сонячних електростанцій коефіцієнт становить лише 15-20%, але залежить від погодних умов. ККД кращих крильчастих вітряних електростанцій сягає 40%, що порівняно з парогенераторами, але вітряки також вимагають відповідних погодних умов і дорогого обслуговування.

Як ми бачимо, за цим параметром воднева енергетика є найбільш привабливим джерелом енергії, але все ж таки існує ряд проблем, що заважають її масовому застосуванню. Найголовніша з них — процес видобутку водню.

Воднева енергетика екологічна, але не автономна. Для роботи паливному елементу потрібен водень, який не зустрічається на Землі в чистому вигляді. Водень потрібно отримувати, але всі існуючі зараз способи дуже витратні, або малоефективні.

Найефективнішим з погляду обсягу отриманого водню на одиницю витраченої енергії вважається метод парової конверсії газу. Метан з'єднують з водяною парою при тиску 2 МПа (близько 19 атмосфер, тобто тиск на глибині близько 190 м) та температурі близько 800 градусів, в результаті чого виходить конвертований газ із вмістом водню 55-75%. Для парової конверсії потрібні великі установки, які можна застосовувати лише з виробництва.

Більш зручний та простий метод — електроліз води. При проходженні електричного струму через воду, що обробляється, відбувається серія електрохімічних реакцій, в результаті яких утворюється водень. Істотний недолік цього — великі енерговитрати, необхідні проведення реакції.

Тобто виходить дещо дивна ситуація: для отримання водневої енергії потрібна ще більша енергія.

І все ж водневі елементи використовуються досить широко. В чому причина. Вся справа в тому, що маса електричного акумулятора і балона з воднем, які акумулюють однакову кількість енергії, різняться. Маса акумулятора більша. І ця обставина відіграє вирішальну роль у певних випадках. Як, наприклад, у разі використання водневих елементів на космічних апаратах Аполлон. Необхідно відзначити, що водень можна зберігати не тільки в балонах при високому тиску. Широко використовується метод його зберігання розчиненим в інтерметалевих сполуках.

Сучасні водневі паливні елементи використовуються достатньо широко, але не у промислових масштабах для видобутку електричної енергії. Їх можна знайти і у міських автобусах, на залізничному транспорті. Навіть у військових квадрокоптерах[2].

Перелік посилань

1. Тарасов Б. П., Лотоцкий М.В. Водородная энергетика: прошлое, настоящее, будущее // Рос. хим. журн. — 2006. — 50, № 6. — С. 5 — 18. 18
2. Jain I. P. Hydrogen fuel for 21st century // Int. J. Hydrogen Energy. — 2009. — 34, No. 17. — P. 7368 — 7378.

РОЗПОДІЛ ДИСЛОКАЦІЙ У КРИСТАЛАХ ПРИ ПРУЖНІЙ ДЕФОРМАЦІЇ КРУЧЕННЯМ

С.О. Попова, студент ОП «Фінанси, банківська справа та страхування»

О.Ю. Попова, д.е.н., професор, завідувач кафедри УФЕБ

Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Анотація. Вивчено взаємодію структурної підсистеми з дислокаціями при накладенні пружної деформації кручення. Розгляд проведено в рамках феноменологічної теорії Ландау при відмові від наближення сталості модулів векторів, що не наводяться. Показано появу додаткових просторових амплітудних та частотних осциляцій, пов'язаних із зміною модуля структурного параметра порядку та щільності дислокацій.

Ключові слова: дислокація, кручення, пружна деформація, розподіл, фазовий перехід, взаємодія.

У феноменологічної теорії Ландау фазові переходи (ФП) описуються мовою параметра порядку (ПП). Структурні ФП через існування різних взаємодій завжди супроводжуються змінами в інших кристалічних підсистемах, зокрема магнітної [1]. Структурні ФП можуть бути ускладнені наявністю дефектів кристалічних ґрат, наприклад, дислокацій. Останні можуть бути охарактеризовані щільністю дислокацій, яка відіграватиме роль відповідного ПП. З огляду на визначення такої ПП перетворюється по повносиметричному уявленню групи симетрії кристала.

Нехай у модельному кристалі з дислокаціями при зниженні температури має місце структурний ФП, який може бути як першого (ФП-1), так і другого (ФП-2). Розглянемо поведінку відповідного ПП поблизу і далеко від точки ФП при накладенні гвинтового пружного крутного моменту вздовж осі OZ. Слід зазначити, що з такому вплив не відбувається будь-якого ФП, але виникає просторова періодична спіральна структура. З огляду на наявність взаємодії між структурним ПП і дефектами накладення пружної деформації кручення має вплинути і щільність дислокацій.

Припустимо, що симетрія кристала дозволяє існування інваріантів Ліфшиця. Тоді, в рамках феноменологічної теорії Ландау диференціально-алгебраїчна система рівнянь Ейлера при відмові від припущення сталості модулів векторів, що не наводяться у даній роботі, у разі однорідного розподілу дефектів запишеться у вигляді (1):

$$\begin{cases} 2\gamma_2 M^s \frac{\partial^2 q_x}{\partial z^2} + \gamma_1 M^r \frac{\partial q_y}{\partial z} - q_x (\beta_1 + \beta_2 q^2 + \beta_3 q^4 + 2\gamma_3 h + 2\gamma_4 h^2) = 0 \\ 2\gamma_2 M^s \frac{\partial^2 q_y}{\partial z^2} + \gamma_1 M^r \frac{\partial q_x}{\partial z} - q_y (\beta_1 + \beta_2 q^2 + \beta_3 q^4 + 2\gamma_3 h + 2\gamma_4 h^2) = 0 \\ 2\gamma_5 \frac{\partial^2 h}{\partial z^2} - (\varphi_1 - \varphi_2 h + \varphi_3 h^2 + \gamma_3 q^2 + 2\gamma_4 q^2 h) = 0 \end{cases} \quad (1)$$

де $\beta_i, (i = 1, 2, 3),$

$\gamma_i (i=1-5)$, $\varphi_i (i=1-4)$ - феноменологічні коефіцієнти;
 h, q - щільність дислокацій і структурний ПП відповідно;
 M - модуль крутного моменту;
 r, s - показники ступенів ($r=6, s=2$).

Доданки з коефіцієнтами γ_3, γ_4 описують різні види взаємодій двох ПП. Доданки з просторовими похідними описують гвинтову деформацію (несорозмірна довгоперіодична спіральна структура) і містять пропорційний моменту множник, тобто при $M=0$ відсутня просторова спіральна структура. Оскільки передбачається, що структурна підсистема перебуває у впорядкованому стані, то $\beta_1 < 0, \beta_3 > 0$. Коефіцієнт β_2 визначає рід ФП. Розглянемо випадки однорідного розподілу дислокацій $\gamma_3=0, \gamma_4 < 0$ за таких умов:

1) $\beta_2 > 0$. В цьому випадку має місце структурний ФП-2. Як впливає з третього (алгебраїчного) рівняння системи (1) характер зміни величини щільності дислокацій залежить від поведінки амплітуди модуля структурного ПП. Тому якісна поведінка обох величин буде однаковою. При відсутності дислокацій та даних значеннях коефіцієнтів термодинамічного потенціалу графік залежності $q(z)$ буде практично синусоїдальними, причому має місце слабка двостороння синфазна просторова амплітудна модуляція (рис.1с).

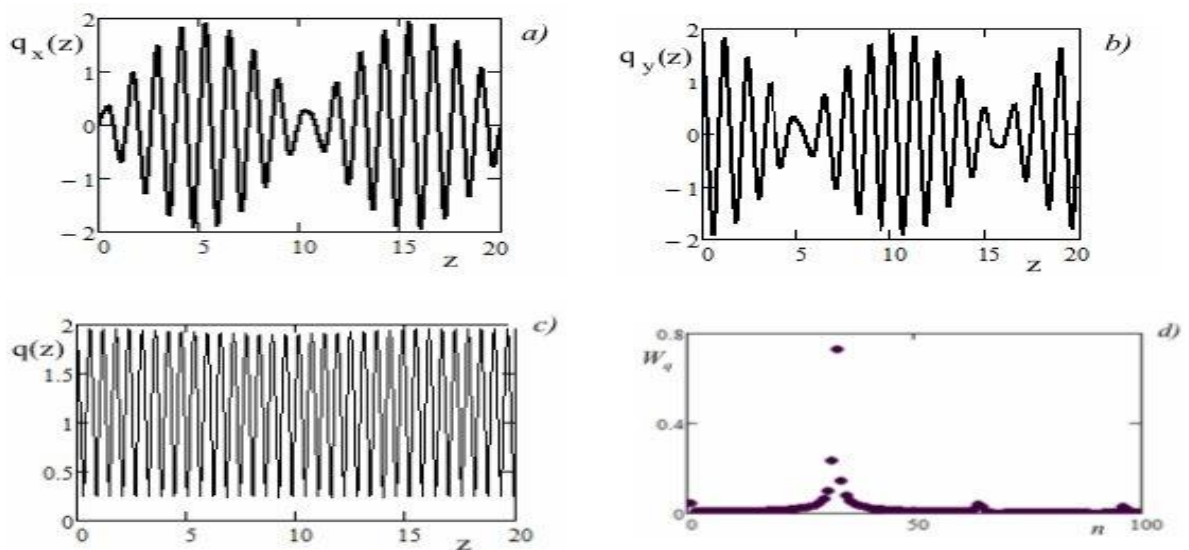


Рис. 1. Просторові залежності структурного ПП при ФП другого роду в ідеальному кристалі (на рис. 1d амплітуда першої гармоніки збільшена у 50 разів)

Фур'є-перетворення показує, що суттєвими є гармоніки, розташовані на околицях 35-ої, 70-ої та 100-ої (рис.1d). Поведінка компонент ПП $q_x(z)$ і $q_y(z)$ істотно відрізняються від поведінки його модуля і є коливаннями з великою симетричною протифазною амплітудною модуляцією (рис.1 a,b).

При малих значеннях крутного моменту формується періодична

залежність $h(z)$ та зменшується кількість коливань $q_x(z)$ и $q_y(z)$ протягом періоду амплітудної модуляції. Зі зростанням $|\gamma_4|$ нерівномірність коливань модуля структурного ПП та $h(z)$ стає менше, що призводить до зменшення амплітуд гармонік відповідних розкладів Фур'є. Подальше збільшення $|\gamma_4|$ призводить до появи зрушених по фазі амплітудних модуляцій величин $q_x(z)$ та $q_y(z)$ (рис.2а,б).

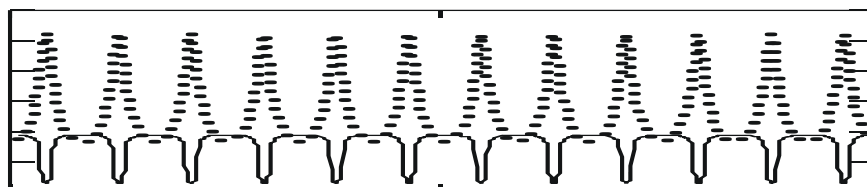


Рис. 2. Просторова залежність структурного (пунктир) ПП при наявності дислокацій (суцільна) та їх слабкій взаємодії (ФП першого роду).

Як видно з рис. 2, де представлена просторова залежність структурного (пунктир) ПП при наявності дислокацій (суцільна) та їх слабкій взаємодії (ФП першого роду), виявлені зміни слабо впливають на поведінку модуля структурного ПП, але зростає постійна складова h та розмах її коливань. Аналіз Фур'є показує, що гармонікою з найбільшою амплітудою є двадцять четверта;

2) $\beta_2 < 0$. За температурою відбувається структурний ФП-1. За відсутності взаємодії між дислокаціями та структурним параметром порядку коливальний процес модуля структурного ПП має періодичний характер із гострою вершиною. Максимуми густини дислокацій припадають на мінімуми коливань структурного ПП. При збільшенні коефіцієнта $|\gamma_4|$ графік змін дислокаційного ПП опускається вниз і за деякого його значення мінімуми коливань дефектного ПП може досягти нуля. Це означає, що дислокації групуватимуться на околицях мінімумів коливань структурного ПП. Такі групи утворюватимуть періодичну одновимірну решітку дислокацій.

Таким чином, показано можливість вивчення взаємодії векторного (структурний ПП) та скалярного (щільність дислокацій) полів з використанням формалізму Ландау при відмові від наближення сталості модулів векторів, що не наводяться. Результат взаємодії двох ПП істотно розрізняються при структурних ФП першого та другого роду.

Перелік посилань

1. Straumal B.B., Kilmametov A.R., Baretzky B., Kogtenkova O.A., Straumal P.B., Litynska-Dobrzynska L., Chulist R., Korneva A., Zieba P. (2020). High pressure torsion of Cu–Ag and Cu–Sn alloys: Limits for solubility and dissolution. *Acta Materialia*, 195, P. 184-198.

ЛОГІЧНИЙ ПАРАДОКС НЬЮКОМА

М.В. Тютюнник, студент ОП «Комп'ютерні науки»

Ю.В. Новікова, к.ф.-м.н., доцент, завідувач кафедри ВМФ

Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Анотація: У роботі розглянуто логічні парадокси. Парадокс – це міркування, яке розходиться з загально прийнятою думкою і здається нелогічним або суперечить здоровому глузду.

Ключові слова: логіка, парадокси, парадокс Ньюкома.

Що таке парадокс? Парадокс – це, як правило, загадковий висновок, до якого ми, здається, приходимо в результаті наших міркувань, але який, тим не менш, надзвичайно суперечить здоровому глузду.

Логіка – це дисципліна, метою якої є відрізнити «хороші» міркування від «поганих». Як відомо логіка є абстрактною наукою. У ній немає місця експериментам і будь-яким конкретним фактам в звичайному їх розумінні; вона завжди передбачає аналіз реального мислення. Але розбіжності в теорії логіки і практиці реального мислення все ж мають місце бути. І наочним підтвердженням цьому служать логічні парадокси, а іноді навіть логічна антиномія, що уособлює собою суперечливість самої логічної теорії.

Розглянемо один цікавий парадокс – парадокс Ньюкома.

Перед вами дві коробки. Перша коробка прозора і містить 1000\$. Друга коробка непрозора і містить або 1000000\$, або нічого. Вам надається наступний вибір: або ви можете взяти те, що знаходиться в обох ящиках, або ви можете взяти тільки те, що знаходиться в другому ящику. Однак перед тим, як вам запропонують цей вибір, суперкомп'ютер, здатний з безпомилковою точністю передбачити ваш вибір: якщо комп'ютер передбачає, що ви відкриєте обидві коробки, то він нічого не покладе у непрозору коробку, якщо він передбачає, що ви вирішите відкрити тільки непрозору коробку, кладе в коробку 1000000\$. Суперкомп'ютер проводив цей тест сотні разів і жодного разу не дав невірної прогнозу. Суперкомп'ютер робить свій прогноз і, ґрунтуючись на цьому прогнозі, або кладе мільйон доларів у другу коробку, або залишає її порожньою. Потім ви робите свій вибір. Що ви обираєте?

Цей парадокс створено Вільямом Ньюкомом та вперше опубліковано Робертом Нозіком у 1969 році. Ця проблема поділяє людей останні 53 роки. Ви можете подумати, що відповідь очевидна і реальної проблеми тут немає. Однак у опитуванні у 2018 році більше 53,5% відкривають другу коробку, а 46,5% відкривають обидві коробки. То чому ж люди так розходяться у цьому питанні? Давайте з'ясуємо.

В основі парадоксу Ньюкома лежить конфлікт між двома принципами теорії прийняття рішень: принципом очікуваної безрезультатності та принципом домінування. Але перш ніж ми розглянемо їх, розглянемо стандартні аргументи на користь того, щоб відкрити одну коробку або відкрити обидві коробки. Якщо я вирішую взяти те, що знаходиться в обох ящиках, то

суперкомп'ютер майже напевно передбачить це і залишить другу коробку порожньою, залишивши мені тільки 1000\$. Але якщо я вирішую просто взяти те, що знаходиться в другій коробці, то суперкомп'ютер передбачить це і помістить мільйон доларів у середину, зробивши мене набагато багатшими. Тому я маю вибрати тільки те, що знаходиться в другій скриньці. Але, дехто скаже, коли ви ухвалюєте рішення, стоячи перед коробками, суперкомп'ютер уже зробив свій прогноз і, отже, вже помістив мільйон у другу коробку або залишив її порожньою. Таким чином, взявши обидві ящики, можна тільки максимізувати свою нагороду, тому що ви отримаєте або $1000000 + 1000$, або $0 + 1000$. Що б не передбачив суперкомп'ютер, ви отримаєте 1000, обравши обидва ящики. Варіанти та результати проблеми можна представити у матриці виграшів. Ми ясно розуміємо, що, взявши обидві коробки, ви отримаєте більше грошей, хоч би який прогноз зробив суперкомп'ютер. Теоретично прийняття рішень це слід принципу домінування, який свідчить, що одна стратегія завжди краща, незалежно від обставин, тобто вибір цієї стратегії є раціональним. Однак це суперечить принципу очікуваної безрезультатності, який стверджує, що раціональним вибором є той, який має для вас максимальну очікувану цінність. Ми можемо обчислити очікувану корисність кожної дії, помноживши кожен із взаємовиключних результатів на ймовірність результату при заданій дії. Якщо бути консервативним, суперкомп'ютер може передбачати майбутнє з точністю до 90%. Потім ми можемо обчислити очікувану корисність обох дій таким чином:

- обидві коробки $(0,1 \cdot 1\,000\,000) + (0,9 \cdot 1000) = 101000$;
- тільки друга коробка $(0,9 \cdot 1\,000\,000) + (0,1 \cdot 0) = 900000$.

Таким чином, ми можемо бачити, що, використовуючи принцип очікуваної цілеспрямованості, раціональним вибором є відкриття лише другої скриньки. Отже, у нас є дві раціональні, але суперечливі відповіді. Все ще не впевнені, чи відкрити одну коробку або – обидві? Тоді, подумайте про таке. Припустимо, ваш друг проводить експеримент і хоче відкрити лише другу коробку. Перед відкриттям коробки вас просять зробити ставку на те, чи буде всередині мільйон. Враховуючи успіх суперкомп'ютера в правильному прогнозуванні результату в сотнях попередніх тестів, ви напевно посперечалися б, що всередині коробки буде 1000000. Так само, якби ваш друг, вирішив відкрити обидві коробки, хіба ви не посперечалися б, що друга коробка порожня?

Тепер припустимо, що одна частина другої коробки є прозорою, і з того місця, де ви стоїте, ви можете бачити, що знаходиться всередині обох коробок. Ваш друг, який бере участь в експерименті, як і раніше, може бачити вміст тільки першої коробки і 1000\$. Припускаючи, що ви хочете кращого для свого друга, ви хочете, щоб він відкрив обидві коробки, незалежно від того, що знаходиться в другій коробці. Здається, що логічним було б відкрити обидві ящики, але чи так ви вчинили б насправді, якби у вас була така можливість? [1]

Перелік посилань

2. Scheinerman E. The mathematics lover's companion: Masterpieces for Everyone / Edward Scheinerman. – Yale University Press, 2017. – 296 p.

МЕТОДИ ТА АЛГОРИТМИ МАШИННОГО НАВЧАННЯ ДЛЯ АВТОПІЛОТУ МАШИНИ

Д.Ю. Сердюков, магістр ОП «Інженерія програмного забезпечення»

І.А. Назарова, к.т.н., доцент, доцент кафедри ПМІ

Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Анотація. За допомогою спеціально навченого штучного інтелекту на основі різних алгоритмів та моделей проводиться навчання автопілоту, який може брати на себе відповідальність за керування машиною на дорозі, виконувати різні маневри, утримувати транспортний засіб в смузі та уникати аварійних ситуацій.

Ключові слова: Нейронні мережі, машинне навчання, автопілот, CARLA – симулятор, згорткові шари

Нейронні мережі мають великий потенціал при розв'язанні різноманітних видів завдань, що спричиняє постійний зріст їх популярності. Вони знаходять закономірності в наборі інформації та надають можливість мережі вчитися розпізнавати об'єкти, які потрібні для її коректного функціонування. Основною перевагою нейронної мережі є можливість адаптуватися до змін, тобто, нейромережа може працювати з динамічною середою, і, якщо буде потрібно, виконає повторне навчання, щоб уникнути помилок. Через дану властивість застосування нейромереж є актуальним науково-практичним напрямком і викликає інтерес у різних дослідників [1-3].

Для проведення досліджень існуючих алгоритмів, методів та моделей навчання, для аналізу даних та оцінки якості навчання, обрано сферу, що стосується реалізації автопілоту для машини. Метою дослідження є аналіз існуючих алгоритмів, моделей навчання нейронних мереж для автопілоту машини та створення алгоритмів, які можуть виступати альтернативою в реалізації автопілоту. Практичне значення полягає в покращенні роботи автопілоту за рахунок конфігурації алгоритмів та нейромережі.

Для реалізації автоматичної системи керування обрано симулятор CARLA, який використовується для того, щоб навчити алгоритми систем автоматичного керування автомобілем. За його допомогою можливо реалізувати імітацію різноманітних наборів сенсорів.

Симулятор містить наступний функціонал:

- середовище «Місто»;
- пішоходи;
- різні учасники дорожнього руху;
- динамічна погода.

Для реалізації автопілоту потрібно вирішити задачі:

- задача базових навичок водіння автомобілю;
- задачу реалізації планування руху автомобіля;
- реалізація системи, що приймає рішення під час руху на дорозі.

Задача базових навичок володіння автомобілем – автопілот вчиться визначати навколишнє середовище навколо автомобіля під час руху. Він повинен відстежувати рух машини для відстеження рухомих об'єктів та роботи прогноз їх можливих наступних дій.

Задача реалізації планування руху автомобіля – за допомогою планування руху машини дає можливість успішно дібратися до потрібного місця. Залежно

від цілі автопілот обирає найкращий шлях. Він починає обирати як краще проїхати, коли потрібно змінити смугу чи переїхати перехрестя, як він буде виконувати маневри.

Реалізація системи, що приймає рішення під час руху на дорозі – система, що буде приймати рішення при керуванні автомобілем: гальмування, прискорення, утримання в смугі, виконання поворотів. Вона також відповідає за контроль швидкості автомобіля на дорозі. Виконання цих трьох задач під час руху автомобіля обов'язкове для забезпечення належного керування.

В побудові алгоритму навчання використовуються різні види мереж. Кожна з них має свої недоліки та переваги. Розглядаються наступні види нейромереж: модель, що орієнтована на увагу, генеративна, згорткова та пірамідальна моделі, мережа, що повністю згортається.

Модель, на основі увазі – модель що орієнтується на частину інформації. Вона відкидає велику кількість зайвої інформації, що не потребує уваги. Дана модель дуже добре працює з нейромережами як CNN. Генеративна модель – це алгоритми які потрібні для навчання без вчителя, побудовані на основі двох нейронних мереж, що змагаються поміж собою. Даний вид нейромережі може бути корисний для створення фотореалістичних зображень, реконструкцій тривимірних об'єктів зображень. Згорткова нейронна мережа відноситься до класу нейромереж прямого поширення. В даній мережі застосовуються різні види багатошарових перцептронів. Операція на якій побудована дана нейромережа – згортка. За рахунок згортки нейромережа зменшує об'єм інформації, яких займає місце в пам'яті. Таким чином нейромережа краще знаходить ознаки зображення, на які вона може опиратися.

Дана модель має шари входу, виходу та приховані шари. В прихованих шарах можуть використовуватися наступні: згорткові, агрегувальні, повноз'єднані шари та шари нормалізації. Використовуючи різні варіанти архітектур нейромереж можна дослідити якість роботи кожної під час виконання керування транспортним засобом.

В результаті було проведено аналіз існуючих алгоритмів, моделей навчання нейронних мереж для автопілоту машини та створено власні алгоритми, які можуть виступати альтернативою в реалізації автопілоту проведено дослідження швидкості навчання, якості роботи.

Перелік посилань

1. Automated and Autonomous Driving, Regulation under Uncertainty [Електронний ресурс] // Corporate Partnership Board Report – 2015. – Режим доступу: www.internationaltransportforum.org
2. Elaine L. Chao. National Highway Traffic Safety Administration [Електронний ресурс] // Режим доступу: <https://www.nhtsa.gov/>
3. Bartels A., Eberle U., Knapp A. Automated Driving Applications and Technologies for Intelligent vehicles [Електронний ресурс]. – 2015. – Режим доступу: <https://www.adaptive-ip.eu/>

ОЛІМПІАДНІ ЗАДАЧІ НА КРАТНІСТЬ 5. ПРИЙОМИ РОЗВ'ЯЗКУ

Є.Р. Терехов, студент ОП «Кібербезпека»

О.А. Тихонова, ст. викладач кафедри ПМІ

Донецький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Анотація. Робота полягає у отриманні теоретичних та практичних навичок в дослідженні та застосуванні сучасних алгоритмів та програмних засобів для рішення цілочисельного ділення на 5. Підготовка студентів до олімпіади з програмування – процес творчий та трудомісткий. Мета: навчити застосовувати знання різних дисциплін творчо і не стандартно.

Ключові слова: цілочисельне ділення, алгоритм, сортування, аналіз, останній розряд, кратність 5, блок-схема.

Задача на оптимізацію відрізків та пошук чисел, які ділять націло на 5. Мета роботи: оволодіння теоретичними аспектами обчислення трудомістких задач, опанування сучасними програмними модулями, що сортують та ділять націло великі числа.

Для досягнення мети поставлено наступні завдання:

- здійснити аналіз джерельної бази та літератури з теми;
- охарактеризувати алгоритмічні аспекти комбінаторно-алгебраїчних моделей і методів.

Задача заключається у тому, що задано N відрізків, які у свою чергу задані двома числами L та R . Потрібно знайти кількість чисел, які діляться на 5, і належать хоча б одному із заданих відрізків.

Для вирішення завдання спочатку потрібно отсортувати усі відрізки за зростанням. Список відрізків, які можуть як перетинатись, так і бути на відстані між собою, потрібно зменшити з'єднанням декількох частин. Кількість відрізків після цього може кратно зменшитись, а числа, які діляться на 5, будуть входити лише в один відрізок та не повторюватись, тим самим отримаємо правильну кількість таких чисел.

Оптимізація цього алгоритму на пряму залежить від алгоритму сортування. Чим швидше отсортується масив відрізків, тим швидше знайдеться розв'язок завдання. Як приклад застосовано мову програмування VBA for Excel та алгоритм сортування вибором. Приклад програмної реалізації алгоритма значень кратних 5:

```
kol = 0
For i = 1 To N
    x = a(i) Mod 10
    y = b(i) - a(i)
    If x = 0 Then
        kol = kol + (x + y) \ 5 + 1
    ElseIf x <= 5 Then
```

```

kol = kol + (x + y) \ 5
Else
kol = kol + (x - 5 + y) \ 5
End If
Next i

```

Ділення націло на 5. Задача. На столі лежить n камінців. За 1 монету ви можете зробити одну з наступних операцій:

- Забрати зі столу один камінець. Ви не можете виконати цю операцію, якщо на столі нема жодного камінця.
- Покласти на стіл ще один камінець.

Яку найменшу кількість монет m треба витратити, щоб число камінців на столі почало ділитись націло на 5?

Основна ідея, яка була застосована при вирішенні задачі, полягає в тому, що вихідні дані можуть коливатися в діапазоні $0 \leq n \leq 10^9$, але при цьому аналізу на кратність 5 піддавався лише молодший розряд числа, що аналізується.

В випадку цієї задачі треба:

1. Проаналізувати значення в молодшому розряді, тобто до якої групи належить даний показник:
 - а. число вже кратне 5;
 - б. число менш 5;
 - с. число більш 5.
2. згрупувати показники, що призводять до однакових дій:
 - а. не потрібно додавати монети, завдання вирішене,
 - б. необхідно додати одну монету, і не важливо, що при цьому камінь додається або забирається;
 - с. повторюється варіант попереднього пункту тільки щодо двох монет.

Виконуючи аналіз у такому контексті – отримуємо розв’язок, який призводить до використання найменшої кількості монет.

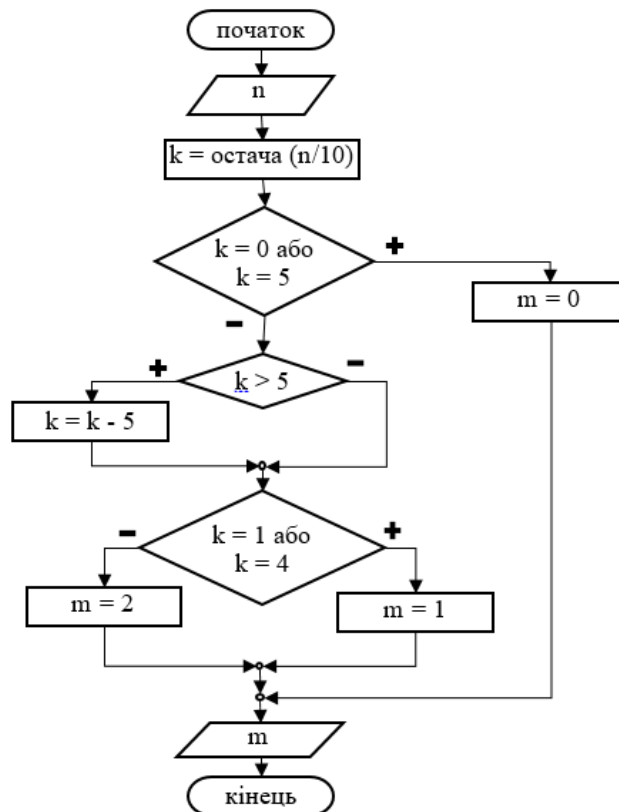


Рис. 1. Блок схема алгоритму

Перелік посилань

1. Summer programming school (Uzhhorod, july 31 – august 7, 2016) :Materials of lectures, conditions and analysis of tasks .Edited by Oleksandr Mitsa, Serhii Oryshych. Uzhhorod: Vydavnytstvo “FOP Sabov A. M.”, 2017. (in Ukrainian)
2. S. Zhukovskyi, “The analysis, research and solution of problems during the students Olympiad in informatics”, Informatsiini tekhnolohii v osviti, №5, p. 152-159, 2010. DOI: 10.14308/ite. (in Ukrainian)
3. A. Chargueraud, M. Hiron “Teaching Algorithmics for Informatics Olympiads: The French Method” , OLYMPIADS IN INFORMATICS Tasks and Training Volume 2 2008 Selected papers of the International Conference joint with the XX International Olympiad in Informatics Cairo, Egypt, August 16–23, 2008. [online]. Available: https://www.mii.lt/olympiads_in_informatics/files/volume2.pdf. Accessed on: Sept. 27, 2018. (in English)
4. Internet portal of organizational and methodological support of distance Olympiads on programming for gifted youth of educational institutions of Ukraine e-olimp [online]. Available: <https://www.eolymp.com/>. Accessed on: Jul. 17, 2018. (in Ukrainian).

ЩОДО АЛГОРИТМІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСУ УПРАВЛІННЯ РИЗИКАМИ ІТ-ПРОЄКТУ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ

**Ю.В. Крута, студентка ОП «Інженерія програмного забезпечення»
О.А. Золотухіна, к.т.н., доцент, доцент кафедри інженерії програмного
забезпечення**

Державний університет телекомунікацій, м. Київ, Україна

Анотація. На сьогодні, процес управління ризиками ІТ-проєктів виходить на першу ланку, враховуючи стрімкий розвиток ІТ сфери на території України. Автоматизований підхід до забезпечення процесу управління ризиками надасть можливість підвищити відстежуваність, що є актуальним в умовах управління ІТ-проєктами.

Ключові слова: управління проєктами, ризики ІТ проєкту, нечітка логіка.

З позиції системного аналізу, завдання управління ІТ-ризиками має вигляд [1]:

$$CP = \langle DO, CT, CC, CO, A \rangle \quad (1)$$

де DO – збирання та передача інформації про систему, а також аналіз системи (ідентифікація); CT – вибір мети управління; CC – формування управлінь; CO – формування оптимальних управлінь; A – видача керуючих впливів на об'єкт керування.

Алгоритм дії системи управління ризиками представлено на рисунку 1.

Аналіз представленої моделі управління ризиками ІТ-проєкту призводить до висновку, що для підвищення ефективності процесу формування управлінь, слід автоматизувати процедури DO, CT, у вигляді реалізації автоматизованої системи управління ризиками АСУР. Вихідним об'єктом управління є ІТ-ризики, які описується у вигляді [2]:

$$x = \langle It, B, I, V, R, P \rangle, \quad (2)$$

де It – безліч ІТ-ресурсів; B – безліч бізнес-процесів; I – безліч інцидентів; V – безліч уразливостей; R – безліч ризиків; P – збитки/прибуток.

It описує безліч ресурсів організації:

$$It = (It^1, \dots, It^n), P(t) = (P^1(t), \dots, P^n(t))$$

$P^n(t)$ описує прибуток або збитки від ризиків.

Фазовий вектор об'єкта $x = \langle It, B, I, V, R, P \rangle$.

$$B = (B^1, \dots, B^n), V = (V^1, \dots, V^n), R = (R^1, \dots, R^n), I = (I^1, \dots, I^n)$$

B^n описує бізнес-процеси, що спираються на ресурси; I^n визначає інциденти, що відбуваються з ресурсами; V^n описує уразливості; R^n визначає ризики, виявлені під час аналізу статистики; $u(t)$ – керуючий чинник, заходи щодо зниження ризиків.

Метою управління є виконання наступної дії:

$$\min(Q_t)$$

де $Q_t = \sum_{n=1}^m P_n(t) \cdot \mu$ – загальні прибутки/збитки, m – кількість ІТ-ресурсів, μ – рівень значущості кожного ресурсу

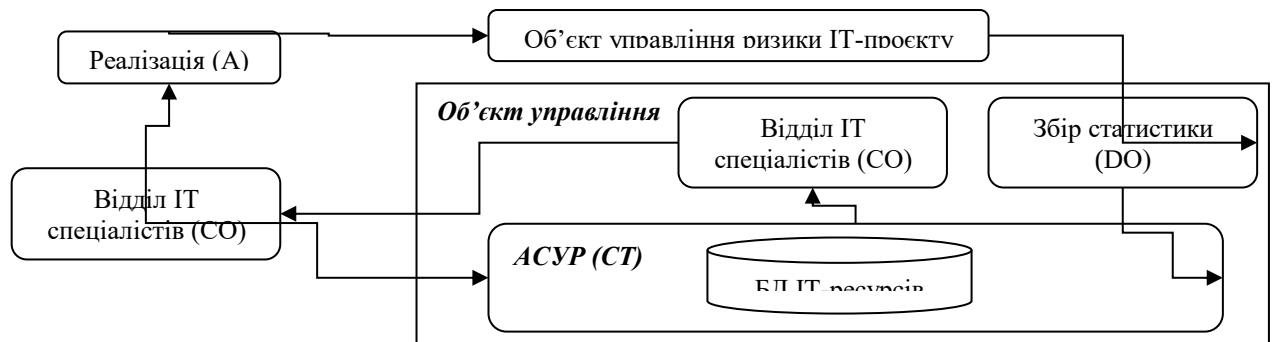


Рисунок 1. Алгоритм управління ІТ-ризиками

Автоматизований процес інтелектуального управління ризиками ІТ-проектів, дозволить підвищити оперативність та об'єктивність прийнятих управлінських рішень.

Перелік посилань

1. Chernova L.S., Titov S.D. (2022). Модельний підхід у методології управління проектами. Transport development. 40-51. 10.33082/td.2021.4-11.04.
2. Sytnyk V.A., Bulashov V.V. Methodology for managing the development of it projects with open source/ 5th International conference on Eurasian scientific development in 2018: new methods and solutions». Proceedings of the Conference (September 02, 2018). Premier Publishing s.r.o. Vienna. 2018.46 p. ISBN-13 978-3-903197-73-2

Наукове видання

**«Математика та математичне моделювання у сучасному
технічному університеті»**

Збірник тез доповідей

**I Міжнародної науково-практичної конференції студентів та молодих
вчених**

30 листопада 2022 року, м. Луцьк

Технічна обробка, комп'ютерний набір, верстка: Гогольова Наталія Федорівна

Оригінал-макет виготовлено на кафедрі вищої математики і фізики
ДВНЗ «Донецький національний технічний університет»

Формат А4