

УДК 004.774.6:004.43:519.85

DOI: 10.31471/1993-9981-2023-1(50)-72-80

АДАПТАЦІЯ ЧИСЕЛЬНИХ МЕТОДІВ ДО ПРОГРАМНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРИКЛАДНИХ ТА ІНЖЕНЕРНИХ ЗАДАЧ В СФЕРІ UX/UI ДИЗАЙНУ

Т. Є. Мохнаткіна, О. С. Царева

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, 76019. E-mail: a.if.ua1981@gmail.com

Досліджуються різні підходи та техніки, які можуть бути використані для адаптації чисельних методів до програмної реалізації прикладних та інженерних задач в сфері UX та UI дизайну. При цьому увагу закладено на методах, які забезпечують швидкість, точність та ефективність обчислень, а також враховують специфіку інтерфейсів користувача. Зроблено огляд та аналіз сучасних розробок і досягнень в області UX та UI дизайну, а також окреслено перспективи та можливі внески чисельних методів у покращення процесу створення кінцевого продукту та його наповнення. Також увагу зосереджено на різноманітних аспектах, від аналізу та візуалізації даних до оптимізації розташування елементів інтерфейсу. Дослідження проведене для глибшого розуміння можливостей і переваги чисельних методів у сучасному дизайні інтерфейсів користувача. При цьому підкреслено, що використання чисельних методів потребує врахування певних факторів, таких як величина вибірки, розподіл даних та контекст дослідження. В даному дослідженні висвітлено ключові виклики, з якими стикаються дизайнери UX та UI при розробці складних інтерфейсів. Описано, вимоги до швидкості та ефективності обчислень та їх зростання в залежності від збільшення обсягу даних, що обробляються в реальному часі. Підкреслено, що точність чисельних методів є вирішальним фактором для забезпечення високої якості взаємодії з користувачем. Встановлено залежність оптимізації розташування елементів інтерфейсу від точних вимірів та обчислень, виконаних за допомогою чисельних методів. В результаті проведеного дослідження підтверджено, що чисельні методи можуть бути цінними інструментами в інформаційній архітектурі в UI/UX дизайні для створення логічних структур групування інформації та розроблення якісної структури контенту. Результати дослідження відкривають нові перспективи для використання чисельних методів у UX та UI дизайні як інструмента покращення продуктивності, зниження часу розробки та підвищення якості кінцевого продукту.

Ключові слова: чисельні методи, UI/UX дизайн, аналіз даних, візуалізація даних, прикладні та інженерні задачі, метод Монте-Карло, кластерний аналіз, статистичний аналіз.

The article explores various approaches and techniques that can be used to adapt numerical methods to software implementation of applied and engineering tasks in the field of UX and UI design. At the same time, attention is focused on methods that ensure speed, accuracy and efficiency of calculations, and also take into account the specificity of user interfaces. An overview and analysis of modern developments and achievements in the field of UX and UI design is made, as well as the prospects and possible contributions of numerical methods to improving the process of creating the final product and its filling are outlined. Attention is also focused on various aspects, from data analysis and visualization to optimization of the layout of interface elements. The research was carried out for a deeper understanding of the possibilities and advantages of numerical methods in the modern design of user interfaces. At the same time, it is emphasized that the use of numerical methods requires taking into account certain factors, such as sample size, data distribution, and research context. This study highlights the key challenges UX and UI designers face when designing complex interfaces. The requirements for the speed and efficiency of calculations and their growth depending on the increase in the amount of data processed in real time are described. It is emphasized that the accuracy of numerical methods is a decisive factor for ensuring a high quality of interaction with the user. The dependence of the optimization of the location of the interface elements on accurate measurements and calculations performed using numerical methods was established. As a result of the conducted research, it was confirmed that numerical methods can be valuable tools in information architecture in UI/UX design for creating logical structures of information grouping and developing a qualitative content structure. The research results open new perspectives for the use of numerical methods in UX and UI design as a tool for improving productivity, reducing development time, and improving the quality of the final product.

Keywords: numerical methods, UI/UX design, data analysis, data visualization, applied and engineering problems, Monte Carlo method, cluster analysis, statistical analysis.

Вступ

Універсальність чисельних методів у сфері вирішення прикладних та інженерних задач є відомим фактом вже довгий час. Об'єктом є чисельні методи, реалізовані за допомогою програмного забезпечення для вирішення інженерних і прикладних задач, які виникають у процесі створення продукції веб-дизайну. Однією з фундаментальних задач UI/UX дизайну є рішення відповідних проблем, з якими стикаються користувачі. Для їх запобігання важливим етапом є проведення попередніх досліджень ще на етапі розробки проекту. Кожен вид досліджень допомагає виявити той чи інший аспект, який вимагає вдосконалення або який допоможе вдосконалити кінцевий продукт. За допомогою збору, розрахунку, та аналітичної обробки інформації формується певна інформаційна база, яка забезпечує якісний кінцевий продукт, що відповідає інтересам конкретного споживача або групи споживачів. На кожному з цих етапів можливим і доцільним є використання чисельних методів, які застосовуються в інших сферах життєдіяльності і професійної реалізації: медицина, IT-технології, екологія і т.д.

Саме тому метою нашого дослідження є дослідження способів адаптації чисельних методів до програмної реалізації на прикладі прикладного пакету Excel і мови програмування Python в сфері UI та UX дизайну.

Аналіз сучасних закордонних і вітчизняних досліджень

Сфери застосування чисельних методів різноманітні. Науковці розглядають їх як потужний інструмент для моделювання клімату та погодних умов [1], розробки програмних засобів для обробки зображень та відео, моделювання та дослідження біологічних систем, медичного моделювання та аналізу, екологічного моделювання та аналізу.

Клімат і погода є складними системами, що включають в себе велику кількість фізичних процесів, таких як атмосферна циркуляція, радіаційний баланс, теплообмін, вологість і багато інших. Розуміння цих процесів та прогнозування майбутнього стану клімату та погоди вимагає використання математичних моделей та чисельних методів. У моделюванні клімату та погоди використовуються різні чисельні методи, основні з них: вирішення диференціальних рівнянь, статистичного аналізу, прогнозування, обробки, аналізу і засвоєння інформації [1].

Застосування чисельних методів у розробці програмних засобів для обробки зображень та відео є невід'ємною частиною сучасної комп'ютерної графіки та комп'ютерного зору [2]. Завдяки цим методам, можливо розробляти потужні алгоритми та програмні інструменти для обробки, аналізу та візуалізації зображень та відеоданих з високою швидкістю та точністю. Тут використовуються методи фільтрації, сегментації, кластеризації для структурування багатовимірних даних і спрощення їх подальшої обробки [3]. У моделюванні та дослідженні біологічних систем [4] широко використовуються чисельні методи, які допомагають вирішувати складні проблеми, пов'язані з аналізом та розумінням біологічних процесів. Наприклад методи математичного моделювання, обробки сигналів, статистичний аналіз даних, класифікацію та кластеризацію даних.

У медичному моделюванні [5] та аналізі також широко використовуються чисельні методи, щоб досліджувати та аналізувати різні аспекти медичних систем та процесів. Це метод скінченних елементів, метод скінченних різниць, метод Монте-Карло [6]. Останній застосовується, наприклад, для імітаційного моделювання для вивчення поширення поляризованого світла в біологічній тканині, для оцінки експозиції

та ризику при біомоніторингу. Суть методу в тому, що формують модель, що становить розподіл імовірності наявності ризику впливу небезпечної речовини у даній просторово-часовій області. Порівнюючи значення ризику з допустимим для даної області значенням, визначають область недопустимого ризику. Оцінку ризику проводять поетапно, від простої (детермінованої) до більш складної (використання одновимірного, а пізніше і двовимірного методу Монте-Карло)[6].

У екологічному моделюванні та аналізі використовуються різні чисельні методи для дослідження та оцінки взаємодії між живими організмами та їх оточенням, а також встановлення еколого-економічної залежності [7]: метод диференціальних рівнянь, метод агентно-орієнтованого моделювання, метод геоінформаційних систем (ГІС). Отримані Моделі відносять до класу імітаційних моделей, оскільки частина їх параметрів адекватно ідентифікується за допомогою експертних оцінювань, зокрема засобами машинної імітації [7].

Висвітлення невирішених раніше частин загальної проблеми. Роль чисельних методів в обробці наукової графіки підкреслена багатьма дослідниками [8], а питання веб-дизайну, дизайну інтерфейсів є актуальним протягом тривалого періоду [9]. Проте зростання ролі та значущості UX та UI дизайну в останні роки створює потребу у адаптації цих методів до програмної реалізації. Інтерфейси користувача стають все складнішими та динамічнішими, вимагаючи швидкості обчислень, точності та ефективності. В даному дослідженні ми прагнемо зосередити увагу на можливості використання описаних чисельних методів у різних етапах створення продукту UI/UX дизайну.

Формулювання цілей статті
Окреслити роль чисельних методів у створенні інтерфейсів, які працюють

швидко, ефективно та точно, та забезпеченні зручної та задовільної взаємодії з користувачем. Визначити чисельні методи, які будуть найбільш застосовними для потреб UI/UX дизайну.

В нашому дослідженні ми використовували описовий, аналітичний, графічний, статистичний метод і методи математичного та комп'ютерного моделювання.

Висвітлення основного матеріалу дослідження

Чисельні методи допомагають дизайнерам створювати інтерфейси, які працюють швидко, ефективно та точно, забезпечуючи зручну та задовільну взаємодію з користувачем на кожному етапі створення кінцевого продукту. Розглянемо декілька видів досліджень [9] і проаналізуємо можливість застосування того чи іншого методу під час їх реалізації.

Естимация. Визначення прогнозованої тривалості завдань, бюджету та ресурсів (рис.1).

У естиматії дизайн процесів використовуються різні чисельні методи для аналізу та оптимізації ефективності, якості та ергономіки дизайну. У контексті естиматії дизайн процесів, метод Монте-Карло може бути використаний для моделювання невизначеності та ризиків, оцінки ймовірності успіху або невдачі, аналізу навантажень та взаємодії між різними компонентами дизайну, оскільки цей метод найбільш оптимально використовувати при роботі з теоретико-ймовірнісним описом завдання [10].

Застосування методу Монте-Карло в естиматії дизайн процесів може включати генерацію випадкових величин для параметрів дизайну, виконання повторних симуляцій та аналіз статистичних даних для отримання оцінок показників дизайну, таких як ймовірність успіху, середня продуктивність, середній час виконання та інші.

Метод Монте-Карло є основою методу імітаційного моделювання, призначеного для моделювання систем в умовах невизначеності, важливу роль при цьому відіграє спосіб моделювання чисел, рівномірно розподілених на відрізку [0;1] – аналітичний чи стохастичний, об’єм вибірок випадкових чисел, потужність EOM. на яких

проводиться моделювання систем різного призначення як правило стохастичного (з урахуванням імовірнісного характеру величин) характеру.

Task ID	Task Name	Description	Time Estimate (h)	Optimal Risk 15%	Task Status
1	DOPE 360				
2	Goal	Development Design and logic for monitoring the performance of duties. Development of a user interface to store relevant data.		39.45	329.1
3	Total	Research stage	187.0	244.0	321.0
4	Definition	POVs prioritizing	2.0	4.0	6.0
5		Jobs to be done discovery (JTBD)	6.0	8.0	10.0
6		JTBD Prioritization	1.0	1.5	2.0
7		Empathy map	2.0	3.0	4.0
8		sum	13.0	21.5	28.0
9	Solution Discovery	How Might We (HMW)	2.0	2.5	3.0
10		Solution Prioritization	1.0	2.0	3.0
11		Sketching	2.0	3.0	4.0
12		Sketches clustering and prioritization	1.0	2.0	3.0
13		Information Architecture (IA)	8.0	13.0	18.0
14		User Flows	6.0	10.0	12.0
15		sum	22.0	34.5	47.0
16	Concept Validation	Low-Fidelity Wireframing	40.5	41.0	43.0
17		Usability testing	24.8	30.0	36.0
18		User Interface	24.0	28.0	32.0
19		Documentation / presentation	16.0	23.0	24.0
20		sum	104.0	124.0	142.0
21		Communication	16.0	24.0	32.0

Рисунок 1 – Часова естимація (DOPE time estimating)

Виходячи із цільового призначення, всю множину вимірювальної інформації, що отримується в процесі натурних випробувань від різних джерел, можна поділити на інформацію про технічні параметри досліджуваних систем і інформацію про змінні впливи та режими функціонування випробувальних засобів.

У результаті експрес-аналізу сукупності цієї інформації дослідники одержують дані, необхідні для оперативного керування процесом дослідження. Вимірювальна інформація при експрес-аналізі дозволяє вирішити наступні задачі: встановлення степені відповідності режимів функціонування комплексу технічних засобів системи і взаємодіючих об’єктів в заданій програмі експерименту; оцінки якості вимірювальної інформації і вибір характерних ділянок для подальшої обробки; аналіз основних оціночних показників і тактико-технічних

характеристик систем і їх окремих елементів; виявлення аномалій в роботі досліджуваних засобів і причин їх виникнення; визначення якісних і кількісних характеристик досліджуваних сигналів і процесів.

Метод Монте-Карло є потужним інструментом для естимації дизайн процесів, особливо там, де існує багато невизначеності, випадковості або складних взаємодій. Він дозволяє отримати статистично обґрунтовані оцінки та прогнози, що допомагають в прийнятті розумних та обґрунтованих рішень в процесі дизайну. Також використовуються методи математичного моделювання та методи оптимізації. Ці методи включають еволюційні алгоритми, генетичні алгоритми, алгоритми зошитів та інші методи оптимізації для знаходження найкращих рішень у просторі параметрів.

Побудова дерева навігації (інформаційна архітектура). В інформаційній архітектурі в UI/UX дизайні застосовуються метод кластерного аналізу та метод Монте-Карло для деяких аспектів розробки та аналізу (Рис.2).

Кластерний аналіз: Цей метод використовується для групування схожих об'єктів або елементів разом у кластери на основі спільних характеристик.

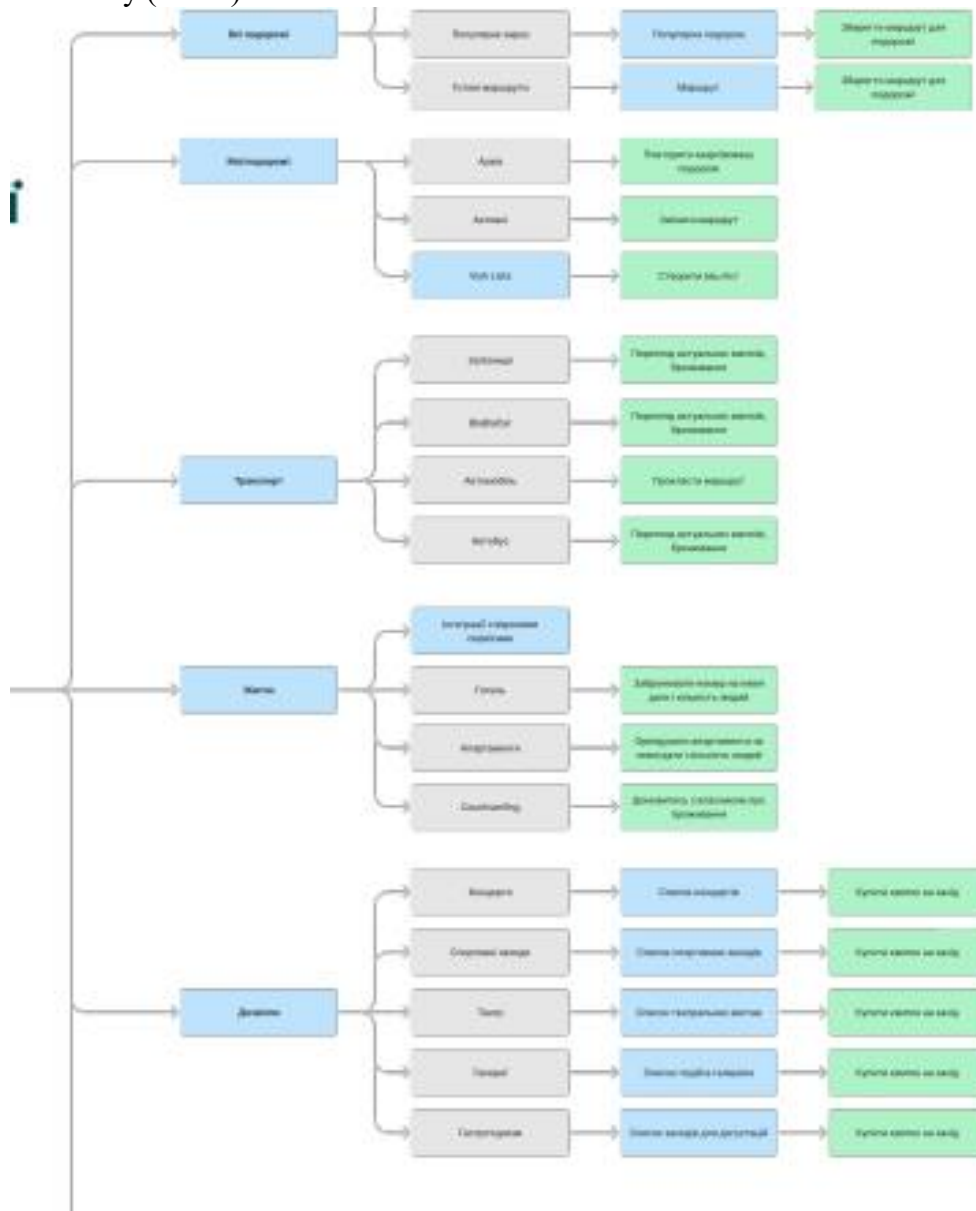


Рисунок 2 – Зразок побудови дерева навігації

У контексті інформаційної архітектури, кластерний аналіз може бути використаний для групування контенту, такого як сторінки, категорії або теги, для полегшення навігації та пошуку для користувачів. Він допомагає створити логічні зв'язки між

елементами та поліпшити організацію інформації.

Метод Монте-Карло: Цей метод базується на статистичних симуляціях та випадкових вибірках для оцінки параметрів та величин. В контексті UI/UX дизайну, метод Монте-Карло може бути

використаний для оцінки різних сценаріїв або варіантів взаємодії користувача з інтерфейсом. Шляхом випадкових вибірок можна виміряти ефективність, час відгуку та інші показники UX/UI дизайну для різних варіантів розташування елементів, інтерфейсних рішень тощо. Це дозволяє отримати статистичні дані та прогнози, що сприяють прийняттю обґрунтованих рішень стосовно покращення дизайну та досвіду користувача.

Теплова карта (heatmap). У теплових картах в UI/UX дизайні (Рис.3) чисельні методи використовуються для вимірювання, обробки та візуалізації даних, які впливають на взаємодію користувача з інтерфейсом.

Методи статистичного аналізу та Монте-Карло можуть бути застосовані в

теплових картах в UI/UX дизайні для отримання статистичних даних та вимірювання впливу на взаємодію користувачів з інтерфейсом.

Статистичний аналіз: Цей метод використовується для обробки та аналізу даних, зібраних з теплової карти. Застосовуючи статистичні методи, такі як середнє значення, медіана, стандартне відхилення та кореляція, можна отримати показники, які описують розподіл активності користувачів на інтерфейсі. Наприклад, статистичний аналіз може допомогти виявити найбільш популярні області або найменш використовувані функції, що може вплинути на подальше вдосконалення дизайну.

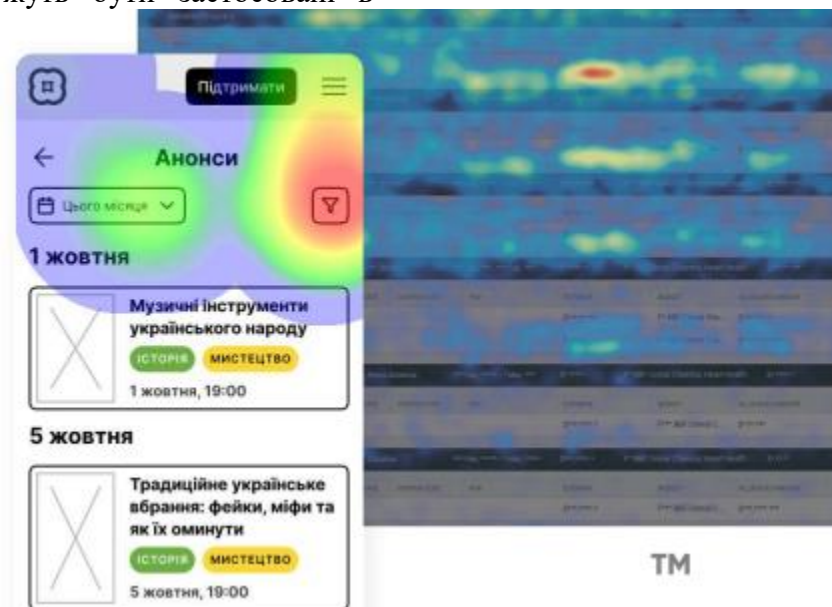


Рисунок 3 – Приклад теплової карти (heatmap)

Метод Монте-Карло: Цей метод базується на статистичних симуляціях та випадкових вибірках для оцінки параметрів та величин. В контексті теплових карт, метод Монте-Карло може бути використаний для створення випадкових вибірок або симуляцій активності користувачів на інтерфейсі. Шляхом випадкових вибірок можна виміряти ефективність різних зон або елементів

інтерфейсу та отримати статистичні дані. Це дозволяє досліджувати різні сценарії та варіанти взаємодії, що сприяє прийняттю обґрунтованих рішень щодо покращення дизайну та досвіду користувача.

Ці чисельні методи, використовуючи статистичний аналіз та метод Монте-Карло, допомагають отримати кількісні показники та визначити основні фактори, що впливають на взаємодію користувачів з інтерфейсом. Далі, ці дані можуть бути

використані для прийняття обґрунтованих рішень щодо оптимізації та вдосконалення дизайну.

Комбінування методу статистичного аналізу та методу Монте-Карло дозволяє отримати більш повне уявлення про взаємодію користувачів з інтерфейсом в тепловій карті.

A/B тестування. Дослідження полягає в створенні двох версій того, що розробник хоче змінити / створити. Далі користувачі з цільової аудиторії вибирають те, що їм більше до вподоби. Таким чином тестується, наприклад, стиль, зображення, контент, кнопки тощо. Фактично, A / B-тестування (Рис.4) – це форма порівняльного аналізу кількісних характеристик двох робочих версій сайту, додатки тощо [11].

Його застосовують для внесення покращень в готовий продукт. Це тестування вимагає глибокого розуміння статистики для правильного формування тесту і аналізу результатів тестування. Дослідники зауважують щодо недоцільності використання цього типу тесту на стадії проектування, для певного типу дизайну



Рисунок 4 – Каркас питань для A/B тестування[11]

Найдоцільніше його застосовувати для порівняння двох версій готового продукту з метою визначення більш вдалої. Саме тому доцільно на кінцевому етапі тестування застосовувати чисельні методи, наприклад, для обробки та аналізу даних, а також для

визначення статистичної значущості результатів тестування [12]. Нижче наведено кілька чисельних методів, які можна застосовувати з використанням програмного коду на мові Python. По-перше, t-тест: t-тест є одним з найпоширеніших статистичних методів для порівняння середніх значень двох груп даних. Використовуючи t-тест, можна визначити, чи є статистично значуща різниця між варіантами дизайну. В Python, бібліотека `scipy.stats` містить функції для виконання t-тесту, наприклад, `ttest_ind`. Нижче наводимо фрагмент програмного коду:

```

# Обчислюємо рівень значимості та р-значення для тесту
t_stat, p=stats.ttest_ind(group_b, group_a,
equal_var=False)

# Виводимо результати
print('Group A – Conversion Rate^
{:.2%}'.format(mean_a))
print('Group B - Conversion Rate^
{:.2%}'.format(mean_b))
print('P*value: {:.4f}'.format(p))
if p<0.05:
    print ('The difference is statistically
significant')
else:
    print ('The difference is not
statistically significant')

```

Аналіз дисперсії (ANOVA): ANOVA є статистичним методом, який дозволяє порівняти середні значення трьох або більше груп даних. Використовуючи ANOVA, можна визначити, чи є статистично значуща різниця між варіантами дизайну. В Python, бібліотека `scipy.stats` також надає функції для виконання ANOVA, наприклад, `f_oneway`.

Bootstrap-аналіз: Bootstrap-аналіз є методом, який використовує випадкові вибірки з наявних даних для оцінки розподілу та статистичних показників. Використовуючи цей метод, можна

отримати довірчі інтервали та інші статистичні метри, які допомагають оцінити статистичну значущість результатів тестування.

Метод Монте-Карло: Метод Монте-Карло використовує випадкові вибірки та симуляції для оцінки статистичних показників і є одним із найефективніших методів дослідження будь-яких систем [13]. В контексті А/В тестування, можна використовувати Метод Монте-Карло для проведення симуляцій та отримання статистичних метрик, таких як довірчі інтервали, р-значення та інше.

Ці чисельні методи дозволяють проводити статистичний аналіз даних з А/В тестування і забезпечують об'єктивність та наукову обґрунтованість рішень у процесі UI/UX дизайну.

Висновок

У результаті проведеного дослідження ми довели, що чисельні методи є універсальним засобом вирішення прикладних та інженерних задач в сфері UI/UX дизайну. Визначено, що найбільш застосовними є методи кластерного аналізу, статистичні методи та метод Монте-Карло. Останній є найбільш адаптивним і найкраще підходить для вирішення поставлених задач, оскільки може бути використаним на кожному етапі UI/UX дизайну

Список використаних джерел

1. Прусов В. А., Сніжко С. І. Методи прикладного системного аналізу в гідрометеорології: підручник. К., 2017. 701 с.
2. Solem, Jan Erick. Programming computer vision with Python. Beijing; Cambridge; Sebastopol [etc.]: O'Reilly, 2012.
3. Байбуз О. Г., Сидорова М. Г. Інформаційна технологія кластеризації даних у часовому періоді спостережень. *Системні дослідження та інформаційні технології*. 2013. №4. С. 59-66
4. Власов А., Демічковський А. Іващенко О., Лопатьєв А., Пітин М.,

Системний підхід і математичне моделювання біологічних та природних процесів [електронний варіант]. URL: <http://surl.li/hablz>

5. Олійник А. П., Фешанич Л. І., Олійник Є. А. Математичне моделювання процесу розвитку епідеміологічної ситуації з урахуванням особливостей поширення COVID-19. *Методи та прилади контролю якості*. 2020. №1(44). С. 138-146.

6. Brauer F., Castillo-Chavez C. *Mathematical Models in Population Biology and Epidemiology*. Springer, 2012. 508 p

7. Григорків В. С. Моделювання еколого-економічної взаємодії. Чернівці, 2007. 84 с.

8. Комп'ютерна наукова графіка. *Вибрані питання комп'ютерного моделювання процесів і явищ: монографія/За ред. Балик Н. Р. Тернопіль, 2022. С. 27-32*

9. Designing Web Usability by Jakob Nielsen [електронний варіант]. URL: <http://surl.li/habsr>

10. Бізюк А. В., Постельняк О. С. Дослідження якості ui/ux методом а/в тестування [електронний варіант]. URL: <http://surl.li/habqw>

11. Чемерис Г. Ю. UI/UX дизайн: навчальний посібник. Запоріжжя, 2021. 290с.

12. Сльота М. І. Особливості моделювання системи масового обслуговування методом Монте-Карло. Матеріали III студентської вузівської наукової конференції «Математичні методи, моделі та інформаційні технології в управлінні підприємством». 5 листопада 2018 р., м. Вінниця. С. 47-50.

13. Литвинова О. Б. Методи імітаційного моделювання в оцінці надійності найпростіших систем. *Reporter of Priazovskiy state technical university*. 2016. Issue 31, Vol.1. P. 168-175.

References

1. Prusov V. A., Snizhko S. I. Metody prykladnoho systemnoho analizu v hidrometeorologii: pidruchnyk. K., 2017. 701 p. [in Ukrainian]
2. Solem, Jan Erick. Programming computer vision with Python. Beijing; Cambridge; Sebastopol [etc.]: O'Reilly, 2012.
3. Baibuz O. H., Sydorova M. H. Informatsiina tekhnolohiia klasteryzatsii danykh u chasovomu periodi sposterezhen. *Systemni doslidzhennia ta informatsiini tekhnolohii*. 2013. №4. P. 59-66. [in Ukrainian].
4. Vlasov A., Demichkovskiy A. Ivashchenko O., Lopatiev A., Pityn M., Systemnyi pidkhid i matematychni modeliuvannia biolohichnykh ta pryrodnykh protsesiv [elektronnyi variant]. URL: <http://surl.li/hablz>. [in Ukrainian]
5. Oliinyk A. P., Feshanych L. I., Oliinyk Ye. A. Matematychni modeliuvannia protsesu rozvytku epidemiolohichnoi sytuatsii z urakhuvanniam osoblyvostei poshyrennia COVID-19. *Metody ta prylady kontroliu yakosti*. 2020. №1(44). P. 138-146. [in Ukrainian]
6. Brauer F., Castillo-Chavez C. *Mathematical Models in Population Biology and Epidemiology*. Springer, 2012. 508 p.
7. Hryhorkiv V. S. Modeliuvannia ekoloho-ekonomichnoi vzaiemodii. Chernivtsi, 2007. 84 p. [in Ukrainian].
8. Kompiuterna naukova hrafika. Vybrani pytannia kompiuternoho modeliuvannia protsesiv i yavysch: monohrafiia/Za red. Balyk N. R. Ternopil, 2022. P. 27-32. [in Ukrainian].
9. Designing Web Usability by Jakob Nielsen. URL: <http://surl.li/habsr>
10. Biziuk A. V., Postelniak O. S. Doslidzhennia yakosti UI/UX metodom A/V testuvannia [elektronnyi variant]. URL: <http://surl.li/habqw>. [in Ukrainian]
11. Chemerys H. Yu. UI/UX dizain: navchalnyi posibnyk. Zaporizhzhia, 2021. 290p. [in Ukrainian].
12. Slota M. I. Osoblyvosti modeliuvannia systemy masovoho obsluhovuvannia metodom Monte-Karlo. Materialy III studentskoi vuzivskoi naukovoii konferentsii «Matematychni metody, modeli ta informatsiini tekhnolohii v upravlinni pidpriemstvom». 5 lystopada 2018 r., m. Vinnytsia. p. 47-50 [in Ukrainian]
13. Lytvynova O. B. Metody imitatsiinoho modeliuvannia v otsyntsi nadiinosti naiprostishykh system. Reporter of Priazovskiy state technical university. 2016. Issue 31, Vol.1. P. 168-175 [in Ukrainian]